

INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE PARA A GESTÃO AMBIENTAL

(ORGANIZADOR)

JOSÉ RIBAMAR MARQUES DE CARVALHO



JOSÉ RIBAMAR MARQUES DE CARVALHO

(ORGANIZADOR)

INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE PARA A GESTÃO AMBIENTAL

C331i Carvalho, José Ribamar Marques de.
Indicadores de sustentabilidade para gestão ambiental / José Ribamar Marques de Carvalho. — Campina Grande: EDUFCG, 2015.
188 f.

Formato E-book. Acesso em: <http://www.ufcg.edu.br/~edufcg/>
ISBN: 978-85-8001-139-5

1. Recursos Hídricos. 2. Sustentabilidade. 3. Meio Ambiente.
I. Título.

CDU 556.18

EDITORA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE - EDUFCG
UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE - UFCG
editora@ufcg.edu.br

Prof. Dr José Edílson Amorim
Reitor

Prof. Vicemário Simões
Vice-Reitor

Prof. Dr. José Helder Pinheiro Alves
Diretor Administrativo da Editora da UFCG

Yasmine L. F. de Lima
Editoração Eletrônica

Yasmine L. F. de Lima
Capa

CONSELHO EDITORIAL

Antônia Aristidélia Fonseca Matias Aguiar Feitosa (CPF)
Benedito Antônio Luciano (CEEI)
Consuelo Padilha Vilar (CCBS)
Erivaldo Moreira Barbosa (CCJS)
Janiro da Costa Rego (CTRN)
Leonardo Cavalcanti de Araújo (CES)
Marcelo Bezerra Grilo (CCT)
Naelza de Araújo Wanderley (CSTR)
Rogério Humberto Zeferino (CH)
Valéria Andrade (CDSA)

SUMÁRIO

SISTEMA DE INDICADORES PARA A GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS EM MUNICÍPIOS:
UMA ABORDAGEM ATRAVÉS DOS MÉTODOS MULTICRITÉRIO E MULTIDECISOR 7

José Ribamar Marques de Carvalho
Wilson Fadlo Curi

ANÁLISE DA SUSTENTABILIDADE HIDROAMBIENTAL NA REGIÃO DO ALTO CURSO DO
RIO PARAÍBA, PB 35

José Ribamar Marques de Carvalho
Wilson Fadlo Curi
Enyedja Kerly M. de Araújo Carvalho
Rosires Catão Curi

ANÁLISE DA SUSTENTABILIDADE HIDROAMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE FAGUNDES, PB..... 53

José Ribamar Marques de Carvalho
Enyedja Kerly Martins de A. Carvalho
Edjânio Lopes Queiroga

SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL NO MUNICÍPIO DE CAMPINA GRANDE, PB:
UMA APLICAÇÃO ATRAVÉS DO ECOLOGICAL FOOTPRINT METHOD 67

José Ribamar Marques de Carvalho
Wilson Fadlo Curi
Enyedja Kerly Martins de A. Carvalho
José Mancinelli Lêdo do Nascimento
Ireneide Gomes de Abreu

METODOLOGIA PARA AVALIAR A SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL DE MUNICÍPIOS
UTILIZANDO ANÁLISE MULTICRITÉRIO 85

José Ribamar Marques de Carvalho
Wilson Fadlo Curi
Rosires Catão Curi
Enyedja Kerly Martins de A. Carvalho

SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL NO SETOR DE MINERAÇÃO NO MUNICÍPIO DE
VIEIRÓPOLIS, PB: APLICAÇÃO DO MODELO PRESSÃO-ESTADO-RESPOSTA 101

José Ribamar Marques de Carvalho
Wilson Fadlo Curi
Enyedja Kerly Martins de A. Carvalho
José Lopes Martins

CONSCIÊNCIA AMBIENTAL: ANÁLISE DA PERCEPÇÃO DISCENTE EM UMA IES PÚBLICA.. 117

Rosileide Farias Sarmiento
José Ribamar Marques de Carvalho
Gesinaldo Ataíde Cândido
Enyedja Kerlly Martins de Araújo Carvalho

PERCEPÇÃO INTERDISCIPLINAR: UM OLHAR DOS DISCENTES DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS 135

José Ribamar Marques de Carvalho
Ireneide Gomes de Abreu
José Mancinelli Lêdo do Nascimento
Gesinaldo Ataíde Cândido

AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL DE MUNICÍPIOS PARAIBANOS ATRAVÉS DO MÉTODO MULTICRITERIAL PROMETHEE II 155

José Ribamar Marques de Carvalho
Wilson Fadlo Curi
Enyedja Kerlly Martins de A. Carvalho

METODOLOGIA PARA AVALIAR A SAÚDE AMBIENTAL: UMA APLICAÇÃO EM MUNICÍPIOS PARAIBANOS EMPREGANDO A ANÁLISE MULTICRITERIAL 173

José Ribamar Marques de Carvalho
Enyedja Kerlly Martins de Araújo Carvalho
Wilson Fadlo Curi
Rosires Catão Curi
Gesinaldo Ataíde Cândido

SISTEMA DE INDICADORES PARA A GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS EM MUNICÍPIOS: UMA ABORDAGEM ATRAVÉS DOS MÉTODOS MULTICRITÉRIO E MULTIDECISOR¹

José Ribamar Marques de Carvalho
Wilson Fadlo Curi

1 INTRODUÇÃO

A gestão dos recursos hídricos se apresenta como um processo complexo, de difícil planejamento e gerenciamento, principalmente por que se trata de um cenário em que estão envolvidos vários objetivos, participantes, conflitos, critérios e alternativas de decisão.

Para Weng, Huang e Li (2010), a gestão dos recursos hídricos é uma questão complicada, porque envolvem aspectos socioeconômicos, impactos ambientais, fatores naturais e humanos, bem como as características locais normalmente caracterizadas por diversas incertezas hidrológicas associadas, entradas exógenas e padrões de demanda humana.

No Brasil, as demandas de água têm crescido significativamente nas últimas décadas, devido ao processo de desenvolvimento econômico, ao incremento dos contingentes populacionais e à quantificação, cada vez mais fundamentada, das necessidades ambientais. Por sua vez, as limitadas disponibilidades hídricas são caracterizadas pela distribuição geográfica e temporal, por vezes inadequada ao atendimento às demandas (LOPES; FREITAS, 2007).

Barroso e Gastaldini (2010) reforçam esse entendimento, quando dizem que a disponibilidade de água, em quantidade e qualidade adequadas para os diversos usos, atua como fator determinante no processo de desenvolvimento social e econômico de uma comunidade. Atender a esta demanda constitui um dos maiores desafios do homem na atualidade, devido à escassez crescente e ao comprometimento da qualidade das águas oriundas, principalmente, da sua utilização indiscriminada.

Especificamente no Polígono das Secas, existe um regime pluviométrico marcado por grande anormalidade de chuvas. Nesse cenário, a escassez de água constitui um forte entrave ao desenvolvimento socioeconômico e, até mesmo, à subsistência da população.

Diante dessas situações no contexto da gestão dos recursos hídricos emerge um processo decisório complexo repleto de variáveis e dados que necessitam ser estrutu-

¹ Esse capítulo é parte da tese de doutorado do primeiro autor, sob orientação do segundo, defendida no Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais – PPGRN/UFCG em dezembro de 2013.

rados de modo que possa ser capaz de contribuir para um melhor planejamento e gerenciamento da situação hídrica no intuito de contribuir para a melhoria e definição de estratégias de gestão pública.

Dessa forma, o uso de indicadores para a avaliação de municípios, e em especial na gestão de recursos hídricos, tem possibilitado identificar entraves relacionados a políticas públicas que envolvam aspectos econômicos, sociais e ambientais.

Nesse sentido, e apesar de existir inúmeras metodologias (ferramentas) que foram desenvolvidas para dar suporte aos processos de decisão em recursos hídricos, entende-se que existem lacunas a serem preenchidas, ou seja, ausência de uma metodologia que possa ser considerada prática o suficiente e capaz de englobar várias dimensões e indicadores, por meio da inserção dos atores sociais na ponderação e hierarquização das variáveis, como forma de identificar necessidades e relevâncias em contextos específicos da gestão hídrica.

Sendo assim, a formulação de uma metodologia baseada em índices e indicadores focados na caracterização de sistemas hídricos em municípios através de critérios, funções de utilidade e de preferências, baseados na Teoria de Apoio à Decisão - constitui uma importante ferramenta que poderá contribuir para a melhoria da gestão desse cenário.

Expostos tais argumentos e dada à importância da temática no contexto da gestão hídrica, emerge a seguinte situação-problema: Como estabelecer uma metodologia baseada na análise multicriterial e multidecisor composta por indicadores de gestão dos recursos hídricos capaz de medir a *performance* de municípios?

Para responder a problemática fica definido o seguinte objetivo: Propor uma metodologia baseada na análise multicriterial e multidecisor composta por indicadores de gestão dos recursos hídricos capaz de medir a *performance* de municípios.

O trabalho apresenta além desta introdução, o referencial teórico, o material e métodos utilizados, resultados e a discussão da pesquisa, considerações finais, referências, além do apêndice.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 ESTUDOS RELACIONADOS AO USO DE INDICADORES NA GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Diversos estudos, metodologias e ferramentas relacionadas ao uso de indicadores foram desenvolvidos no contexto da gestão dos recursos hídricos. A seguir estão expostas algumas dessas experiências.

AUTORES	ABORDAGEM
He, Malcolm, Dahlberg e Fu (2000)	Sugeriram uma estrutura para desenvolver e testar um conjunto de indicadores hidrológicos e biológicos que refletem a condição de uma bacia hidrográfica.
Magalhães Júnior, Cordeiro Netto e Nascimento (2003).	O trabalho apresenta a síntese dos resultados de um painel Delphi aplicado no país, envolvendo os indicadores mais valorizados e as tendências de pensamento quanto aos principais meios de ação na gestão das águas no país.
Laura (2004)	Desenvolveu um método de modelagem de sistema de indicadores para avaliar a sustentabilidade do sistema dos recursos hídricos propiciando a participação dos atores sociais e visando ter maior conhecimento do problema e legitimidade de gestão dos recursos hídricos numa bacia hidrográfica no estado do Paraná.
Pompermayer, Paula Júnior, Cordeiro Netto (2007)	Propuseram o uso de indicadores de sustentabilidade ambiental, associado às técnicas de análise multicritério, como instrumento de auxílio à gestão de recursos hídricos. A proposta de indicadores selecionada e o método multicritério utilizado (Electre III) demonstraram-se bastante adequados ao caso estudado.
Guimarães (2008)	Desenvolveu uma proposta de um sistema de indicadores de desenvolvimento sustentável para bacias hidrográficas a ser aplicado no Brasil. Nessa metodologia, a autora propõe um índice agregado com 8 indicadores relacionados à dimensão social, 20 relacionados à dimensão ambiental, 8 de natureza econômica e 4 relacionados à dimensão institucional.
Vieira e Studart (2009)	Propuseram um Modelo de Índice de Sustentabilidade Hidroambiental (ISHA) para Ambientes Serranos no Semiárido do Estado do Ceará do Maciço Baturité, evidenciando a posição relativa e a posição absoluta de cada município dos seguintes índices: Índice Hídrico (8 indicadores), Índice Físico (4 relacionados), Índice Biótico (4 relacionados) e Índice Antrópico (12 indicadores).
Magalhães Júnior (2010)	Sugere uma série de indicadores ambientais potencialmente úteis à gestão da água no Brasil.
Carvalho, Curi, Carvalho e Curi (2011)	Apresentam uma proposta, composta por 51 indicadores, com o objetivo de verificar o nível de sustentabilidade hidroambiental dos municípios localizados na sub-bacia hidrográfica do Alto Curso do Rio Paraíba, PB.
Silva, Aureliano e Lucena (2012)	Propuseram de um índice de qualidade de água bruta para abastecimento público no estado do Pernambuco.
Carvalho e Curi (2013)	Estabelecer uma metodologia baseada no uso da análise multicritério capaz de identificar a situação hidroambiental de municípios paraibanos, a partir de 51 indicadores.

Quadro 1 – Experiências desenvolvidas com o uso de indicadores em contextos da gestão de recursos hídricos
Fonte: Elaboração própria com base na literatura consultada (2013).

A partir dos modelos destacados no quadro 1 se observa a necessidade de entender melhor a maneira como tais índices ou indicadores foram propostos no intuito de definir melhores formas de calcular e analisar o contexto gestão hídrica, posto ser uma das características implícitas existentes quando da elaboração de metodologias ou

ferramentas que utilizam indicadores com medidas diferenciadas e que necessitam de mecanismos mais consistentes de mensuração e síntese.

Argumenta-se que uma das ideias do estudo em apreço se constitui em minimizar algumas das deficiências encontradas nos estudos expostos, de modo que possa se buscar uma melhor adequação aos requerimentos dando importância relativa às características intrínsecas e extrínsecas do contexto geográfico estudado, a partir de uma combinação de técnicas multicriterial e multidecisor.

2.2 MÉTODO PROMETHEE – PREFERENCE RANKING METHOD FOR ENRICHMENT EVALUATION

Os métodos da família PROMETHEE (*Preference Ranking Method for Enrichment Evaluation*) objetivam construir relações de sobreclassificação de valores em problemas de tomada de decisão.

De acordo com Behzadian *et al.* (2010), o método PROMETHEE é um dos métodos MCDA mais recentes que foi desenvolvido por Brans (1982) e aperfeiçoado por Vincke e Brans (1985). Brans *et al.* (1986) apresentaram o método PROMETHEE como uma nova classe de métodos de sobreclassificação em análise multicritério. Suas principais características são simplicidade, clareza e estabilidade.

No processo de análise do PROMETHEE, o objetivo se decompõe em critérios e as comparações entre as alternativas são feitas no último nível de decomposição e aos pares, pelo estabelecimento de uma relação que acompanha as margens de preferência ditadas pelos agentes decisores (ARAÚJO; ALMEIDA, 2009).

O método PROMETHEE estabelece uma estrutura de preferência entre as alternativas discretas, tendo uma função de preferência entre as alternativas para cada critério. Essa função indica a intensidade da preferência de uma alternativa em relação à outra, com o valor variando entre 0 (indiferença) e 1 (preferência total) (BRANS *et al.* 1986; ARAÚJO; ALMEIDA, 2009; BEHZADIAN, *et al.* 2010).

Braga e Gobetti (2002, p. 396) dizem que o PROMETHEE estabelece uma estrutura de preferência entre alternativas discretas. Comumente, a estrutura de preferência é definida através das comparações aos pares de alternativas por:

$$aPb \text{ se } f(a) > f(b)$$

$$alb \text{ se } f(a) = f(b)$$

Sendo f um critério particular de avaliação a ser minimizado e a, b duas alternativas possíveis. P e I denotam respectivamente preferência e indiferença.

Brans *et al.* (1986) consideram seis tipos de função de preferência. Braga e Go-

betti (2002, p. 398) relatam como deve ser interpretada cada uma das funções expostas a seguir e na tabela 1:

TABELA 1 – FUNÇÕES DE PREFERÊNCIA – MÉTODO PROMETHEE

FUNÇÃO PARA O CRITÉRIO I	GRÁFICO	PARÂMETROS NECESSÁRIOS
	$b P_i a$ $a P_i b$	
Tipo I: Critério Usual $P_i(x) = \begin{cases} 0 & \text{se } x_i = 0 \\ 1 & \text{se } x_i \neq 0 \end{cases}$		--
Tipo II: Tipo U $P_{II}(x) = \begin{cases} 0 & \text{se } x_i \leq q_i \\ 1 & \text{se } x_i > q_i \end{cases}$		q_i
Tipo III: Tipo V $P_{III}(x) = \begin{cases} x_i /p_i & \text{se } x_i \leq p_i \\ 1 & \text{se } x_i > p_i \end{cases}$		p_i
Tipo IV: Tipo Escada $P_{IV}(x) = \begin{cases} 0 & \text{se } x_i \leq q_i \\ 1/2 & \text{se } q_i < x_i \leq p_i \\ 1 & \text{se } x_i > p_i \end{cases}$		q_i, p_i
Tipo V: Tipo V com indiferença $P_V(x) = \begin{cases} 0 & \text{se } x_i \leq q_i \\ (x_i - q_i)/(p_i - q_i) & \text{se } q_i < x_i \leq p_i \\ 1 & \text{se } x_i > p_i \end{cases}$		q_i, p_i
Tipo VI: Tipo Gaussiana $P_{VI}(x)$		s_i

Fonte: Braga e Gobetti (2002).

Após a comparação paritária entre as alternativas e os critérios, é necessário analisar os fluxos positivos e negativos das avaliações. As etapas desta análise são desta-

cadadas por Morais e Almeida (2006), Behzadian *et al.* (2010):

1. $\Pi(a,b)$ é o grau de sobreclassificação de a em relação a b , também chamado de intensidade de preferência multicritério. É calculado por:

$$\Pi(a,b) = \frac{1}{W} \sum_{j=1}^n w_j F_j(a,b)$$

$$\text{onde, } W = \sum_{j=1}^n w_j$$

Sendo:

n é o indicador

w_j é o peso do indicador j

$F_j(a,b)$ é a função de preferência, valor que varia de 0 a 1 e representa o comportamento ou atitude do decisor frente as diferenças provenientes da comparação par a par entre as alternativas, para um dado critério, indicando a intensidade da preferência da diferença $g_j(a) - g_j(b)$.

2. $\Phi^+(a)$ é chamado de fluxo de saída e representa a média de todos os graus de sobreclassificação de a , com respeito a todas as outras alternativas. É dado pela expressão:

$$\Phi^+(a) = \sum_{b \in A} \frac{\Pi(a,b)}{n-1}$$

Quanto maior $\Phi^+(a)$, melhor a alternativa.

3. $\Phi^-(a)$ é chamado de fluxo de entrada, representando a média de todos os graus de sobreclassificação de todas as outras alternativas sobre a . É dado pela expressão:

$$\Phi^-(a) = \sum_{b \in A} \frac{\Pi(b,a)}{n-1}$$

Quanto menor $\Phi^-(a)$, melhor é a alternativa.

4. $\Phi(a)$ é chamado de fluxo líquido de sobreclassificação e representa o balanço entre o poder e a fraqueza da alternativa. Quanto maior $\Phi(a)$, melhor a alternativa. É dado pela expressão:

$$\Phi(a) = \Phi^+(a) - \Phi^-(a)$$

Dessa forma, decidiu-se selecionar o método PROMETHEE II para trabalhar a problemática do estudo por sua vantagem em requerer uma informação adicional muito clara, que pode ser facilmente obtida e gerenciada tanto pelo decisor como pelo analista destacando suas características intrínsecas relacionadas a objetividade e flexibilidade. Esta informação adicional foi introduzida com a finalidade de captar a amplitude das diferenças entre as avaliações de cada um dos indicadores, enriquecendo a estrutura de preferência dos decisores. Além do mais, é um método flexível, oferecendo dois graus de liberdade ao decisor: o primeiro é relativo à seleção do tipo de função de preferência e o segundo os limiares a definir (BRANS *et al.*, 1986; MORAIS; ALMEIDA, 2006).

Notadamente, se apresenta como um método de fácil entendimento para os tomadores de decisão (GILLIAMS; RAYMAEKERS; MUYS, 2005), capaz de identificar as preferências entre múltiplas decisões (BALLIS; MAVROTAS, 2007).

2.3 ESTUDOS PUBLICADOS EM PERIÓDICOS INTERNACIONAIS QUE UTILIZARAM O PROMETHEE

O método PROMETHEE tem sido bem aceito e apresentou propagação rápida na pesquisa acadêmica (BEHZADIAN *et al.* 2010). Esses autores realizaram um estudo abrangente no qual identificaram 217 trabalhos já publicados em 100 revistas científicas desde 1985.

Gilliams, Raymaekers e Muys (2005)² compararam três métodos comuns PROMETHEE II, ELECTRE III (*Elimination and Choice Translating Algorithm*) e AHP (*Analytic Hierarchy Process*) para ajudar os tomadores de decisão a selecionar entre as estratégias de florestamento para uma determinada divisão de terras agrícolas. A partir dos resultados apresentados pelos três métodos diferentes os autores inferiram que o PROMETHEE II é ligeiramente preferido ao ELECTRE III e ao AHP.

Hajkowicz e Higgins (2008)³ realizaram uma comparação entre as várias técnicas de análise de critérios na gestão dos recursos hídricos. A ideia partiu do pressuposto de que haveria diferenças significativas no uso das técnicas, ou seja, analisar o efeito para o problema utilizando ferramentas MCDA diferentes.

Hermans *et al.* (2007)⁴ usaram o PROMETHEE para analisar os debates entre as partes interessadas (*stakeholders*) acerca das alternativas de gestão dos rios, especificamente do Rio White, no nordeste dos Estados Unidos. A aplicação possibilitou criar uma visão compartilhada de um “rio ideal” e dos serviços que podem ser oferecidos às comunidades, proporcionou a criação de uma lista de critérios que permitam avaliar alternativas de gestão do rio, a partir das análises das preferências individuais e de grupo. O procedimento ajudou a moldar um processo de decisão em grupo sobre a gestão do rio a longo prazo.

Kodikara, Perera e Kularathna (2010)⁵ utilizaram o PROMETHEE para avaliar as regras de funcionamento do sistemas de reservatórios de abastecimento de água urbana, considerando três critérios hipotéticos: gestores de recursos, usuários da água e meio ambiente. Para tanto, analisaram as preferências dos entrevistados em relação aos pesos dos critérios. Os resultados encontrados no estudo mostraram-se adequados para identificar as preferências relacionadas aos critérios investigados.

2 *Journal Computers and Electronics in Agriculture*

3 *European Journal of Operational Research*

4 *Journal of Environmental Management*

5 *European Journal of Operational Research*

Silva, Morais e Almeida (2010)⁶ apresentam uma ferramenta de apoio à comissão competente para a gestão das bacias hidrográficas do Brasil, a fim de promover a descentralização e a participação de todos os envolvidos na gestão dos recursos hídricos. A ferramenta fornece um *ranking* de alternativas para a recuperação ambiental de bacias hidrográficas através do uso do método multicritério PROMETHEE II. Para cada tomador de decisão, as alternativas foram classificadas e, em seguida, os *rankings* individuais foram combinados em um *ranking* final que continha as preferências de todo o grupo.

Mutikanga, Sharma e Vairavamoorthy (2011)⁷ utilizaram o método PROMETHEE II para reduzir perdas na distribuição de água na cidade de Kampala, Uganda. O estudo se baseia nas preferências dos tomadores de decisão e adota critérios de avaliação caracterizados por aspectos econômico-financeiros, ambiental, de saúde pública, impactos técnicos e sociais. Os resultados demonstram como a teoria da decisão juntamente com as técnicas de pesquisa operacional pode ser aplicada na prática para resolver a complexidade dos problemas que envolvem a gestão da água.

Nos estudos supramencionados, fica evidente a importância da aplicação em áreas distintas relacionadas à gestão dos recursos hídricos, mostrando-se como o processo de decisão pode ser beneficiado. Afinal, atuar em um cenário aonde decidir sobre qual opção escolher entre vários critérios conflitantes e diferentes interesses das partes se mostra como uma tarefa desafiadora.

2.4 O APOIO MULTICRITÉRIO À DECISÃO E OS MÉTODOS ORDINAIS

O Apoio Multicritério à Decisão consiste em um conjunto de métodos e técnicas para auxiliar ou apoiar a tomada de decisão, uma vez que considera a presença de uma multiplicidade de critérios. Por sua vez, os chamados métodos ordinais são considerados bastante intuitivos e pouco exigentes tanto em termos computacionais quanto em relação às informações necessárias por parte do decisor (GOMES *et al.*, 2009).

Na literatura os três métodos multicritério ordinais mais referenciados são: métodos de Borda, Condorcet e Copeland. Destacam-se brevemente, a seguir, as particularidades de cada método.

O **Método de Borda** que na essência é uma soma de postos tem a grande vantagem da simplicidade e, por isso, algumas de suas variantes são usadas em competições desportivas (SOARES DE MELLO *et al.*, 2005).

Para o uso do método de Borda o decisor deve ordenar as alternativas de acordo com as suas preferências. A alternativa mais preferida recebe um ponto, a segunda dois pontos e assim sucessivamente. Os pontos atribuídos pelos decisores a cada alternativa são somados e a alternativa que tiver obtido a menor pontuação é a escolhida (GOMES

et al. 2009). Todas as alternativas são ordenadas por ordem decrescente de pontuação (o que garante o respeito ao axioma da totalidade). No entanto, apesar de sua simplicidade e amplo uso de suas variações, o método de Borda não respeita um dos mais importantes axiomas de Arrow (1986): o da independência em relação às alternativas irrelevantes (GOMES *et al.*, 2009).

De acordo com Gomes *et al.* (2009) a posição final de duas alternativas não é independente em relação às suas classificações em relação a alternativas irrelevantes. Tal fato pode gerar distorções, com destaque para a extrema dependência dos resultados em referência ao conjunto de avaliação escolhido e a possibilidade de manipulações pouco honestas.

O **Método de Condorcet**, de acordo com Boaventura Neto (2003) é considerado precursor da atual escola francesa de multicritério, trabalha com relações de superação. As alternativas são comparadas sempre duas a duas e constrói-se um grafo que expressa a relação entre elas.

Através da representação da relação de preferência por um grafo, a determinação de alternativas dominantes e dominadas (quando existem) fica bastante facilitada. Quanto existe uma e só uma alternativa dominante, ela é a escolhida. Este método, menos simples, tem a vantagem de impedir distorções ao fazer com que a posição relativa de duas alternativas independa de suas posições relativas a qualquer outra. No entanto, pode conduzir ao chamado ‘paradoxo de Condorcet’, ou situação de intransitividade. Isso acontece quando a alternativa A supera a alternativa B, que supera a C, que por sua vez supera a alternativa A (‘Tripleta de Condorcet’) (GOMES *et al.* 2009).

O Método COPELAND usa a mesma matriz de adjacência que representa o grafo do método de Condorcet. A partir dela calcula-se a soma das vitórias menos as derrotas, em uma votação por maioria simples. As alternativas são então ordenadas pelo resultado dessa soma. O método alia a vantagem de sempre fornecer uma ordenação total (ao contrário do método de Condorcet) ao fato de dar o mesmo resultado de Condorcet, quando este não apresenta nenhum ciclo de intransitividade. Quando esses ciclos existem, o método de COPELAND permite fazer a ordenação e mantém a ordenação das alternativas que não pertencem a nenhum ciclo de intransitividade. Apesar de computacionalmente mais exigente que Borda, quando há necessidade de estabelecer uma relação de pré-ordem, ou ordem *latus sensu*, este método fornece sempre uma resposta (ao contrário do método de Condorcet) e, apesar de não eliminar, reduz bastante a influência de alternativas irrelevantes (GOMES JUNIOR *et al.*, 2008; GOMES *et al.* 2009).

Corroborando com esse entendimento Gomes *et al.* (2013) argumentam que se o método de Condorcet não apresentar ciclos de intransitividade, o método de COPELAND satisfaz o axioma da independência em relação às alternativas irrelevantes. Em qualquer caso, sempre fornece uma ordem total. Caso haja ciclos de intransitividade, esse método proporciona uma ordenação menos dependente das alternativas irrelevantes do que o método de Borda. Na combinação destas duas propriedades reside a grande vantagem do método.

Dessa forma e considerando os entendimentos expostos pelos autores adotou-se para o modelo do estudo o Método Copeland no intuito de obter uma ordenação final mais alinhada dos municípios.

6 *Water Resources Management*

7 *Water Resources Management*

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os procedimentos inerentes à execução da pesquisa são descritos a seguir, levando-se em consideração os seguintes aspectos: Classificação Metodológica da Proposta, Estrutura da Proposta, Recorte Geográfico e Temporal.

3.1 CLASSIFICAÇÃO METODOLÓGICA E ETAPAS DA PESQUISA

Os procedimentos metodológicos adotados para o estudo estão classificados da seguinte forma: quanto à natureza (pesquisa aplicada), quanto aos objetivos (exploratória e descritiva), quanto aos procedimentos (bibliográfica, documental e *Ex-post Facto*), quanto à abordagem do problema (quantitativa e qualitativa) (SOUZA, FIALHO e OTANI, 2007).

A estrutura do modelo contemplou oito etapas que consubstanciaram os resultados do trabalho e pode ser resumidamente visualizada na figura 1.

Inicialmente, na **1ª fase**, foram realizadas técnicas de análise sistêmica para estruturar o modelo. Posteriormente, na **2ª fase** foram realizadas várias discussões na etapa de *brainstorm* para selecionar os indicadores e as respectivas dimensões. Assim, nesta etapa foram selecionados 40 indicadores distribuídos em 6 dimensões. Optou-se por selecionar indicadores que estivessem relacionados a aspectos econômicos, sociais e ambientais em relação à gestão dos recursos hídricos dos municípios.

Essa etapa foi essencial para ajustar as fragilidades encontradas em vários testes que foram realizados durante a fase de discussão do modelo e que podem ser encontrados nos estudos de Carvalho *et al.* (2011); Carvalho e Curi (2013).

Os indicadores escolhidos (40 indicadores) foram selecionados após várias discussões que levaram a definição do indicador e dos respectivos parâmetros de escolha (fase de *brainstorm*), conforme retrata a figura 2 e o quadro 2.

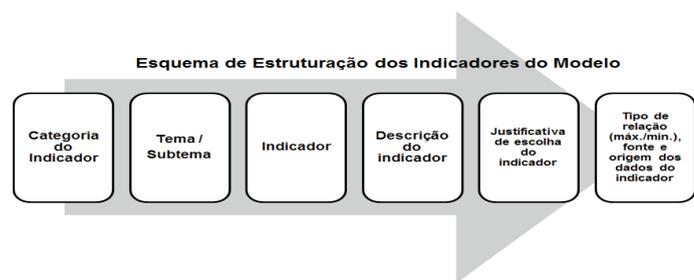


Figura 2 – Estrutura para a Definição dos Indicadores do Modelo⁸

Fonte: Elaboração própria, 2013.

⁸ A estrutura completa do modelo considerando os parâmetros de escolha dos indicadores se encontra com o autor. Tais informações poderão ser disponibilizadas. Optou-se pela não inclusão em razão da limitação de espaço.

Os indicadores do modelo estão distribuídos em seis dimensões conforme retrata o quadro 2.

Fontes de água (8 indicadores)	1.Disponibilidade dos rios; 2.Potencialidade dos reservatórios; 3.disponibilidade dos reservatórios; 4.Potencial de expansão das reservas hídricas; 5.Fração das residências atendidas por poços subterrâneos; 6.Potencial de expansão dos poços subterrâneos; 7.Índice de qualidade da água dos poços subterrâneos; 8. Potencial de expansão das cisternas.
Demandas de água (11 indicadores)	9.Consumo <i>per capita</i> de água da população; 10.Consumo relativo de água da bovinocultura com relação ao consumo dos animais do município; 11. Consumo relativo de água da equinocultura; 12.Consumo de água relativo da caprinocultura; 13.Consumo de água da suinocultura; 14. Consumo de água relativo da ovinocultura; 15.Consumo relativo de água por hectare de lavoura permanente; 16.Consumo relativo de água por hectare de lavoura sazonal; 17.Existência de piscicultura no município; 18.Possibilidade de expansão da piscicultura no município; 19.Existência de produção e transmissão de energia hidrelétrica no município.
Gestão da água (6 indicadores)	20.Representante do município participando do comitê de bacia hidrográfica; 21.Fração da demanda de água outorgada para abastecimento humano; 22.Fração da demanda de água outorgada para irrigação; 23.Fração da demanda de água outorgada para abastecimento rural (exceto irrigação); 24.Índice de atendimento urbano de água; 25.Fração de perdas na distribuição da água.
Gestão das cidades em relação a água (7 indicadores)	26.Percentual da coleta de esgoto no município; 27.Despesa <i>per capita</i> com saúde; 28.Transferências de recursos correntes por habitante; 29.Despesa <i>per capita</i> com saneamento; 30.Despesa <i>per capita</i> com gestão ambiental; 31.Existência de aterro sanitário no município ou fase de discussão/implementação; 32.Fração da população atendida pela coleta de lixo do município.
Impactos sociais, econômicos e ambientais (5 indicadores)	33. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal; 34.Doenças transmitidas por veiculação hídrica; 35.PIB <i>per capita</i> ; 36.Susceptibilidade à desertificação; 37.Índice de aridez.
Preservação ambiental (3 indicadores)	38.IDEB – Índice de Desenvolvimento da Educação Básica - 4ª série / 5º ano; 39.Existência de matas ciliares; 40.Existência de reserva legal

Quadro 2– Dimensões e Indicadores do Modelo
Fonte: Elaboração própria, 2013.

Na **3ª etapa** foram coletados os dados secundários e primários do modelo levando em consideração a característica intrínseca de cada indicador, cuja objetividade (capacidade de mensuração), comparação e ausência de redundância.

Durante a **4ª etapa** procurou-se identificar informações atípicas (*outliers*⁹) na distribuição dos dados que supostamente poderiam interferir nas análises das etapas subsequentes.

Na **5ª etapa** foi feita a escolha dos especialistas para a pesquisa primária¹⁰, ou seja, o público-alvo que deveria atribuir o grau de importância dos indicadores do mo-

⁹ As informações relacionadas à identificação do comportamento dos indicadores (tabelas e gráficos) se encontram com o autor. Optou-se por excluir essas informações em razão da limitação do espaço.

¹⁰ Realizada no mês de abril de 2013.

delo. Utilizou-se a estratégia de buscar a opinião de vários especialistas para a atribuição dos pesos dos indicadores, uma vez que a pesquisa apresenta característica multidecisor. Assim, procurou minimizar a subjetividade existente quando se adota apenas um decisor (analista). Dessa forma, foi considerado que a opinião de vários especialistas acerca da importância do (s) indicador (es) do modelo proporciona um resultado mais alinhado a realidade local, posto que os escolhidos tinham o perfil de serem pesquisadores que atuam direta ou indiretamente na área de recursos hídricos. Assim, para cada indicador o especialista atribuía uma nota dentro de uma escala de 6 pontos, onde 0 = sem opinião formada; 1 correspondia a nenhuma importância do indicador; 2 = baixa importância; 3 = média importância; 4 = alta importância; 5 = muito alta a importância.

O critério de amostragem utilizado foi por acessibilidade e retorno das respostas. Para tanto, foi utilizado o questionário *on-line* (*Google Docs*[®]), enviado para os especialistas pertencentes às seguintes instituições: Professores da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) que participam Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais e do Programa de Pós-Graduação de Engenharia Civil e Ambiental no ano de 2013. Também foi utilizado o questionário impresso, que foi entregue pessoalmente aos especialistas do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba (CBH-PB), Departamento Nacional de Obras contra a Seca (DNOCS) e Agência Executiva das Águas do Estado da Paraíba (AESA) durante reunião extraordinária do respectivo comitê que aconteceu no dia 13 de abril de 2013. Observe a tabela 2.

TABELA 2 – AMOSTRA DO ESTUDO (ESPECIALISTAS)

INSTITUIÇÃO VINCULADA	FREQUÊNCIA	%
Universidade Federal de Campina Grande	13	38,24
Representante do Comitê de Bacia Hidrográfica (Rio Paraíba)	12	35,29
Departamento Nacional de Obras Contra a Seca	3	8,82
Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba	2	5,88
Instituto Federal da Paraíba (membro do CBH-PB)	2	5,88
Universidade Federal da Paraíba (membro do CBH-PB)	1	2,94
Empresa de Engenharia Hidrelétrica (participante do CBH-PB)	1	2,94
Total	34	100

Fonte: Dados da pesquisa, 2013.

Antes da aplicação final da pesquisa foi feito um pré-teste com sete especialistas de modo que fosse possível identificar fragilidades do instrumento. De posse de tais respostas foram feitas as ponderações e ajustes devidos para só assim realizar a pesquisa de opinião. Após isso foi aplicado o teste de consistência interna das variáveis do questionário por meio do Coeficiente *Alpha* de *Cronbach*.

De posse da tabulação dos dados atribuída pelos especialistas foi definido os critérios para normalização dos pesos dos indicadores que foram utilizados na análise multicriterial. Observe a tabela 3.

TABELA 3 – CRITÉRIOS PARA NORMALIZAÇÃO DOS INDICADORES DO MODELO

ESCALA	NOMENCLATURA	PESO NORMALIZADO
0	Sem opinião	0,00
1	Nenhum	0,00
2	Baixo	0,25
3	Médio	0,50
4	Alto	0,75
5	Muito Alto	1,00

Fonte: Elaboração própria, 2013.

Concluída a fase da pesquisa primária, procedeu-se a **6ª etapa** na qual foi feita a escolha dos parâmetros e das funções de preferência utilizadas no Método PROMETHEE II:

- Função tipo I (usual): utilizada para os indicadores 1, 2, 4, 5, 8, 11, 12, 13, 14, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 30, 31, 32, 33, 36, 37, 38, 39 e 40
- Função tipo II (U-Shape): utilizada para os indicadores 3 e 7.
- Tipo IV (Nível, escada): utilizada para os indicadores 15 e 16
- Tipo V (Linear): utilizada para os indicadores 26, 27, 28, 29, 34 e 35.

Essa etapa resultou em 34 simulações, ou seja, para cada especialista foi gerada uma simulação. Após o resultado obtido no PROMETHEE II foram elaboradas 34 matrizes, obtidas a partir das comparações paritárias do IMGRH (Índice Multicriterial da Gestão dos Recursos Hídricos) com cada um dos municípios, de modo a encontrar a ordenação multidecisor.

Após as simulações e obtenção de respectivo desempenho dos municípios segundo cada uma das opiniões dos especialistas procedeu-se a 7ª etapa que consistiu na ordenação final dos municípios através do Método COPELAND, considerando as comparações que foram feitas após a aplicação do PROMETHEE II. Nesta etapa foram construídas 19 matrizes de comparações paritárias entre os municípios e posteriormente a matriz final que apresenta o ranking final dos municípios.

O método de COPELAND foi escolhido para o estudo em detrimento do método fornecer sempre uma resposta (ao contrário do método de Condorcet) e, apesar de não eliminar, consegue reduzir bastante a influência de alternativas irrelevantes. Esse método pode ser considerado um compromisso entre as filosofias opostas de Borda e Condorcet, reunindo, dentro do possível, as vantagens dos dois e, por isso, foi a abordagem escolhida para o trabalho (GOMES JÚNIOR *et al.* 2008).

Finalmente a **8ª etapa** consistiu na análise dos resultados e considerações finais do estudo.

Para dar suporte à construção metodológica foram utilizados os seguintes softwares: SPSS (*Statistical Package for Social Science*) versão 8.0; *Visual PROMETHEE*, versão 1.3; Microsoft Excel e Microsoft Word da IBM 2008.

3.3 RECORTE GEOGRÁFICO E TEMPORAL DO ESTUDO

A aplicação para testar a viabilidade do modelo foi feita nos municípios localizados na sub-bacia hidrográfica do médio curso do rio Paraíba (19 municípios) durante o ano de 2013.

Essa região abrange dezenove municípios: Alcantil, Aroeiras, Barra de Santana, Barra de São Miguel, Boa Vista, Boqueirão, Campina Grande, Caturité, Fagundes, Gado Bravo, Itatuba, Montadas, Natuba, Pocinhos, Puxinanã, Queimadas, Riacho de Santo Antônio, Santa Cecília e Umbuzeiro.



Figura 6 – Localização das Sub-bacias do Rio Paraíba, Estado da Paraíba.
Fonte: GEOPORTAL AESA, 2013.

Esta região foi escolhida (figura 3) por fazer parte da região de maior relevância socioeconômica no estado da Paraíba (a Bacia do rio Paraíba) e ainda por ser uma região que está contemplada no Projeto de Transposição das Águas do Rio São Francisco (PISF), o que supostamente aumentará a oferta e demanda hídrica da região. Portanto, necessitará de adoção de políticas de gestão mais eficazes e condizentes com as necessidades locais, sejam elas no contexto social, ambiental ou econômico.

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

seguir são apresentados e discutidos os resultados da pesquisa obtidos a partir das etapas descritas na metodologia.

4.1 TESTE DE CONSISTÊNCIA INTERNA DO QUESTIONÁRIO DE PESQUISA – GRAU DE IMPORTÂNCIA DOS INDICADORES

O grau de importância dos indicadores foi avaliado através do teste de consistência interna das variáveis, segundo a opinião dos especialistas, por meio do Coeficiente *Alpha* de *Cronbach*. Esse coeficiente mede a consistência interna baseada na correlação média entre as variáveis, sendo considerado o método mais comum para análise da confiabilidade dos dados, cuja ideia principal é que os indicadores individuais devam medir o mesmo constructo e serem intercorrelacionados. O valor assumido do α está entre 0 e 1, e quanto e quanto mais próximo de 1 estiver seu valor, maior a fidedignidade das variáveis do constructo, sendo admitido 0,7 como mínimo ideal.

TABELA 4 – TESTE *ALPHA* DE *CRONBACH'S*

<i>CRONBACH'S ALPHA</i>	Nº DE VARIÁVEIS AVALIADAS
0,969	40

Fonte: Dados da pesquisa, 2013.

Assim, o $\alpha = 0,969$, denota que o questionário a partir das opiniões dos participantes da pesquisa apresenta boa consistência interna, conforme tabela 4.

4.2 MODELO MULTICRITÉRIO PARA CLASSIFICAÇÃO DO DESEMPENHO DOS MUNICÍPIOS EM RELAÇÃO À GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Para apoiar a gestão dos recursos hídricos dos municípios em estudo foram utilizadas informações quantitativas e qualitativas das cidades levando-se em consideração as dimensões e os indicadores propostos. Com base nisso e considerando as 34 opiniões atribuídas aos pesos dos indicadores propostos, foram realizadas as devidas simulações com apoio do Programa Computacional *Visual PROMETHEE*® para cada opinião, uma vez que cada especialista atribuiu pesos diferenciados aos indicadores, de modo que fosse possível identificar o *ranking* parcial da situação dos municípios.

De acordo com os resultados obtidos nas 34 opiniões dos decisores é possível observar diferentes opiniões e conseqüentemente as posições no *ranking* de gestão dos recursos hídricos dos municípios, conforme os cenários comparativos que são descritos a seguir.

4.2.1 CENÁRIOS DOS DECISORES 1 A 10

A síntese dos 10 primeiros cenários dos decisores (tabela 5) demonstra a situação do comportamento dos municípios, ou seja, evidencia as oscilações existentes entre as

posições considerando os 40 indicadores do modelo. Como se percebe Campina Grande se destaca em 1º lugar no *ranking* em sete simulações das dez realizadas e em 2º lugar em três simulações. Boqueirão permanece em 1º lugar em três simulações, em 2º e 3º lugar em três simulações respectivamente.

TABELA 5 – RANKING DO DESEMPENHO DOS MUNICÍPIOS SEGUNDO A PERCEPÇÃO DOS DECISORES 1 A 10¹¹

Desempenho dos Municípios Avaliados	Decisor 1	Decisor 2	Decisor 3	Decisor 4	Decisor 5	Decisor 6	Decisor 7	Decisor 8	Decisor 9	Decisor 10		
	IMGRH Pos.	IMGRH Pos.										
Alcantil	-0,17	18 ^a	-0,065	13 ^a	-0,1121	16 ^a	-0,1137	14 ^a	-0,1422	18 ^a	-0,1482	18 ^a
Aroeiras	0,00	8 ^a	0,014	7 ^a	-0,0561	14 ^a	-0,0641	13 ^a	-0,1563	17 ^a	0,0086	8 ^a
Barra de Santana	-0,09	14 ^a	-0,0363	10 ^a	-0,0513	13 ^a	-0,0895	15 ^a	-0,1317	16 ^a	-0,0544	13 ^a
Barra de São Miguel	0,14	4 ^a	0,1088	3 ^a	0,1251	4 ^a	0,1287	4 ^a	0,1536	4 ^a	0,1258	4 ^a
Boa Vista	-0,02	11 ^a	-0,074	14 ^a	-0,0386	12 ^a	0,0131	9 ^a	-0,0168	11 ^a	-0,0343	12 ^a
Boqueirão	0,26	1 ^a	0,319	1 ^a	0,1306	3 ^a	0,1297	3 ^a	0,1188	5 ^a	0,1762	1 ^a
Campina Grande	0,23	2 ^a	0,2529	2 ^a	0,211	1 ^a	0,2297	1 ^a	0,3532	1 ^a	0,1712	2 ^a
Caturité	-0,12	15 ^a	-0,0877	15 ^a	-0,0251	10 ^a	-0,0149	12 ^a	0,0478	7 ^a	-0,0589	14 ^a
Fagundes	0,01	7 ^a	0,0768	6 ^a	0,0323	7 ^a	0,0391	8 ^a	0,0138	9 ^a	0,032	7 ^a
Gado Bravo	-0,20	19 ^a	-0,1583	18 ^a	-0,1605	18 ^a	-0,2077	19 ^a	-0,2073	18 ^a	-0,1628	19 ^a
Itatuba	0,16	3 ^a	-0,041	11 ^a	0,0561	6 ^a	0,0915	5 ^a	-0,0195	12 ^a	0,1349	3 ^a
Montadas	-0,01	9 ^a	-0,0324	9 ^a	-0,0319	11 ^a	-0,0017	10 ^a	0,0513	6 ^a	-0,0275	10 ^a
Natuba	-0,02	10 ^a	-0,0467	12 ^a	-0,0691	15 ^a	-0,0752	14 ^a	-0,1086	13 ^a	-0,0691	15 ^a
Pocinhos	-0,03	12 ^a	-0,0963	16 ^a	0,0236	8 ^a	0,0537	7 ^a	0,033	8 ^a	-0,0087	9 ^a
Puxinanã	0,10	6 ^a	0,1087	4 ^a	0,0809	5 ^a	0,0723	6 ^a	0,1569	3 ^a	0,0757	6 ^a
Queimadas	-0,05	13 ^a	-0,0162	8 ^a	0,0149	9 ^a	-0,0105	11 ^a	-0,0086	10 ^a	-0,0284	11 ^a
Riacho de Santo Antônio	0,12	5 ^a	0,1084	5 ^a	0,1709	2 ^a	0,1866	2 ^a	0,1738	2 ^a	0,1251	5 ^a
Santa Cecília	-0,16	17 ^a	-0,1778	19 ^a	-0,1394	17 ^a	-0,1539	17 ^a	-0,1295	15 ^a	-0,1244	16 ^a
Umbuzeiro	-0,14	16 ^a	-0,1569	17 ^a	-0,1614	19 ^a	-0,1772	18 ^a	-0,2102	19 ^a	-0,1389	17 ^a

Fonte: Elaboração própria, 2013.

Alcantil fica em 16ª posição em quatro simulações, 18ª em três. Aroeiras apresentou grande heterogeneidade nas simulações: 7ª, 15ª e 17ª posições todas em uma simulação, 8ª posição em três simulações, 13ª e 14ª posições ambas em duas simulações. Barra de Santana oscilou entre as seguintes posições: 10ª posição (uma simulação), 12ª (uma), 13ª (duas), 14ª (uma), 15ª (quatro) e 16ª posição (uma).

Já Boa Vista oscilou entre as posições 11ª (cinco simulações), 12ª (duas), 14ª (uma), 9ª (uma), 8ª (uma). No município de Caturité também não houve homogeneidade, visto que, 7ª (uma simulação), 10ª (uma), 12ª (duas), 13ª (uma), 14ª (três) e 15ª posição (duas). Fagundes apresentou homogeneidade em 7 simulações nesta fase, ficando na 7ª posição. Gado Bravo, por sua vez, apresentou a última posição no *ranking* (19ª) em sete simulações e na 18ª posição em três simulações. Itatuba se posicionou em 6ª posição (quatro simulações), 2ª (uma), 3ª (duas), 5ª (uma), 11ª (uma), 12ª (uma). Montadas 10ª posição (seis), 9ª (duas), 9ª (duas), 11ª (uma) e 6ª (uma). Natuba 13ª (três), 10ª (uma), 12ª (duas), 14ª (duas), 15ª (duas). Pocinhos em três simulações apresenta a 8ª e 9ª posição no

11 Por questão de estética as simulações foram analisadas em 4 etapas: decisores 1 a 10 – simulação 1; decisores 11 a 20 – simulação 2; decisores 21 a 30 – simulação 3; e decisores 31 a 34 simulação 4.

ranking respectivamente. Puxinanã em oito simulações fica alternando as posições 5 e 6 no *ranking*. Queimadas obteve muita variação nas simulações.

4.2.2 CENÁRIOS DOS DECISORES 11 A 20

A síntese dos cenários 11 a 20 dos decisores (tabela 6) confirma a situação do comportamento dos municípios, sinalizando os movimentos existentes. Todo esse cenário retrata uma homogeneidade absoluta de Campina Grande quando fica em 1º lugar no *ranking* nas dez simulações. Boqueirão permanece em 1º lugar em seis simulações, em 3º lugar em uma simulação e em três na 4ª colocação.

Nas dez simulações sete municípios apresentaram maior variabilidade dentre eles: Alcantil (11ª, 15ª, 17ª, 17ª, 18ª e 19ª), Aroeiras (10ª, 11ª, 12ª, 13ª, 14ª e 15ª), Boa Vista (8ª, 9ª, 10ª, 11ª, 12ª e 13ª), Caturité (11ª, 13ª, 14ª, 15ª e 16ª), Itatuba (2ª, 3ª, 4ª, 5ª e 6ª) Natuba (9ª, 11ª, 12ª, 13ª, 14ª, 15ª e 16ª) Pocinhos (8ª, 9ª, 10ª, 11ª, 12ª e 14ª) e Queimadas (7ª, 8ª, 9ª, 11ª e 12ª) que permutaram entre cinco, seis ou sete posições.

TABELA 6 – RANKING DO DESEMPENHO DOS MUNICÍPIOS SEGUNDO A PERCEPÇÃO DOS DECISORES 11 A 20

Desempenho dos Municípios Avaliados	Decisor 11	Decisor 12	Decisor 13	Decisor 14	Decisor 15	Decisor 16	Decisor 17	Decisor 18	Decisor 19	Decisor 20		
	IMGRH Pos.	IMGRH Pos.										
Alcantil	-0,1305	17 ^a	-0,1768	18 ^a	-0,0577	11 ^a	-0,118	16 ^a	-0,1928	19 ^a	-0,0996	16 ^a
Aroeiras	-0,0252	12 ^a	-0,0003	11 ^a	-0,0804	15 ^a	-0,0311	10 ^a	-0,0729	14 ^a	-0,071	14 ^a
Barra de Santana	-0,0889	15 ^a	-0,084	14 ^a	-0,0578	12 ^a	-0,0826	15 ^a	-0,0844	15 ^a	-0,0657	12 ^a
Barra de São Miguel	0,1293	4 ^a	0,166	2 ^a	0,0841	5 ^a	0,135	5 ^a	0,1498	2 ^a	0,1182	4 ^a
Boa Vista	-0,0235	10 ^a	0,0191	9 ^a	-0,0083	9 ^a	-0,0314	11 ^a	-0,0542	13 ^a	-0,0073	9 ^a
Boqueirão	0,1656	2 ^a	0,1256	4 ^a	0,262	2 ^a	0,1981	2 ^a	0,1231	3 ^a	0,1883	2 ^a
Campina Grande	0,2118	1 ^a	0,1691	1 ^a	0,3159	1 ^a	0,2123	1 ^a	0,2084	1 ^a	0,2942	1 ^a
Caturité	-0,0682	13 ^a	-0,0879	15 ^a	-0,0727	13 ^a	-0,0819	14 ^a	-0,0368	11 ^a	-0,0699	13 ^a
Fagundes	0,032	7 ^a	0,0584	6 ^a	0,0093	8 ^a	0,0316	7 ^a	0,1154	7 ^a	0,0357	7 ^a
Gado Bravo	-0,1859	19 ^a	-0,1853	19 ^a	-0,1615	19 ^a	-0,1885	19 ^a	-0,1625	16 ^a	-0,1589	18 ^a
Itatuba	0,1351	3 ^a	0,1183	5 ^a	0,0491	6 ^a	0,1633	3 ^a	0,1179	5 ^a	0,0793	6 ^a
Montadas	-0,0252	11 ^a	0,0067	10 ^a	-0,0449	10 ^a	-0,0297	9 ^a	0,0279	8 ^a	-0,0229	10 ^a
Natuba	-0,0704	14 ^a	-0,0432	13 ^a	-0,088	16 ^a	-0,0693	13 ^a	-0,0408	12 ^a	-0,0713	15 ^a
Pocinhos	0,0026	8 ^a	0,031	8 ^a	-0,0759	14 ^a	-0,0338	12 ^a	0,0073	10 ^a	-0,0633	11 ^a
Puxinanã	0,079	6 ^a	0,032	7 ^a	0,0859	4 ^a	0,0879	6 ^a	0,12	4 ^a	0,0819	5 ^a
Queimadas	-0,0039	9 ^a	-0,0239	12 ^a	0,0191	7 ^a	-0,0262	8 ^a	0,0087	9 ^a	0,0041	8 ^a
Riacho de Santo Antônio	0,1202	5 ^a	0,1472	3 ^a	0,1252	3 ^a	0,1391	4 ^a	0,1178	6 ^a	0,136	3 ^a
Santa Cecília	-0,115	16 ^a	-0,1493	17 ^a	-0,1552	18 ^a	-0,1311	17 ^a	-0,177	18 ^a	-0,1641	19 ^a
Umbuzeiro	-0,1389	18 ^a	-0,1226	16 ^a	-0,1482	17 ^a	-0,1435	18 ^a	-0,175	17 ^a	-0,1439	17 ^a

Fonte: Elaboração própria, 2013.

Como se observa em todas as simulações até aqui apresentadas ocorrem situações diferenciadas e que retrata as mudanças nos parâmetros de análise definidos segundo a percepção diferenciada dos vários especialistas que se propuseram a opinar acerca da importância de cada um dos indicadores do modelo.

4.2.3 CENÁRIOS DOS DECISORES 21 A 30

Verifica-se na síntese exposta (tabela 7) que Campina Grande se destaca em 1º lugar no *ranking*, sendo desta vez em oito simulações das dez realizadas e em 2º lugar e 3º lugar nas demais simulações. Boqueirão obteve uma variação maior entre as posições, já que em quatro fica em 2º lugar em apenas quatro simulações, em 3º em duas, em 4º também em duas, no 5º lugar e 8º, ambos com uma simulação.

Os municípios de Barra de São Miguel, Gado Bravo e Puxinanã se apresentam com pouca variação nas suas posições. Houve apenas permuta entre três posições, sendo: Barra de São Miguel no 3º lugar em três simulações, em 4º em seis e uma em 2º lugar; Gado Bravo alternou ficou alternando entre as duas últimas colocações; e Puxinanã alternou em três posições (5º, 6º e 7º lugares).

TABELA 7 – RANKING DO DESEMPENHO DOS MUNICÍPIOS SEGUNDO A PERCEPÇÃO DOS DECISORES 21 A 30

Desempenho dos Municípios Avaliados	Decisor 21		Decisor 22		Decisor 23		Decisor 24		Decisor 25		Decisor 26		Decisor 27		Decisor 28		Decisor 29		Decisor 30	
	IMGRH	Pos.																		
Alcantil	-0,2371	18º	-0,2144	19º	-0,0868	15º	-0,1737	18º	-0,1665	18º	-0,113	16º	-0,1154	16º	-0,1541	18º	-0,1176	15º	-0,0693	12º
Aroeiras	-0,0514	13º	-0,0666	13º	-0,0607	14º	-0,0306	12º	-0,0639	12º	-0,032	9º	-0,1061	15º	-0,0353	12º	-0,0705	13º	-0,0792	13º
Barra de Santana	-0,1153	15º	-0,092	14º	-0,0888	16º	-0,0837	14º	-0,0976	14º	-0,0721	14º	-0,0122	8º	-0,134	17º	-0,1247	16º	-0,083	14º
Barra de São Miguel	0,1731	3º	0,1281	4º	0,1027	4º	0,1644	2º	0,1618	3º	0,1242	4º	0,1795	4º	0,1569	4º	0,1724	3º	0,1267	4º
Boa Vista	0,0651	8º	-0,0452	12º	-0,0215	9º	-0,0056	10º	-0,016	11º	-0,0361	11º	-0,0209	10º	0,0198	8º	0,0313	8º	-0,0941	15º
Boqueirão	0,1564	4º	0,0574	8º	0,2448	2º	0,1633	3º	0,212	2º	0,183	2º	0,2237	3º	0,134	5º	0,1647	4º	0,2003	2º
Campina Grande	0,2411	1º	0,2128	1º	0,2816	1º	0,2509	1º	0,2463	1º	0,2338	1º	0,2358	2º	0,1602	3º	0,2283	1º	0,2435	1º
Caturité	-0,078	14º	-0,0221	11º	-0,0527	13º	-0,1185	15º	-0,1239	15º	-0,0648	13º	-0,0695	13º	-0,0772	13º	-0,0613	12º	-0,0592	11º
Fagundes	-0,0259	12º	0,1298	3º	-0,0119	7º	0,0626	7º	0,0587	7º	0,0563	7º	0,086	6º	0	10º	0,0442	7º	0,1149	5º
Gado Bravo	-0,2734	19º	-0,165	18º	-0,2044	19º	-0,1958	19º	-0,1955	19º	-0,167	19º	-0,2178	18º	-0,1985	19º	-0,2325	19º	-0,1604	18º
Itatuba	0,098	6º	0,1277	5º	0,0843	6º	0,1175	5º	0,1321	5º	0,1368	3º	0,0705	7º	0,1715	2º	0,1143	5º	0,1034	6º
Montadas	0,0184	10º	0,0661	7º	-0,0171	8º	-0,0049	9º	0,0042	9º	-0,0325	10º	-0,0129	9º	0,0158	9º	-0,0031	11º	0,0009	8º
Natuba	-0,0006	11º	-0,1382	16º	-0,0236	10º	-0,0818	13º	-0,0956	13º	-0,073	15º	-0,0922	14º	-0,1214	15º	-0,1	14º	-0,0444	10º
Pocinhos	0,0953	7º	0,0188	9º	-0,0361	12º	-0,0126	11º	0,0087	8º	-0,0421	12º	-0,0681	12º	0,0745	6º	0,0215	9º	-0,1449	17º
Puxinanã	0,1307	5º	0,1098	6º	0,0874	5º	0,105	6º	0,0996	6º	0,0762	6º	0,1769	5º	0,0559	7º	0,0826	6º	0,0868	7º
Queimadas	0,0388	9º	0,0025	10º	-0,0281	11º	0,0144	8º	-0,0009	10º	-0,0075	8º	-0,0455	11º	-0,023	11º	0,0031	10º	-0,0336	9º
Riacho de Santo Antônio	0,1733	2º	0,1848	2º	0,1567	3º	0,1536	4º	0,1606	4º	0,1102	5º	0,2776	1º	0,1812	1º	0,1917	2º	0,1937	3º
Santa Cecília	-0,237	17º	-0,1336	15º	-0,1625	17º	-0,171	17º	-0,1636	17º	-0,1329	17º	-0,3004	19º	-0,0965	14º	-0,1642	17º	-0,1259	16º
Umbuzeiro	-0,1715	16º	-0,1606	17º	-0,1632	18º	-0,1535	16º	-0,1605	16º	-0,1475	18º	-0,1892	17º	-0,1298	16º	-0,1802	18º	-0,1761	19º

Fonte: Elaboração própria, 2013.

Alcantil ficou em 12ª e 19ª posição ambas em uma simulação, 15ª e 16ª ambas em duas, 18ª em quatro. Aroeiras apresentou variação em cinco posições (9ª, 12ª, 13ª, 14ª e 15ª). Barra de Santana oscilou entre as seguintes posições: 8ª posição (uma simulação), 14ª (cinco), 15ª (uma), 16ª (duas) e 17ª posição (uma).

Já Boa Vista oscilou entre seis posições: 8ª (três simulações), 9ª (uma), 10ª (duas), 11ª (duas), 12ª (uma) e 15ª (uma). No município de Caturité também não houve homogeneidade, visto que, 11ª (duas simulações), 12ª (uma), 13ª (quatro), 14ª (uma) e 15ª posição (duas). Fagundes alternou entre seis posições. Itatuba se posicionou em 2ª, 3ª e

7ª posições (uma simulação cada), 6ª posição (três simulações) e 5ª (quatro). Montadas 8ª posição (duas), 9ª (quatro), 7ª e 11ª (uma simulação cada) e 10ª (três). Pocinhos em cinco simulações apresenta a 6ª, 7ª, 8ª, 11ª e 17ª posição no *ranking* respectivamente. Queimadas oscilou entre quatro posições (8ª, 9ª, 10ª e 11ª).

No tocante a Riacho de Santo Antônio variou entre as posições 1, 2, 3, 4 e 5 no *ranking*. Finalmente, Santa Cecília alternou entre as posições 14ª, 15ª, 16ª, 17ª e 19ª e Umbuzeiro em quatro posições em relação a todas as simulações.

4.2.4 CENÁRIOS DOS DECISORES 31 A 34

De acordo com a tabela 8, Alcantil e Natuba ficaram na mesma posição. Aroeiras, Barra de Santana, Caturité, Itatuba, Pocinhos, Queimadas, Santa Cecília e Umbuzeiro ficam em posições iguais em dois cenários. Já com posições iguais em três cenários podem ser encontrados os municípios de Barra de São Miguel, Boqueirão, Campina Grande, Fagundes, Gado Bravo, Montadas, Puxinanã e Riacho de Santo Antônio.

TABELA 8 – RANKING DO DESEMPENHO DOS MUNICÍPIOS SEGUNDO A PERCEPÇÃO DOS DECISORES 31 A 34

Desempenho dos Municípios Avaliados	Decisor 31		Decisor 32		Decisor 33		Decisor 34	
	IMGRH	Pos.	IMGRH	Pos.	IMGRH	Pos.	IMGRH	Pos.
Alcantil	-0,1486	16º	-0,1162	16º	-0,1158	16º	-0,1282	16º
Aroeiras	-0,0508	11º	-0,0285	11º	-0,013	8º	-0,0244	9º
Barra de Santana	-0,1501	17º	-0,0783	14º	-0,0738	14º	-0,0789	15º
Barra de São Miguel	0,2089	2º	0,1259	4º	0,1247	4º	0,1243	4º
Boa Vista	-0,0456	10º	-0,0266	9º	-0,0379	11º	-0,0325	12º
Boqueirão	0,2025	3º	0,2377	2º	0,215	2º	0,2035	2º
Campina Grande	0,1377	6º	0,2584	1º	0,2507	1º	0,2339	1º
Caturité	-0,1475	15º	-0,0751	13º	-0,0936	15º	-0,077	14º
Fagundes	0,1779	4º	0,0313	7º	0,0492	7º	0,0434	7º
Gado Bravo	-0,1273	13º	-0,1899	19º	-0,1692	19º	-0,185	19º
Itatuba	0,2782	1º	0,1168	5º	0,1314	3º	0,1343	3º
Montadas	0,0876	7º	-0,0275	10º	-0,0295	10º	-0,0261	10º
Natuba	-0,1943	18º	-0,082	15º	-0,0445	12º	-0,0665	13º
Pocinhos	-0,0662	12º	-0,0451	12º	-0,0699	13º	-0,0283	11º
Puxinanã	0,0786	8º	0,0951	6º	0,0727	6º	0,0896	6º
Queimadas	-0,0394	9º	-0,0228	8º	-0,0265	9º	-0,011	8º
Riacho de Santo Antônio	0,1381	5º	0,1311	3º	0,111	5º	0,1156	5º
Santa Cecília	-0,1372	14º	-0,1533	18º	-0,1403	17º	-0,1428	17º
Umbuzeiro	-0,2024	19º	-0,151	17º	-0,1407	18º	-0,1438	18º

Fonte: Elaboração própria, 2013.

Como se nota, as posições foram divergentes, o que já era previsível. Essa cenário culminou na adoção do método de ordenação multidecisor de COPELAND para finalmente obter o ranking das cidades em melhor e pior situação em relação à gestão dos recursos hídricos, conforme descrito na seção a seguir.

4.3 MÉTODO MULTIDECISOR DE ORDENAÇÃO DE COPELAND

Com a aplicação do método PROMETHEE II foi possível ordenar alternativas sob as preferências individuais de cada elemento de um grupo de decisores. Dessa forma, se buscou agregar essas informações em uma ordenação única, que representa as preferências do grupo.

A tabela 9 apresenta a matriz elaborada a partir dos resultados da aplicação do PROMETHEE II que será base para a agregação final dos municípios, de modo a considerar todas as opiniões diferenciadas em relação ao peso das variáveis.

TABELA 9 – MATRIZ DE DADOS DE ORDENAÇÃO COM 34 DECISORES E 19 CIDADES

MATRIZ DE DADOS ORDENAÇÕES COM 34 DECISORES / 19 CIDADES (Posições parciais)																			
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19
D1	18	8	14	4	11	1	2	15	7	19	3	9	10	12	6	13	5	17	16
D2	13	7	10	3	14	1	2	15	6	18	11	9	12	16	4	8	5	19	17
D3	16	14	13	4	12	3	1	10	7	18	6	11	15	8	5	9	2	17	19
D4	16	13	15	4	9	3	1	12	8	19	5	10	14	7	6	11	2	17	18
D5	14	17	16	3	9	4	1	6	8	18	11	5	13	7	2	10	12	15	19
D6	18	3	13	4	12	1	2	14	7	19	3	10	15	9	6	11	5	16	17
D7	17	13	15	4	11	2	1	14	7	19	6	10	12	9	5	8	3	16	18
D8	16	14	15	4	11	2	1	12	5	19	7	10	13	8	6	9	3	17	18
D9	16	15	12	4	8	2	1	13	7	19	6	10	14	11	5	9	3	18	17
D10	18	8	15	4	11	3	1	14	7	19	2	10	13	9	6	12	5	17	16
D11	17	11	15	4	10	2	1	13	7	19	3	12	14	8	6	9	5	16	18
D12	18	11	14	2	9	4	1	15	6	19	5	10	13	8	7	12	3	17	16
D13	11	15	12	5	9	2	1	13	8	19	6	10	16	14	4	7	3	18	17
D14	16	10	15	5	11	2	1	14	7	19	3	9	13	12	6	8	4	17	18
D15	19	14	15	2	13	3	1	11	7	16	5	8	12	10	4	9	6	18	17
D16	16	14	12	4	9	2	1	13	7	18	6	10	15	11	5	8	3	19	17
D17	17	12	15	2	8	4	1	14	6	19	5	10	13	9	7	11	3	16	18
D18	17	13	12	5	9	2	1	15	7	18	4	10	11	14	6	8	3	19	16
D19	15	10	13	3	12	4	1	16	7	19	2	8	9	14	6	11	5	17	18
D20	16	10	13	4	9	2	1	14	7	19	5	11	15	12	6	8	3	18	17
D21	18	13	15	3	8	4	1	14	12	19	6	10	11	7	5	9	2	17	16
D22	19	13	14	4	12	8	1	11	3	18	5	7	16	9	6	10	2	15	17
D23	15	14	16	4	9	2	1	13	7	19	6	8	10	12	5	11	3	17	18
D24	18	12	14	2	10	3	1	15	7	19	5	9	13	11	6	8	4	17	16
D25	18	12	14	3	11	2	1	15	7	19	5	9	13	8	6	10	4	17	16
D26	16	9	14	4	11	2	1	13	7	19	3	10	15	12	6	8	5	17	18
D27	16	15	8	4	10	3	2	13	6	18	7	9	14	12	5	11	1	19	17
D28	18	12	17	4	8	5	3	13	10	19	2	9	15	6	7	11	1	14	16
D29	15	13	16	3	8	4	1	12	7	19	5	11	14	9	6	10	2	17	18
D30	12	13	14	4	15	2	1	11	5	18	6	8	10	17	7	9	3	16	19
D31	16	11	17	2	10	3	6	15	4	13	1	7	18	12	8	9	5	14	19
D32	16	11	14	4	9	2	1	13	7	19	5	10	15	12	6	8	3	18	17
D33	16	8	14	4	11	2	1	15	7	19	3	10	12	13	6	9	5	17	18
D34	16	9	15	4	12	2	1	14	7	19	3	10	13	11	6	8	5	17	18

Legenda: C – Alcantil, C2 – Aroeiras, C3 – Barra de Santana, C4 – Barra de São Miguel, C5 – Boa Vista, C6 – Boqueirão, C7 – Campina Grande, C8 – Caturité, C9 – Fagundes, C10 – Gado Bravo, C11 – Itatuba, C12 – Montadas, C13 – Natuba, C14 – Pocinhos, C15 – Puxinanã, C16 – Queimadas, C17 – Riacho de Santo Antônio, C18 – Santa Cecília, C19 – Umbuzeiro; D1 a D34 refere-se aos decisores 1 a 34. Fonte: Elaboração própria, 2013.

Os resultados obtidos através das análises de todos os indicadores do modelo indicadores que culminaram na elaboração da matriz de CONDORCET e Ordenação de COPELAND (tabela 10) ¹².

Essa estratégia foi adotada em detrimento posições diferentes obtidas em relação a posição das cidades, o que inviabiliza a definição da classificação final.

TABELA 10 – MATRIZ DE CONDORCET E ORDENAÇÃO COPELAND

		MATRIZ DE CONDORCET / COPELAND																		VITÓRIAS	
M		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18		C19
A	Alcantil (C1)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3
T	Aroeiras (C2)	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	7
R	Barra de Santana (C3)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
I	Barra de São Miguel (C4)	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	15
Z	Boa Vista (C5)	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	10
O	Boqueirão (C6)	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17
C	Campina Grande (C7)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18
P	Caturité (C8)	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	6
O	Fagundes (C9)	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	12
C	Gado Bravo (C10)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P	Itatuba (C11)	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	14
O	Montadas (C12)	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	10
N	Natuba (C13)	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	5
L	Pocinhos (C14)	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	8
D	Puxinanã(C15)	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	13
R	Queimadas (C16)	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	11
C	R. S. Antônio (C17)	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16
E	Santa Cecília (C18)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
T	Umbuzeiro (C19)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Σ C	15	11	14	3	9	2	1	12	6	17	4	8	13	9	6	7	2	16	17	
		DERROTAS																			
	Linhas - Colunas	-12	-4	-10	12	1	15	17	-6	6	-17	10	2	-8	-1	7	4	14	-14	-16	
	Ordenação de Copeland	16º	12º	15º	4º	10º	2º	1º	13º	7º	19º	5º	9º	14º	11º	6º	8º	3º	17º	18º	

Fonte: Dados da pesquisa, 2103.

Assim, **Campina Grande** foi o município de melhor desempenho em relação à gestão dos recursos hídricos. Esse resultado aponta que, por se tratar de um município onde há maior montante de recursos financeiros, maior concentração populacional e maior estrutura urbana, há um cenário favorável quando se compara com as demais cidades. Esse município totalizou 18 vitórias e apenas uma derrota, situação que o coloca em **1ª posição** no ranking da gestão dos recursos hídricos. Entende-se que esse resultado é reflexo das condições existentes para suprir as necessidades locais, dentre elas, a disponibilidade dos reservatórios, potencial de expansão das reservas hídricas, potencialidade dos reservatórios, potencial de expansão dos poços subterrâneos, consumo relativo de água da bovinocultura, possibilidade de expansão da piscicultura, representação no co-

¹² As informações relacionadas à construção da matriz de ordenação dos dados, bem como do comportamento individual de cada indicador se encontram com o autor. Optou-se por excluir essas informações em razão da limitação do espaço.

mitê de bacia hidrográfica, fração da demanda de água outorgada para irrigação, índice de atendimento urbano de água, percentual de coleta de esgoto, despesa *per capita* com saúde, fração da população atendida pela coleta de lixo, IDH-Municipal, PIB *per capita*, índice de aridez, IDEB e existência de matas ciliares.

O município de **Boqueirão** apresentou **2ª posição** no *ranking*. Observe que apresenta 17 vitórias e 2 derrotas. Ou seja, o município de Boqueirão foi superado apenas por Boa Vista e Campina Grande. O resultado de Boqueirão se apresentar dessa forma se explica pelo fato de que o município situa-se em uma região onde está localizado o maior reservatório hídrico da região em estudo (Epitácio Pessoa) e conseqüentemente maior estrutura para atender as demandas e necessidades de água da região, o que acaba refletir níveis mais satisfatórios, em relação aos demais municípios.

Riacho de Santo Antônio se apresenta na **3ª melhor posição**. O resultado desse município foi muito satisfatório, já que só foi superado apenas pelas cidades de Campina Grande e Boqueirão. Os indícios mais representativos do desempenho municipal estão refletidos nos indicadores disponibilidade dos rios, reservatórios, potencial dos reservatórios, potencial de expansão das reservas hídricas, fração das residências atendidas por poços subterrâneos, possibilidade de expansão da piscicultura, existência de representante do município participando do comitê de bacia hidrográfica, índice atendimento urbano de água, despesa *per capita* com saúde, transferências correntes por habitantes, fração da população atendida pela coleta de lixo, baixo índice de doenças por veiculação hídrica e IDEB.

Barra de São Miguel conseguiu superar 15 municípios (vitórias) e ser superado por 3 (derrotas). Os municípios que superou foram: Alcantil, Aroeiras, Barra de Santana, Boa Vista, Caturité, Fagundes, Gado Bravo, Itatuba, Montadas, Natuba, Pocinhos, Puxinanã, Queimadas, Santa Cecília e Umbuzeiro. Os municípios que o superaram foram: Boqueirão, Campina Grande e Riacho de Santo Antônio. Esse cenário classifica Barra de São Miguel na 4ª posição.

Itatuba, por sua vez, se mostra com um desempenho de 14 vitórias (superou Alcantil, Aroeiras, Barra de Santana, Boa Vista, Caturité, Fagundes, Gado Bravo, Montadas, Natuba, Pocinhos, Puxinanã, Queimadas, Santa Cecília e Umbuzeiro) e 4 derrotas (foi superado por Barra de São Miguel, Boqueirão, Campina Grande e Riacho de Santo Antônio), sendo classificado na **5ª posição**.

Puxinanã ficou na 6ª posição, superou 13 municípios e foi superado por 6 municípios. Já o município de **Fagundes** ficou na **7ª posição** no *ranking*. Esse resultado foi reflexo de ter obtido 12 vitórias e ter apresentado 6 derrotas na comparação obtida pelo método COPELAND.

Queimadas, por sua vez apresenta a **8ª posição**. A situação de Queimadas é favorável em relação à gestão dos recursos hídricos, uma vez que se localiza na área geográfica que também fica próximo ao reservatório Epitácio Pessoa proporcionando melhor atendimento às demandas de bacia hidrográfica, todavia existem muitos entraves na realidade local principalmente em relação aos indicadores percentual de coleta de esgoto,

despesa *per capita* com saúde, transferências correntes por habitante, despesa *per capita* com saneamento e com gestão ambiental, inexistência de aterro sanitário, fração da população atendida pela coleta de lixo, PIB *per capita* e susceptibilidade à desertificação.

O município de **Montadas** ficou na **9ª posição**, apresentou 10 vitórias e 8 derrotas. Esse município superou nas comparações obtidas apenas Alcantil, Aroeiras, Barra de Santana, Boa Vista, Caturité, Gado Bravo, Natuba, Pocinhos, Santa Cecília e Umbuzeiro. Os piores indicadores desse município foram os seguintes: fração das residências atendidas por poços subterrâneos, índice de qualidade da água dos poços subterrâneos, consumo *per capita* de água, consumo relativo da equinocultura, consumo relativo de água da ovinocultura, consumo relativo de água por hectare de lavoura permanente e sazonal, existência de piscicultura no município, falta de representante no comitê de bacia hidrográfica, indicadores de outorga, despesa *per capita* com saneamento e gestão ambiental, inexistência de aterro sanitário, PIB *per capita*, susceptibilidade à desertificação, inexistência de matas ciliares.

Boa Vista se apresenta na **10ª posição** do *ranking*, uma vez que superou 10 municípios (vitórias) e foi superado por 9 municípios (derrotas), enquanto que, **Pocinhos** foi superado por Campina Grande, Boqueirão, Barra de São Miguel, Fagundes Itatuba, Montadas, Puxinanã, Queimadas e Riacho de Santo Antônio. Conseguiu obter 9 vitórias e 8 derrotas, ficando na **11ª posição**, sinalizando a necessidade de melhorias nas áreas relacionadas à maioria das dimensões investigadas.

Aroeiras só conseguiu superar os municípios de Alcantil, Barra de Santana, Caturité, Gado Bravo, Natuba, Santa Cecília e Umbuzeiro, sendo superado por todos os demais, ficando classificado no *ranking* na **12ª posição**.

Caturité ficou na **13ª posição**, uma vez que o número de derrotas (12) foi bem superior ao número de vitórias (6). O cenário desse município se apresenta insatisfatório em relação aos anteriores, denotando a necessidade de maiores esforços da gestão pública nas respectivas áreas dos indicadores do modelo.

Natuba apresenta-se com a **14ª posição**. A região de Natuba localiza-se próximo ao reservatório de Acauã que possui capacidade total de acumulação superior a 253 milhões de metros cúbicos, representando o terceiro maior reservatório do Estado. A localização do município próximo ao reservatório beneficia o atendimento as demandas locais, todavia, os resultados não apontam indícios favoráveis em relação a gestão dos recursos hídricos, já que fica classificada no *ranking* em posição desconfortável, conseguindo superar apenas 5 municípios.

Barra de Santana superou apenas os municípios de Alcantil, Gado Bravo, Santa Cecília e Umbuzeiro e foi superado por todos os demais, ficando assim classificado na **15ª posição** no *ranking*.

As últimas posições no *ranking* foram obtidas pelos municípios de **Alcantil (16ª)**, **Santa Cecília (17ª)** e **Umbuzeiro (18ª posição)**. **Umbuzeiro** obteve a penúltima posição no *ranking* (18ª), devido a 1 vitória e 17 derrotas. Ou seja, esse município foi superado por todos os demais com exceção de Gado Bravo que ficou na pior posição. Essa reali-

dade se apresenta como preocupante uma vez que sinaliza a necessidade de estratégias de longo prazo voltadas para a melhoria da qualidade de vida local e para soluções do cotidiano, principalmente em relação aos aspectos relacionados à fração das residências atendidas por poços subterrâneos, qualidade da água dos poços subterrâneos, potencial de expansão das cisternas, consumo relativo de água para dessedentação animal, consumo relativo de água por hectare de lavoura sazonal e permanente, inexistência de piscicultura no município, ausência de representante do município no comitê de bacia hidrográfica da região, ausência de outorga concedidas, baixo percentual de coleta de esgoto e de lixo, ausência de investimento em gestão ambiental (saneamento, lixo), doenças por veiculação hídrica, baixo PIB *per capita*, susceptibilidade à desertificação, região que apresenta aridez, inexistência de matas ciliares e reserva legal.

Na última posição do *ranking* ficou o município de **Gado Bravo** já que não superou nenhuma cidade (**18ª posição**). Esse município necessita de maiores estratégias públicas em relação à gestão dos recursos hídricos, uma vez que os indicadores demonstraram inferioridade e uma realidade que necessita de melhores esforços conjuntos da gestão pública e da sociedade em geral.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A construção metodológica desse estudo se apresenta como um instrumento de busca minimizar as deficiências existentes na escolha de indicadores de gestão dos recursos hídricos e em especial os aspectos relacionados a característica intrínseca com a gestão das águas de municípios, com caráter objetivo, ou seja, que fosse passível de mensurar, além do fato de que deveriam necessariamente serem verificáveis com parâmetros de comparação e com aspectos de redundância.

Através da aplicação do método Promethee II no estudo de caso percebe-se que este método apresenta sensibilidade à variação dos parâmetros utilizados devido aos tipos de critérios gerais adotados pelo método, bem como pelas funções de utilidade e pesos dos indicadores atribuídos pelos especialistas. As variações obtidas em cada dimensão apresentam resultados com níveis bem próximos, o que demonstra que muito embora a situação em alguns municípios seja superior aos demais, necessitam de esforços tanto dos órgãos e gestores governamentais, quando das partes interessadas em busca da melhoria e da qualidade de vida da população.

Sendo a abordagem multicritério de apoio à decisão caracterizada como um conjunto de métodos que buscam tornar claro um problema no qual as alternativas são avaliadas por múltiplos e conflitantes critérios, auxiliando as pessoas e organizações nas decisões, o presente estudo traz uma ampliação nos horizontes de atuação da gestão dos recursos hídricos, conforme defende Trojan (2012).

Os resultados demonstram que a aplicabilidade do modelo Promethee II como método para definição de uma escala de avaliação – ou índice – das condições de da

gestão dos recursos hídricos nos municípios traz resultados relevantes a esse contexto. A ordenação obtida através do método enfatiza que existe desigualdade entre os municípios localizados nessa região.

Do ponto de vista metodológico, as soluções da análise multicritério incorporam em sua medida todos os critérios usados e que se apresentam mais balanceadas que as medidas obtidas pela média, isto é, as alternativas que superam as demais com maior frequência tendem a estar mais bem posicionadas na escala de ordenamento. Todavia e considerando as várias opiniões obtidas nas 34 simulações não foi feita a opção em adotar a média como medida para construir o Índice de Multicritério de Gestão dos Recursos Hídricos e sim adotar o método de ordenação de COPELAND, posto que esse método pode ser considerado um compromisso entre as filosofias opostas do método de BORDA e do método CONDORCET, reunindo, dentro do possível, as vantagens dos dois. Essa estratégia se constitui como uma contribuição desse estudo, de modo que os resultados consideram todas as opiniões para definir o *ranking* final dos municípios.

Como se observou a situação mais confortável se apresenta nos municípios de Campina Grande, Boqueirão, Riacho de Santo Antônio, Pocinhos, Barra de São Miguel, Itatuba, Puxinanã, Fagundes, Queimadas, Montadas e Boa Vista. No contraponto os municípios em situação menos confortável em relação à gestão dos recursos hídricos: Pocinhos, Aroeiras, Caturité, Natuba, Barra de Santana, Alcantil, Santa Cecília, Umbuzeiro e Gado Bravo.

Há de se notar que este cenário ainda se apresenta longe do ideal em relação à gestão dos recursos hídricos mesmo nos municípios que apresentam níveis satisfatório. Como foi possível observar, existem indícios de ineficiência da gestão pública acerca de alguns indicadores como é caso do montante investido em gestão ambiental e em saneamento, além da forte dependência financeira dos recursos da União presente na maioria dos municípios, ou ainda a carência de planejamento mais eficiente da potencialidade dos reservatórios, dentre outros aspectos evidenciados nas dimensões investigadas.

O que se observa dentro de todo esse apanhado de informações é que ainda há ausência de estratégias em relação à temática desse trabalho e que necessitam de esforços em busca da superação das limitações internas de cada município.

As reflexões, as críticas e informações disponibilizadas neste trabalho se propõem a ampliar a discussão em torno das políticas públicas na área da gestão dos recursos hídricos de modo a consubstanciar resultados mais satisfatórios a esse contexto, seja através do entendimento e ampliação da participação popular no processo de construção dessas políticas sociais, quanto para o aperfeiçoamento técnico dos órgãos gestores.

Torna-se relevante ressaltar que o modelo foi desenvolvido com a finalidade principal de propor e validar o emprego da metodologia, limitando-se à priorização dos municípios estudados. De maneira geral, é interessante ressaltar que possivelmente outros indicadores poderiam ter sido considerados na análise, como também outras alternativas de solução incorporadas, o que obviamente modificaria o resultado final da análise.

Notadamente, é necessário também explicitar as limitações de cada processo avaliativo, já que nenhum deles conseguirá contemplar todas as variáveis envolvidas

na complexidade da questão ambiental conforme defendem Assis *et al.* (2012). Afinal, entende-se que nenhuma metodologia de avaliação conseguirá ficar isenta de críticas. Todavia, adotar uma linha e começar a praticá-la pode ser um bom começo. O importante é que as críticas sejam consideradas, levando a um processo contínuo de aprendizagem.

Como sugestão para trabalhos futuros indica-se a aplicação do modelo em outros contextos específicos do Estado da Paraíba e de outros estados. Ou ainda, usar novas estratégias como por exemplo, a adoção de outros métodos multicritério ao invés do PROMETHEE II, de modo a identificar se existem diferenças significativas entre os métodos.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais (Doutorado da Universidade Federal de Campina Grande). Aos especialistas que aceitaram participar dessa pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, A. G. de; ALMEIDA, A. T. de. Apoio à decisão na seleção de investimentos em petróleo e gás: uma aplicação utilizando o método PROMETHEE. *Gest. Prod.* (online), vol.16, n.4, 2009, pp. 534-543.
- BALLIS, A.; MAVROTAS, G. Freight village design using the multicriteria method PROMETHEE. *Operational Research an International Journal*, v.7, n.2, p. 213-232, 2007.
- BARROSO, L. B.; GASTALDINI, M. do C. C. *Redução de Vazamentos em um Setor de Distribuição de Água de Santa Maria-RS. Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, vol. 15, n.2, abr/jun, 2010, pp. 27-36.
- BEHZADIAN, M.; KAZEMZADEH, R. B.; ALBADVI A.; AGHDASI, M. PROMETHEE: A comprehensive literature review on methodologies and applications. *European Journal of Operational Research*, 200, p. 198-215, 2010.
- BERNARD, J. The Challenge and Promise of Indicators Development and Use: Indicators 101 and Beyond, Balancing Science and Policy Perspectives, Integrating Process and Content. A Seminar for the Environmental and Occupational Health Sciences Institute, Piscataway, New Jersey October 15, 1998.
- BOAVENTURA NETO, P. O. *Grafos: teoria, modelos, algoritmos*. São Paulo: Edgard Blücher, 2003.
- BRAGA, B.; GOBETTI, L. *Análise Multiobjetivo*. In.: Técnicas Quantitativas para o Gerenciamento de Recursos Hídricos. (Org) Rubem La Laina Porto et. al. 2 ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2002, pp. 361-418.
- BRANS, J. P.; VINCKE, P. H.; MARESCHAL, B. How to select and how to rank project: The PROMETHEE method. *European Journal of Operational Research*, v. 24, 1986, pp. 228-238.

CARVALHO, J. R. M. de; CURI, W. F.; CARVALHO, E. K. M. A.; CURI, R. C. Indicadores de Sustentabilidade Ambiental: Um Estudo na Região do Alto Curso do Rio Paraíba, PB. *Revista Sociedade & Natureza*, Uberlândia, ano 23, nº 2, maio/ago, 2011, pp. 295-310.

CARVALHO, J. R. M. de; CURI, W. F. Construção de um Índice de Sustentabilidade Ambiental através da Análise Multicritério: Estudo em Municípios Paraibanos. *Sociedade & Natureza*, Uberlândia, ano 25, nº 1, jan/abr/2013, pp.91-106.

GEOPORTAL AESA – Geoportal da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba, 2012. Disponível em: <http://geo.aesa.pb.gov.br/tmp/6a515ee0324181f82ce1f4f72fcfd3cf1377734285006868700.png> Acesso em: 28 ago. 2013.

GILLIAMS, S.; RAYMAEKERS, D.; MUYS, B. Comparing multiple criteria decision methods to extend a geographical information system on afforestation. *Computers and Electronics in Agriculture*, v.49, p. 142–158, 2005.

GOMES, E. G.; SOARES DE MELLO, J. C. C. B.; MANGABEIRA, J. A. de C. Avaliação de Desempenho de Agricultores Familiares com o Método Multicritério de Copeland. *Revista Pesquisa Operacional para o Desenvolvimento*, v. 1, n. 2, 2009.

GOMES, E. G.; SOARES DE MELLO, J. C. C. B.; ABREU, U. G.; CARVALHO, T. B. de; ZEN, S. de. Análise de Tipologias de Sistemas de Produção Modais de Pecuária de Cria pelo Uso do Método Ordinal de Copeland. *Revista Pesquisa Operacional para o Desenvolvimento*, v. 5, n. 1, 2013.

GOMES JUNIOR, S. F.; SOARES DE MELLO, J. C. C. B.; SOARES DE MELLO, M. H. C. Utilização do método de Copeland para avaliação dos pólos regionais do CEDERJ. *Rio's International Journal on Sciences of Industrial and Systems Engineering and Management*, 2 (1), 2008, pp. 87-98.

GUIMARÃES, L. T. Proposta de um Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável para Bacias Hidrográficas. Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008, p. 237.

HAJKOWICZ, S.; HIGGINS, A. A comparison of multiple criteria analysis techniques for water resource management. *European Journal of Operational Research*, v. 184, p. 255–265, 2008.

HAIR, J. F.; TATHAM, R. L.; ANDERSON, R. E.; BLACK, W. *Análise Multivariada de Dados*. 5 ed. Bookman Editora, São Paulo, 2005.

HAMMOND, A.; ADRIAANSE, A.; RODENBURG, E.; BRYANT, D.; WOODWARD, R. *Environmental Indicators: A Systematic Approach on Environmental Policy Performance in Context of Sustainable Development*. Washington. *World Resources Institute*, May 1995, p. 58.

HARDI, P.; BARG, S. *Measuring sustainable development: review of current practice*. Occasional Paper, Canadá, n. 17, nov. 1997.

HE, C.; MALCOLM, S. B.; DAHLBERG, K. A.; FU, B. A conceptual framework for integrating hydrological and biological indicators into watershed management. *Landscape and Urban Planning*, 2000, pp. 25-34.

HERMANS, C.; ERICKSON, J.; NOORDEWIJER T.; SHELDON, A.; KLINE, M. Collaborative environmental planning in river management: An application of multicriteria decision analysis in the White River Watershed in Vermont. *Journal of Environmental Management*, v. 84, p. 534–546, 2007.

KODIKARA, P.N.; PERERA, B. J. C.; KULARATHNA, M. D. U. P. Stakeholder preference elicitation and modelling in multi-criteria decision analysis - A case study on urban water supply. *European Journal of Operational Research*, v. 206, p.209-220, 2010.

LAURA, A. A. Um Método de Modelagem de Sistema de Indicadores de Sustentabilidade para a Gestão dos Recursos Hídricos – MISGERH: O caso da Bacia dos Sinos. Tese de doutorado. Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre/RS, 2004.

LOPES, A. V. L.; FREITAS, M. A. de S. *A alocação de água como instrumento de gestão de recursos hídricos: experiências brasileiras*. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, vol.4, nº 1, jan./jun. 2007, pp. 6-28.

POMPERMAYER, R. de S.; PAULA JÚNIOR, Durval R. de; CORDEIRO NETTO, Oscar de M. Análise Multicritério como Instrumento de Gestão de Recursos Hídricos: O Caso das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, vol. 12, nº 3, jul/set 2007, pp. 117-127.

MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. **Indicadores Ambientais e Recursos Hídricos: Realidade e Perspectivas para o Brasil a partir da Experiência Francesa**. 2 ed. Editora Bertrand Brasil, 2010, p. 686.

MAGALHÃES JÚNIOR, A. P.; CORDEIRO NETTO, Oscar de M.; NASCIMENTO, Nilo de O. Os Indicadores como Instrumentos Potenciais de Gestão das Águas no Atual Contexto Legal-Institucional do Brasil – Resultados de um Painel de Especialistas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, vol. 8, nº 4, out/dez 2003, pp. 49-67.

RABELO, L. S.; LIMA, P. V. P. S. *Indicadores de Sustentabilidade: A Possibilidade da Mensuração do Desenvolvimento Sustentável*. **Revista Eletrônica do PRODEMA**, v. 1, nº 1, 2007, pp. 55-76.

SILVA, G. L. da; AURELIANO, Joana Teresa; LUCENA, Sandra Valeria de Oliveira. Proposição de um Índice de Qualidade de Água Bruta para Abastecimento Público. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, Vol. 9, no. 1, p. 17-24, jan./jun. 2012.

SILVA, A. M. da; CORREIA, A. M. M.; CÂNDIDO, G. A. **Ecological Footprint Method: Avaliação da Sustentabilidade no Município de João Pessoa, PB**. In: CÂNDIDO, G. A. (Org). *Desenvolvimento Sustentável e Sistemas de Indicadores de Sustentabilidade: Formas de aplicações em contextos geográficos diversos e contingências específicas*. Campina Grande, PB: Ed. UFCG, 2010, pp. 236-271.

SMEETS, E.; WETERINGS, R. *Environmental Indicators: Typology and Overview*. Technical Report 25, **European Environment Agency**, Copenhagen, 1999.

SOARES DE MELLO, J. C. C. B.; GOMES, L. F. A. M.; GOMES, E. G. & SOARES DE MELLO, M. H. C. Use of ordinal multi-criteria methods in the analysis of the Formula 1 World Championship. **Cadernos EBAP. BR**, 3 (2), 2005, pp.1-8.

TROJAN, F. *Modelos Multicritério para Apoiar Decisões da Gestão da Manutenção de Redes de Distribuição de Água para a Redução de Custos e Perdas*. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Pernambuco, Recife/PE, 2012, p. 117.

VAN BELLEN, H. M. *Indicadores de Sustentabilidade: Uma Análise Comparativa*. 2 ed. Rio de Janeiro: FGV, 2006.

VIEIRA, P. M. S.; STUDART, T. M. C. Proposta Metodológica para o Desenvolvimento de um Índice de Sustentabilidade Hidroambiental de Áreas Serranas no Semiárido Brasileiro - Estudo de Caso: Maciço de Baturité, Ceará. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, vol. 14, nº4 out/dez 2009, pp. 125-136.

WENG, S. Q.; HUANG, G. H.; LI, Y. P. An integrated scenario-based multi-criteria decision support system for water resources management and planning – A case study in the Haihe River Basin. **Expert Systems with Applications**, 37, 2010, pp. 8242-8254.

ANÁLISE DA SUSTENTABILIDADE HIDROAMBIENTAL NA REGIÃO DO ALTO CURSO DO RIO PARAÍBA, PB

José Ribamar Marques de Carvalho
Wilson Fadlo Curi
Enyedja Kerlly M. de Araújo Carvalho
Rosires Catão Curi

1 INTRODUÇÃO

A problemática que permeia o meio ambiente fruto das pressões humanas para com a natureza fez com que no atual contexto surgisse um tema de grande relevância – o desenvolvimento sustentável, que passou a ser um dos temas mais debatidos e estudados nos meios acadêmicos e científicos, governamentais.

Seu conceito tornou-se público em 1972, após as reuniões da ONU (Organização das Nações Unidas) sobre meio ambiente, realizadas em Estocolmo. Entretanto, somente em 1987 a Comissão Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento da ONU (WCED) emitiu a primeira definição concisa onde destacava que o desenvolvimento sustentável é aquele que satisfaz as necessidades das gerações presentes sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades. (DANIEL, 2000)

Muito embora esse conceito apresente algumas fragilidades, proporcionou estimular a integração e a equidade entre várias gerações, tendo sido rapidamente compreendido e adotado pela comunidade em geral. (DANIEL, 2000). Todavia, esse termo passou a gerar polêmicas em função dos poucos avanços, em termos de consenso, obtidos quando se trata desta questão [...], principalmente se for considerado como um pano de fundo de toda esta discussão que tomou dimensões globais. (MOURA, 2002)

Os debates sobre estratégias para conciliar o crescimento econômico com as necessidades sociais e ambientais assumiu, nos campos político e científico, uma dimensão global. O livro Primavera Silenciosa de Rachel Carson, publicado em 1962, o Relatório de *Brundtland* de 1987 e a Conferência ECO-92, no Rio de Janeiro, podem ser considerados emblemáticos na mudança do enfoque de desenvolvimento no sentido de possibilitar a satisfação das necessidades do presente sem comprometer as possibilidades de sobrevivência das gerações futuras. (MOURA, 2002).

Essa preocupação em rever o conceito de desenvolvimento mostrou que a noção de progresso associada à ideia de crescimento vivenciada durante após a Revolução Industrial do Século XX, necessitava ser examinada em função das crises econômicas, ambientais, sociais e político-institucionais, de modo que pudesse ser substituída por uma interação mais arrojada em relação à sociedade-natureza e em especial dos recursos hídricos.

No Brasil, país de dimensões continentais, estão localizadas algumas das maiores bacias hidrográficas do mundo e, não por acaso, cerca de 90% de energia elétrica produzida tem origem hidráulica; essa enorme disponibilidade levou o povo brasileiro a encobrir o desperdício e o uso predatório com a capa da abundância e a justificar essa conduta introjetando a ideia de que a água era um bem invulnerável, ao qual todos podiam e poderão ter sempre acesso ilimitado. (MARANHÃO, 2007, p. 16)

Observa-se que um dos maiores desafios enfrentados na quantificação ou qualificação da sustentabilidade consiste na elaboração de metodologias adequadas que permitam avaliar a sustentabilidade de realidades locais, regionais ou nacionais, posto existirem diferentes características e peculiaridades inerentes aos aspectos sociais, econômicos, ambientais, culturais e institucionais.

Vários parâmetros e variáveis têm sido apontados na literatura para inferir o desempenho de sistemas hídricos e ambientais — são os chamados ‘indicadores’. A dificuldade, na verdade, não parece estar em apontar indicadores, mas em agregá-los em um único parâmetro — o ‘índice’ — capaz de traduzir numericamente uma situação e apontar, ao tomador de decisão, o sentido da sustentabilidade da região. (VIEIRA; STUDART, 2009)

Em meio a uma diversidade de Sistemas de Indicadores de Sustentabilidade Hidroambientais existentes, foi elaborada essa proposta especificamente a partir dos estudos de Guimarães (2008), Martins e Cândido (2008), Vieira e Studart (2009), Magalhães Júnior (2010) com o objetivo de verificar o nível de sustentabilidade dos municípios localizados na sub-bacia hidrográfica do Alto Curso do Rio Paraíba, PB, ou seja, verificar quais municípios se encontram em situação mais insustentável/sustentável em relação à sustentabilidade hídrica.

O motivo que justifica a execução desse estudo concentra-se no fato de que atualmente as pressões sobre os corpos hídricos têm aumentado significativamente e em especial na região do semiárido nordestino onde a média pluviométrica é baixa e necessita de um maior planejamento e conseqüentemente gestão dos recursos hídricos e ainda pelo fato de ainda não existir trabalhos desenvolvidos com esse escopo neste contexto geográfico.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 IMPORTÂNCIA E PECULIARIDADES DOS INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE

O homem é o grande agente transformador do ambiente natural e vem, pelo menos há doze milênios, promovendo essas adaptações nas mais variadas localizações climáticas, geográficas e topográficas. O ambiente urbano é, portanto, o resultado de

aglomerações localizadas em ambientes naturais transformados, e que para a sua sobrevivência e desenvolvimento necessitam dos recursos do ambiente natural. B(PHILIPPI JR. *et al.* 2004)

Assim, a maneira de gerir a utilização desses recursos é o fator que pode acentuar ou minimizar os impactos. Esse processo de acordo com Philipp Jr. *et al.* (2004) fundamenta-se em três variáveis: a diversidade dos recursos extraídos do ambiente natural, a velocidade de extração desses recursos, que permitem ou não a sua reposição, e a forma de disposição e tratamento de seus resíduos e efluentes. A somatória dessas três variáveis e a maneira de geri-las definem o grau de impacto do ambiente urbano sobre o ambiente natural, nos quais poderão e dependendo dos níveis associados pode sucumbir a sustentabilidade ambiental.

O maior desafio, quando se trata de discutir a questão da sustentabilidade, é o de compatibilizar o crescimento econômico com a preservação ambiental e justiça social. Para isso, o gerenciamento do conhecimento no uso dos indicadores de sustentabilidade pode ser um instrumento adequado para tais evidências, principalmente porque nestes sistemas de indicadores estão contidas todas as informações pertinentes à situação econômica, social, e ambiental de um espaço geográfico em um determinado período. (LIRA, 2008. 72)

De acordo com Kronemberger *et al.* (2008) o Índice de Sustentabilidade é uma forma de sintetizar, matematicamente, uma série de informações quantitativas e semi-quantitativas, associadas a sustentabilidade do desenvolvimento. Cada índice, ao final, produz um valor numérico, resultado de operações matemáticas com as informações que utiliza, e, quando comparado a uma escala padrão, avalia a sustentabilidade.

Os indicadores de sustentabilidade aparecem como ferramentas capazes de subsidiar o monitoramento da operacionalização do desenvolvimento sustentável, tendo como função principal a revelação de informações sobre o estado das diversas dimensões (ambientais, econômicas, socioeconômicas, culturais, institucionais etc) que compõem o desenvolvimento sustentável do sistema na sociedade.

Os indicadores de sustentabilidade são utilizados como ferramenta padrão em diversos estudos nacionais e internacionais, facilitando a compreensão das informações sobre fenômenos complexos, e atua como base para análise do desenvolvimento que abrange diversas dimensões (nelas incluídas fatores econômicos, sociais, culturais, geográficos e ambientais), uma vez que permite verificar os impactos das ações humanas no ecossistema. (SILVA, *et al.* 2010, p. 242)

As definições mais comuns de indicadores e a terminologia associada a essa área são particularmente confusas, tanto em relação à definição de indicadores quanto a outros conceitos associados como: índice, meta e padrão. O objetivo dos indicadores é agregar e quantificar informações de um modo que sua significância fique mais aparente, simplificando informações sobre fenômenos complexos tentando melhorar com isso o processo de comunicação. Percebe-se que os indicadores podem ser quantitativos ou qualitativos, existindo autores que definem que os mais adequados para a avaliação de experiências de desenvolvimento sustentável deveriam ser mais qualitativos, em função

das limitações explícitas e implícitas que existem em relação a indicadores simplesmente numéricos, muito embora, em alguns casos, avaliações qualitativas podem ser transformadas numa notação quantitativa. (VAN BELLEN, 2006)

O que se percebe no discurso exposto é que a utilização de indicadores é uma maneira intuitiva de monitorar complexos sistemas, que a sociedade considera importantes e que devem ser controlados, capazes de evidenciar elementos importantes da maneira como a sociedade entende seu mundo, toma duas decisões e planeja a sua ação. Os valores, e logicamente os indicadores, estão inseridos dentro de culturas específicas, muito embora existam armadilhas na sua utilização e ainda que estejam inseridos dentro de culturas específicas, realçando o que está acontecendo em determinada sociedade.

Fica evidente que muito embora existam várias definições acerca da terminologia utilizada, ainda permanece a falta de consenso entre os autores, emergindo desta forma a necessidade de desenvolver uma definição mais rigorosa e unificada de indicador no que se refere à temática ambiental, visto que, a grande maioria dos sistemas de indicadores existentes e utilizados foi desenvolvida por razões específicas, sejam elas ambientais, econômicas, de saúde e sociais e não podem ser considerados indicadores de sustentabilidade em si, mesmo dispendo de um potencial representativo dentro do contexto do desenvolvimento sustentável conforme defende Van Bellen (2006).

Alguns cuidados devem ser tomados quando da escolha de indicadores, uma vez que, diferentes tipos de indicadores podem em determinadas situações ser relevantes em diferentes escalas, e, também podem perder o seu sentido quando utilizados sem o devido cuidado em escalas não apropriadas. Um outro aspecto destacado na discussão dos indicadores relacionados ao desenvolvimento sustentável, é destacado por Van Bellen (2006), que consiste na dimensão do tempo podendo ser escalares (número simples gerado da agregação de dois ou mais valores) e vetoriais (geração de uma variável com magnitude e direção de característica bidirecional – tendência de futuro com viés holístico), além dos valores existentes na sua escolha, explícitos (tomados conscientemente e que compreendem uma parte fundamental no processo de criação de indicadores) e os implícitos (decorrem de aspectos que não são facilmente observáveis e que são, na sua maioria, inconscientes e relacionados a características pessoais e de uma determinada sociedade).

Exaustivamente o autor elenca outras características e ou requisitos como ponderação, contexto geográfico, temporal, econômico, local, cultura, compreensibilidade, mensuráveis, ter disponibilidade de dados, metodologia para coleta e processamento de dados, viabilidade financeira, humana e técnica e ainda aceitação política.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia utilizada neste estudo consistiu em uma pesquisa documental e exploratória, na qual fez o uso da estatística descritiva. Foram escolhidos nesta primeira fase alguns indicadores hidroambientais de maneira que fosse possível identificar aspectos

da sustentabilidade hídrica. Os estudos que embasaram a escolha dos indicadores foram os trabalhos de Guimarães (2008), Martins e Cândido (2008), Vieira e Studart (2009), Magalhães Júnior (2010).

Para este trabalho, foram buscados dados cujas diferenças temporais fossem as menores possíveis e ainda que levassem em consideração a disponibilidade dos mesmos e o critério de escolha dos autores. Observou-se que as variáveis estudadas apresentam diferentes unidades de medida, fazendo com que fossem utilizadas unidades de agregação a partir das relações positivas e negativas de cada uma delas. O procedimento procurou ajustar os valores observados das variáveis a escalas cujo valor mínimo é 0 (zero) e valor máximo é igual a 1 (um), criando condições para a agregação nas dimensões/categorias, e conseqüentemente a estimação do indicador proposto (Índice de Sustentabilidade Hidroambiental para Bacias Hidrográficas – ISHBH).

De acordo com a proposta metodológica apresentada por Sepúlveda (2005), Waquil *et. al.* (2007) e Martins e Cândido (2008) quando as variáveis são escolhidas deve-se definir o tipo de relação que cada uma delas tem com o entorno geral. Segundo os autores, para cada variável, é necessário identificar se ela mede uma situação em que, ao aumentar seu valor, favorece ou desfavorece o processo de desenvolvimento, no caso do estudo de sustentabilidade hidroambiental. Assim, existe uma relação positiva se um aumento no valor da variável resulta em melhoria do sistema; em contrapartida, a relação é negativa se um aumento no valor da variável resulta em piora do sistema. A operacionalização é feita da seguinte forma:

RELAÇÃO POSITIVA: $I = \frac{x - m}{M - m}$	RELAÇÃO NEGATIVA: $I = \frac{M - x}{M - m}$
Onde: I = índice calculado referente a cada variável, para cada território analisado; x = valor observado de cada variável em cada território analisado; m = valor mínimo considerado; M = valor máximo considerado.	

Quadro 1 – Relação positiva e negativa para análise das variáveis

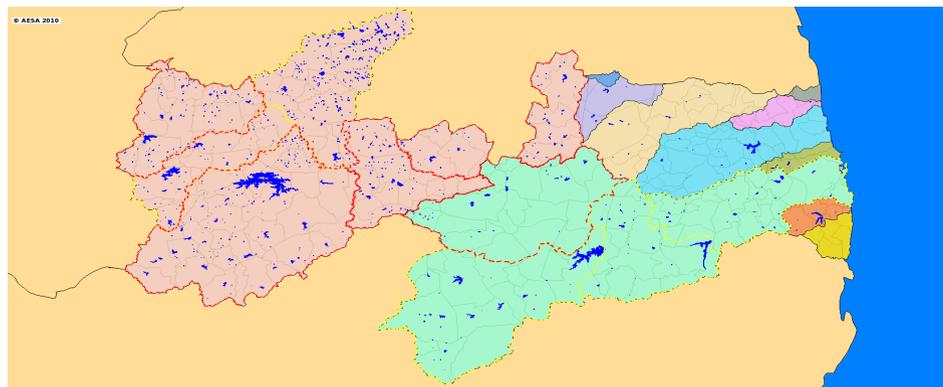
A definição do sinal, indicando se a relação é positiva ou negativa, foi feita a partir da intuição dos autores da pesquisa. Para tanto, foi realizado o cálculo do índice para cada indicador, e conseqüentemente realizado a agregação desses índices por dimensão através da média aritmética. Para a avaliação da sustentabilidade da sub-bacia foi utilizada a escala proposta por Guimarães, Turetta e Coutinho (2010), que varia de 0,00 a 1,00. Ela está dividida em cinco setores de 20 pontos cada com a seguinte classificação:

ÍNDICE (0,00-1,00)	DESEMPENHO	COLORAÇÃO
0,00-0,20	Ruim / insustentável	
0,21-0,40	Pobre / potencialmente insustentável	
0,41-0,60	Médio / intermediário	
0,61-0,80	Bom / potencialmente sustentável	
0,81-1,00	Muito bom / sustentável	

Quadro 01 – Classificação e representação dos índices em níveis de sustentabilidade hidroambiental
Fonte: Adaptado para o estudo conforme Guimarães, Turetta e Coutinho (2010).

A sub-bacia utilizada no estudo faz parte da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, conhecida como Sub-bacia do Alto Curso do Rio Paraíba, PB. Nesta sub-bacia estão localizados 17 municípios: Amparo, Barra de São Miguel, Boqueirão, Cabaceiras, Camaí, Congo, Coxixola, Monteiro, Ouro Velho, Prata, São Domingos do Cariri, São João do Cariri, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Serra Branca, Sumé e Zabelê.

FIGURA 1 – LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO



Fonte: AESA, 2011.

As categorias/dimensões foram distribuídas em 51 indicadores conforme descrição a seguir:

(continua)

CATEGORIA/ DIMENSÃO	INDICADOR	FONTE	TIPO DE RELAÇÃO DO INDICADOR
DESEMPENHO DO SISTEMA QUANTO AO DESENVOLVIMENTO HUMANO	Taxa de Alfabetização	IDEME-PB (2008)	Positiva
	Taxa de Mortalidade Infantil	IDEME-PB (2008)	Negativa
	IDH-M (Índice de Desenvolvimento Humano Municipal)	IDEME-PB (2008)	Positiva
	Expectativa de Vida ao Nascer	IDEME-PB (2008)	Positiva
	Quantidade de estabelecimentos de saúde	IBGE (2009)	Positiva
	Taxa de hospitalização por desidratação em menores de 3 anos	SIAB-DATASUS (2009)	Negativa
	Taxa de mortalidade infantil por diarreia (por 1.000 nascidos vivos)	SIAB-DATASUS (2009)	Negativa
	População coberta pelo Programa de Saúde da Família (PSF)	SIAB-DATASUS (2009)	Positiva
DESEMPENHO DO SISTEMA QUANTO AOS INDICADORES ECONÔMICOS	Relação entre população urbana e rural	IBGE (2010)	Positiva
	PIB <i>per capita</i> em reais	IBGE (2008)	Positiva
	Receitas de impostos e transferências de recursos <i>per capita</i>	DATASUS (2009)	Positiva
	Despesa total com saúde	SIOPS-DATASUS (2010)	Positiva
	Despesa total com saúde <i>per habitante</i>	SIOPS-DATASUS (2010)	Positiva
	Transferência SUS <i>per habitante</i>	SIOPS-DATASUS (2010)	Positiva
	Tarifa Média de Água (R\$/m ³)	SNIS (2008)	Negativa

(continuação)

CATEGORIA/ DIMENSÃO	INDICADOR	FONTE	TIPO DE RELAÇÃO DO INDICADOR
DESEMPENHO DO SISTEMA QUANTO AO ABASTECIMENTO HUMANO	População total	IBGE (2010)	Positiva
	Densidade demográfica	IBGE (2010)	Positiva
	Precipitação média anual	AESA (2010)	Positiva
	Consumo médio <i>per capita</i> (l/hab/dia)	SINS (2008)	Negativa
	Índice de atendimento urbano de água (%)	SINS (2008)	Positiva
	Índice de perdas na distribuição (%)	SINS (2008)	Negativa
	% abastecimento <i>per rede geral</i>	DATASUS, IBGE (2002)	Positiva
	% de abastecimento <i>per poço nascente</i>	DATASUS, IBGE (2002)	Negativa
	% Outra forma de abastecimento de água	DATASUS, IBGE (2002)	Negativa
DESEMPENHO DO SISTEMA QUANTO ÀS PRESSÕES DA IRRIGAÇÃO, PECUÁRIA, ABASTECIMENTO RURAL, AQUICULTURA E LAZER	Outorga <i>p/irrigação</i> (m ³ /h)	AESA (2010)	Negativa
	Outorga <i>p/abast.rural</i> (m ³ /h)	AESA (2010)	Negativa
	Outorga <i>p/abast. urbano</i> (m ³ /h)	AESA (2010)	Negativa
	Outro tipo de outorga (m ³ /h)	AESA (2010)	Negativa
	Número de bovinos	IBGE (2009)	Negativa
	Número de equinos	IBGE (2009)	Negativa
	Número de assininos	IBGE (2009)	Negativa
	Números de muares	IBGE (2009)	Negativa
	Número de suínos	IBGE (2009)	Negativa
	Número de caprinos	IBGE (2009)	Negativa
	Número de ovinos	IBGE (2009)	Negativa
DESEMPENHO DO SISTEMA QUANTO À COLETA DE ESGOTOS	% rede sanitária <i>via esgoto</i>	DATASUS, IBGE (2002)	Positiva
	% rede sanitária <i>via fossa séptica</i>	DATASUS, IBGE (2002)	Negativa
	% rede sanitária <i>via fossa rudimentar</i>	DATASUS, IBGE (2002)	Negativa
	% rede sanitária <i>via vala</i>	DATASUS, IBGE (2002)	Negativa
	% rede sanitária <i>via rio ou lago</i>	DATASUS, IBGE (2002)	Negativa
	% que não dispõe de instalação sanitária	DATASUS, IBGE (2002)	Negativa
DESEMPENHO DO SISTEMA QUANTO AO ATENDIMENTO DE COLETA DE LIXO	% de lixo coletado	DATASUS, IBGE (2002)	Positiva
	% lixo queimado	DATASUS, IBGE (2002)	Negativa
	% lixo enterrado	DATASUS, IBGE (2002)	Negativa
	% lixo jogado	DATASUS, IBGE (2002)	Negativa
DESEMPENHO DO SISTEMA QUANTO AO ESTADO QUALITATIVO DA ÁGUA	Incidência das análises de cloro residual fora do padrão (%)	SNIS (2008)	Negativa
	Incidência das análises de turbidez fora do padrão (%)	SNIS (2008)	Negativa
	Índice de conformidade da quantidade de amostras - cloro residual (%)	SNIS (2008)	Negativa
	Índice de conformidade da quantidade de amostras - turbidez (%)	SNIS (2008)	Negativa
	Incidência das análises de coliformes totais fora do padrão (%)	SNIS (2008)	Negativa
	Índice de conformidade da quantidade de amostras - coliformes totais (%)	SNIS (2008)	Negativa

Quadro 1 – Indicadores hidroambientais utilizados no estudo

Fonte: Elaboração própria (2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir estão evidenciados os resultados relacionados à caracterização dos indicadores de cada uma das dimensões analisadas e consideradas no estudo. A análise foi feita de forma comparativa entre os dezessete municípios analisados e que fazem parte da sub-bacia Alto Curso do Rio Paraíba (Bacia do Rio Paraíba).

Após a ponderação dos indicadores relacionados ao desempenho do sistema quanto ao desenvolvimento humano, apresentados no Quadro 1, de cada município e após as análises positivas e negativas de cada um deles foi possível chegar aos resultados que estão evidenciados no gráfico 1.

Observa-se que dos dezessete municípios estudados, cinco cidades apresentaram uma situação potencialmente sustentável: Boqueirão (0,63), Cabaceiras (0,62), São Domingos do Cariri (0,64), Serra Branca (0,63) e Sumé com o melhor desempenho (0,68). Outros nove municípios apresentaram desempenho intermediário: Amparo (0,46), Barra de São Miguel (0,43), Camalaú (0,41), Congo (0,54), Monteiro (0,49), Ouro Velho (0,50), Prata (0,41), São João do Cariri (0,57) e Zabelê (0,54). Três municípios apresentaram situação potencialmente insustentável: Coxixola (0,35), São João do Rio Tigre (0,23) com a pior situação e São Sebastião do Umbuzeiro (0,38). Verifica-se que dentre os 17 municípios estudados, nenhum deles apresentou situação insustentável.

Observa-se que a média geral dos municípios localizados na sub-bacia é aceitável (0,53) na ótica do desenvolvimento humano, todavia, fica evidente a necessidade de melhorar essa situação em busca da situação ideal de modo que possa contribuir satisfatoriamente para esse contexto geográfico.

TABELA 1 - DESEMPENHO DO SISTEMA QUANTO AO DESENVOLVIMENTO HUMANO (continua)

MUNICÍPIOS	MÉDIA	DESEMPENHO
Amparo	0,46	Intermediário
Barra de São Miguel	0,43	Intermediário
Boqueirão	0,63	Potencialmente sustentável
Cabaceiras	0,62	Potencialmente sustentável
Camalaú	0,41	Intermediário
Congo	0,54	Intermediário
Coxixola	0,35	Potencialmente insustentável
Monteiro	0,49	Intermediário
Ouro Velho	0,50	Intermediário
Prata	0,41	Intermediário
São Domingos do Cariri	0,64	Potencialmente sustentável

(continuação)

MUNICÍPIOS	MÉDIA	DESEMPENHO
São João do Cariri	0,57	Intermediário
São João do Tigre	0,23	Potencialmente insustentável
São Sebastião do Umbuzeiro	0,38	Potencialmente insustentável
Serra Branca	0,63	Potencialmente sustentável
Sumé	0,68	Potencialmente sustentável
Zabelê	0,54	Intermediário
Média Geral	0,50	Intermediário

Fonte: Dados da pesquisa, 2011.

Prosseguindo na análise, passa-se ao desempenho do sistema quanto aos indicadores econômicos, segundo os parâmetros adotados, apenas o município de Monteiro apresentou a situação potencialmente sustentável (0,64), se comparado com os demais municípios, seguido de Sumé (0,44) com situação intermediária. A grande maioria dos municípios apresentou situação insustentável ou potencialmente insustentável (70,59%). Talvez uma das causas desse rendimento crítico esteja relacionada à grande dependência financeira que esses municípios detêm em relação a transferências intergovernamentais, ou seja, os entraves financeiros são sanados apenas com os recursos oriundos do governo federal, o que demonstra que os anseios da sociedade podem não ser atingidos com os atuais patamares de recursos. Ainda não existe nessas comunidades uma política voltada para a geração de renda a partir das potencialidades locais, denotando um falta de política sustentável em relação a essa categoria. Por conta desse cenário a média geral da categoria dos municípios da sub-bacia apresentou um nível potencialmente insustentável o e que certamente influencia a adoção de práticas e iniciativas relacionadas aos recursos hídricos.

TABELA 2 – DESEMPENHO DO SISTEMA QUANTO AOS INDICADORES ECONÔMICOS (continua)

MUNICÍPIOS	MÉDIA	DESEMPENHO
Amparo	0,36	Potencialmente insustentável
Barra de São Miguel	0,08	Insustentável
Boqueirão	0,43	Intermediário
Cabaceiras	0,12	Insustentável
Camalaú	0,19	Insustentável
Congo	0,27	Intermediário
Coxixola	0,30	Intermediário
Monteiro	0,64	Potencialmente sustentável
Ouro Velho	0,21	Potencialmente insustentável
Prata	0,35	Potencialmente insustentável
São Domingos do Cariri	0,22	Potencialmente insustentável

(continuação)

MUNICÍPIOS	MÉDIA	DESEMPENHO
São João do Cariri	0,15	Insustentável
São João do Tigre	0,06	Insustentável
São Sebastião do Umbuzeiro	0,14	Insustentável
Serra Branca	0,34	Potencialmente insustentável
Sumé	0,44	Intermediário
Zabelê	0,26	Potencialmente insustentável
Média	0,27	Potencialmente insustentável

Fonte: Dados da pesquisa, 2011.

Em relação à categoria abastecimento humano (tabela 3), o indicador foi constituído levando-se em consideração os parâmetros mostrados no Quadro 1. Percebe-se, conforme a tabela 3, que o desempenho dos indicadores dessa categoria se apresentou da seguinte forma: 17,65% tiveram uma avaliação potencialmente sustentável (Boqueirão – 0,71, Monteiro e Ouro Velho – 0,73 respectivamente); 23,53% tiveram uma avaliação potencialmente insustentável (Amparo – 0,25, Barra de São Miguel – 0,31, São Sebastião do Umbuzeiro 0,38 e Zabelê 0,34); 58,82% tiveram uma avaliação intermediária (Cabaceiras – 0,43, Camalaú – 0,47, Congo – 0,52, Coxixola – 0,49, Prata – 0,57, São Domingos do Cariri 0,47, São João do Cariri – 0,47, Serra Branca – 0,46 e Sumé – 0,57); e 5,88% obteve uma avaliação insustentável (São João do Rio Tigre – 0,23). No geral a média dessa categoria foi igual a 0,47 demonstrando um desempenho intermediário e que precisa de esforços na tentativa de melhorar esta *performance*.

TABELA 3 – DESEMPENHO DO SISTEMA QUANTO AO ABASTECIMENTO HUMANO

(continua)

MUNICÍPIOS	MÉDIA	DESEMPENHO
Amparo	0,25	Potencialmente insustentável
Barra de São Miguel	0,31	Potencialmente insustentável
Boqueirão	0,71	Potencialmente sustentável
Cabaceiras	0,43	Intermediário
Camalaú	0,47	Intermediário
Congo	0,52	Intermediário
Coxixola	0,49	Intermediário
Monteiro	0,73	Potencialmente sustentável
Ouro Velho	0,73	Potencialmente sustentável
Prata	0,57	Intermediário
São Domingos do Cariri	0,47	Intermediário
São João do Cariri	0,47	Intermediário
São João do Tigre	0,20	Insustentável
São Sebastião do Umbuzeiro	0,38	Potencialmente insustentável

(continuação)

MUNICÍPIOS	MÉDIA	DESEMPENHO
Serra Branca	0,46	Intermediário
Sumé	0,57	Intermediário
Zabelê	0,34	Potencialmente insustentável
Média	0,47	Intermediário

Fonte: Dados da pesquisa, 2011.

O índice de sustentabilidade hidroambiental desta categoria (conforme os parâmetros definidos no quadro 1) foi de 0,76, onde mostra uma situação potencialmente sustentável em 35,29% dos municípios, 52,94% em situação sustentável e 11,76% em situação intermediária e insustentável (Sumé e Monteiro). Na tabela 4 é possível visualizar o panorama dos indicadores, com os respectivos índices de sustentabilidade hidroambiental para essa categoria. Esse resultado advém do fato de que nessas localidades as atividades econômicas principais não estão relacionadas a estas pressões (pecuária, irrigação, abastecimento rural, aquicultura e lazer), o que minimiza os impactos sobre os recursos hídricos. Observe que a situação desses municípios (Sumé e Monteiro) se configura como uma situação de alerta posto existir uma forte pressão exercida fruto das outorgas concedidas e da concentração de atividades relacionadas a pecuária.

TABELA 4 – DESEMPENHO DO SISTEMA QUANTO ÀS PRESSÕES DA IRRIG. PEC, ABASTECIMENTO RURAL, AQUICULTURA E LAZER

MUNICÍPIOS	MÉDIA	DESEMPENHO
Amparo	0,91	Sustentável
Barra de São Miguel	0,81	Sustentável
Boqueirão	0,73	Potencialmente sustentável
Cabaceiras	0,73	Potencialmente sustentável
Camalaú	0,66	Potencialmente sustentável
Congo	0,73	Potencialmente sustentável
Coxixola	0,92	Sustentável
Monteiro	0,35	Potencialmente insustentável
Ouro Velho	0,95	Sustentável
Prata	0,88	Sustentável
São Domingos do Cariri	0,81	Sustentável
São João do Cariri	0,81	Sustentável
São João do Tigre	0,73	Potencialmente sustentável
São Sebastião do Umbuzeiro	0,82	Sustentável
Serra Branca	0,65	Potencialmente sustentável
Sumé	0,58	Intermediário
Zabelê	0,91	Sustentável
Média	0,76	Potencialmente sustentável

Fonte: Dados da pesquisa, 2011.

No que se refere à categoria relacionada ao desempenho do sistema de quanto à coleta de esgotos (tabela 5) verifica-se que a média geral deste indicador apresentou resultado potencialmente sustentável, uma vez que seu índice de sustentabilidade hidroambiental foi de 0,65. Cerca de 70,59% dos municípios apresentaram situação dentro dos parâmetros aceitáveis (potencialmente sustentável e sustentável). Destaque ainda que 29,41% dos municípios apresentou uma *performance* intermediária (indicadores entre 0,41 e 0,60), mostrando que muito ainda precisa ser feito para melhorar essa dimensão.

Como essas variáveis são tidas como elementos que exercem forte pressão hídrica e apresentam números abaixo dos ideais, esses indicadores demonstram a necessidade de definição de políticas dos gestores públicos dos municípios analisados, mesmo em um cenário aceitável, em busca de manter ou melhorar tais resultados, sendo necessário maior investimento nesse tipo de infraestrutura.

TABELA 5 – DESEMPENHO DO SISTEMA QUANTO À COLETA DE ESGOTOS

MUNICÍPIOS	MÉDIA	DESEMPENHO
Amparo	0,59	Intermediário
Barra de São Miguel	0,54	Intermediário
Boqueirão	0,84	Sustentável
Cabaceiras	0,81	Sustentável
Camalaú	0,61	Potencialmente sustentável
Congo	0,70	Potencialmente sustentável
Coxixola	0,78	Potencialmente sustentável
Monteiro	0,86	Sustentável
Ouro Velho	0,61	Potencialmente sustentável
Prata	0,62	Potencialmente sustentável
São Domingos do Cariri	0,52	Intermediário
São João do Cariri	0,51	Intermediário
São João do Tigre	0,65	Potencialmente sustentável
São Sebastião do Umbuzeiro	0,56	Intermediário
Serra Branca	0,64	Potencialmente sustentável
Sumé	0,66	Potencialmente sustentável
Zabelê	0,76	Potencialmente sustentável
Média	0,65	Potencialmente sustentável

Fonte: Dados da pesquisa, 2011.

Em relação à categoria desempenho do sistema quanto ao atendimento de coleta de lixo (tabela 6) contou-se a seguinte desempenho para seus indicadores: 29,41% dos

municípios apresentaram uma potencialmente insustentável, 35,29% tiveram uma avaliação intermediária. Os municípios com melhores *performance* foram: São Sebastião do Umbuzeiro (0,89) e Sumé (0,87). Notadamente, os piores desempenhos foram obtidos pelos seguintes municípios: Amparo (0,28), São Domingos do Cariri (0,26), São João do Tigre (0,31), Cabaceiras (0,36) e Barra de São Miguel (0,36).

O saldo desta categoria não foi muito satisfatório, uma vez que o seu índice de sustentabilidade foi de 0,55, um nível considerado em estado intermediário. Tal resultado demonstra que os municípios localizados nesta sub-bacia hidrográfica necessitam rever algumas alternativas para melhoria em termos de coleta de lixo, posto que essa dimensão exerce forte pressão sobre os recursos hídricos.

TABELA 6 – DESEMPENHO DO SISTEMA QUANTO AO ATENDIMENTO DE COLETA DE LIXO

MUNICÍPIOS	MÉDIA	DESEMPENHO
Amparo	0,28	Potencialmente insustentável
Barra de São Miguel	0,36	Potencialmente insustentável
Boqueirão	0,77	Potencialmente sustentável
Cabaceiras	0,36	Potencialmente insustentável
Camalaú	0,59	Intermediário
Congo	0,41	Intermediário
Coxixola	0,47	Intermediário
Monteiro	0,73	Potencialmente sustentável
Ouro Velho	0,78	Potencialmente sustentável
Prata	0,58	Intermediário
São Domingos do Cariri	0,26	Potencialmente insustentável
São João do Cariri	0,43	Intermediário
São João do Tigre	0,31	Potencialmente insustentável
São Sebastião do Umbuzeiro	0,89	Sustentável
Serra Branca	0,59	Intermediário
Sumé	0,87	Sustentável
Zabelê	0,74	Potencialmente sustentável
Média	0,55	Intermediário

Fonte: Dados da pesquisa, 2011.

No que se refere ao desempenho do sistema quanto ao estado qualitativo da água (tabela 7), foi possível observar o município que apresentar o pior desempenhos (Cabaceiras – 0,34). Os municípios de Coxixola (0,81), Monteiro e Ouro Velho (0,86) e Serra Branca (0,95) apresentaram situação sustentável. Percebeu-se ainda que 47,06%

das cidades estudadas podem ser classificadas como potencialmente sustentáveis. No geral, os municípios apresentaram níveis intermediários, visto que, a maioria obteve média geral igual a 0,74, o que denota níveis razoáveis em relação à qualidade da água disponibilizada pela rede geral da concessionária estadual (Companhia de Água e Esgotos da Paraíba – CAGEPA – PB).

TABELA 7 – DESEMPENHO DO SISTEMA QUANTO AO ESTADO QUALITATIVO DA ÁGUA

MUNICÍPIOS	MÉDIA	DESEMPENHO
Amparo	Sem dados	Sem dados
Barra de São Miguel	0,66	Potencialmente sustentável
Boqueirão	0,74	Potencialmente sustentável
Cabaceiras	0,34	Potencialmente insustentável
Camalaú	0,71	Potencialmente sustentável
Congo	0,77	Potencialmente sustentável
Coxixola	0,81	Sustentável
Monteiro	0,86	Sustentável
Ouro Velho	0,86	Sustentável
Prata	0,70	Potencialmente sustentável
São Domingos do Cariri	0,69	Potencialmente sustentável
São João do Cariri	0,76	Potencialmente sustentável
São João do Tigre	Sem dados	Sem dados
São Sebastião do Umbuzeiro	Sem dados	Sem dados
Serra Branca	0,95	Sustentável
Sumé	0,80	Potencialmente sustentável
Zabelê	Sem dados	Sem dados
Média	0,74	Potencialmente sustentável

Fonte: Dados da pesquisa, 2011.

No intuito de sintetizar os resultados obtidos com a análise, encontram-se explicitadas no biograma abaixo, o desempenho da sub-bacia por categoria/dimensão e os respectivos índices de sustentabilidade hidroambiental. Quatro categorias apresentaram situação mais desfavorável, quando analisados sob a perspectiva da sustentabilidade hidroambiental: econômica (0,27), abastecimento humano (0,47), categoria desenvolvimento humano (0,50) e coleta de lixo (0,55), sinalizando as dimensões que precisam ser melhoradas de modo que não possa agravar ainda mais a situação hídrica da região estudada. De outro modo as categorias/dimensões que apresentaram melhores desempenhos foram: pressões sobre os recursos hídricos (0,76), estado qualitativo da água (0,74) e coleta de esgotos (0,65).

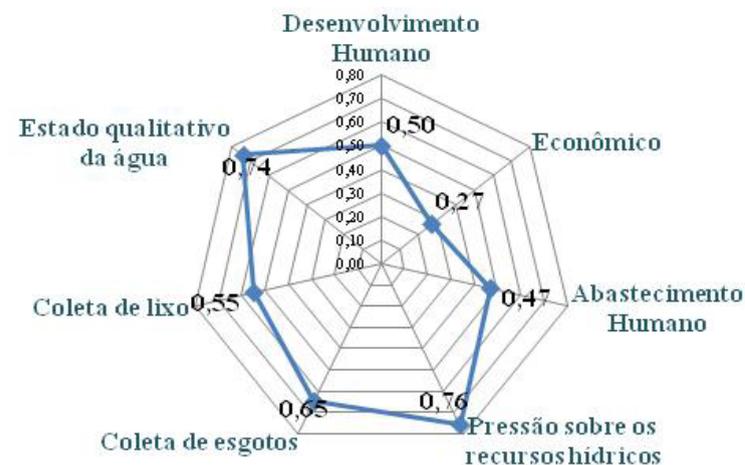


Gráfico 1 – Biograma geral das categorias/dimensões analisadas
Fonte: Dados da pesquisa, 2011.

Finalmente, a partir do biograma apresentado abaixo é possível visualizar melhor os níveis de sustentabilidade hidroambiental dos municípios analisados. Os resultados obtidos apontam que os municípios com melhores performances hidroambiental foram: Boqueirão (0,69), Monteiro (0,67), Sumé e Ouro Velho (0,66), Serra Branca (0,61). Os municípios com piores desempenhos foram: Prata e Coxixola (0,59), Congo (0,56), São João do Cariri (0,53), Camalaú e São Domingos do Cariri (0,52), Zabelê (0,51), Cabaceiras (0,49), Barra de São Miguel (0,46), São Sebastião do Umbuzeiro (0,45), Amparo (0,41) e São João do Tigre (0,31).

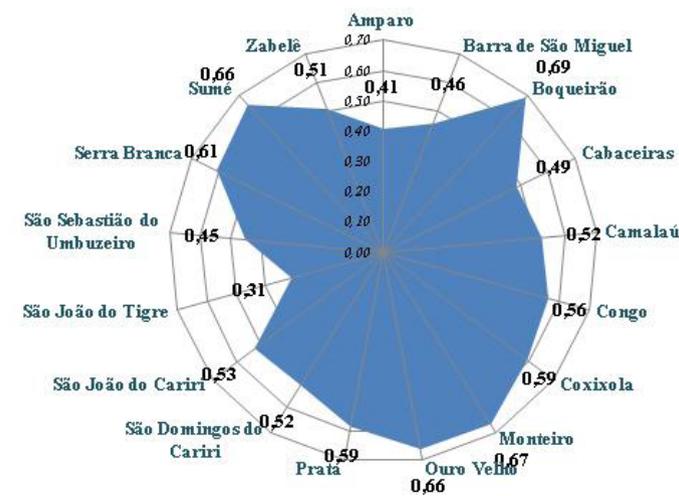


Gráfico 2 – Biograma do ISHBH dos Municípios da Sub-bacia Hidrográfica
Fonte: Dados da pesquisa, 2011.

Esses resultados demonstram a situação de insustentabilidade hídrica que alguns municípios enfrentam, evidenciando a necessidade de definir programas de gestão hídrica capazes de reverter esse cenário de instabilidade, através de ações mais responsáveis por parte das entidades reguladoras da gestão de águas e demais entidades de classe no estado paraibano e em especial na sub-bacia estudada.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização deste estudo permitiu verificar o nível de sustentabilidade da sub-bacia hidrográfica do Alto Curso do Rio Paraíba, PB, evidenciando quais municípios se encontram em situação menos favorável (insustentável) em relação à sustentabilidade hídrica, segundo a escala adotada no estudo.

De maneira geral pode-se afirmar que os aspectos relacionados às dimensões/categorias econômicas, coleta de lixo e desenvolvimento humano são as que necessitam de mais ações com vistas a melhorias, uma vez que nelas residem entraves consideráveis relacionados à sustentabilidade hídrica da sub-bacia estudada.

Notadamente, faz-se necessário buscar alternativas que possam determinar o êxito desse cenário, sendo essencial a integração e a inclusão dos diferentes atores sociais no processo de forma que possa ser possível buscar alternativas capazes de reverter esse cenário.

Destaque-se também a necessidade de definir políticas públicas no sentido de estimular o crescimento da geração de alternativas sustentáveis de emprego e renda, dos níveis de educação ambiental, bem como em investimentos nas áreas diretamente relacionadas aos recursos hídricos, na tentativa de vislumbrar resultados mais satisfatórios.

Como sugestão para trabalhos futuros, sugere-se a ampliação do número de informações (dados) relativo aos parâmetros importantes para a análise do sistema, assim como o número de indicadores e a aplicação em outras sub-bacias ou bacias hidrográficas do estado Paraibano, bem como de outros estados de maneira que possa dispor de critérios mais amplos em relação à sustentabilidade hidroambiental.

Finalmente, pode-se inferir e reconhecer que os resultados referentes à aplicação dessa metodologia para construção de um índice de sustentabilidade hidroambiental para bacias hidrográficas possibilita obter informações relevantes acerca da realidade estudada, através da mensuração de indicadores que forneceram informações para a identificação das dimensões/categorias analisadas. Todavia, e considerando os argumentos destacados por Cândido (2010), qualquer tentativa de medir o desenvolvimento e a sustentabilidade tem sempre muitas limitações e serão sempre passíveis de discussões, uma vez que se trata de questões complexas e paradoxais.

As limitações do estudo giram em torno de aspectos relacionados à complexidade de cada um dos indicadores, variáveis e dimensões/categorias envolvidas; pela multipli-

cidade de possibilidades de inter-relações entre os indicadores considerados; pela falta de bancos de dados fidedignos e, ainda, por outras razões diversas que um ou outro indicador não foi utilizado. Além disso, existe a percepção diferenciada dos vários atores sociais e das institucionais envolvidas, que são reflexos de valores culturais, econômicos, políticos, institucionais a respeito de tais indicadores e sua relação em um processo de desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIAS

- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DA PARAÍBA. (2008). *Instituto de Desenvolvimento Municipal e Estadual*. João Pessoa: IDEME, 2008, 1457 p.
- AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA – AESA. (2011). Disponível em: www.aesa.pb.gov.br. Acesso em 29 fev. 2011.
- BARROS, R. A.; AMORIM, A. P. CÂNDIDO, G. A. (2010). *Análise da Sustentabilidade Municipal: Uma aplicação do Barometer of Sustainability em Campina Grande, PB*. In: CÂNDIDO, G. A. (Org.). *Desenvolvimento Sustentável e Sistemas de Indicadores de Sustentabilidade: Formas de aplicações em contextos geográficos diversos e contingências específicas*. Campina Grande, PB: Ed. UFCG, pp. 321-351.
- CADERNO DE INFORMAÇÕES SOBRE SAÚDE DA PARAÍBA. (2011). *Informações de Saúde – DATA-SUS*. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/tabdata/cadernos/pb.htm>. Acesso em: 10 mar. 2011.
- CÂNDIDO, G. A. (2010). *Anotações de aula – Disciplina Sistema de Indicadores de Sustentabilidade*. Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais (Doutorado) – PPGRN/UFCG, Campina Grande, PB.
- DANIEL, O. (2000). *Definição de Indicadores de Sustentabilidade para Sistemas Agroflorestais*. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal – Universidade Federal de Viçosa – MG, 123 p.
- DIAGNÓSTICO DOS SERVIÇOS DE ÁGUA E ESGOTOS (2008)**. *Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS)*. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/PaginaCarrega.php?EWRErterterTERTer=85>. Acesso em: 15 mar. 2011.
- KRONEMBERGER, D. M. P.; CLEVELARIO JUNIOR, J.; NASCIMENTO, J. A. S. do N.; COLLARES, J. E. R.; SILVA, L. C. D. (2008). *Desenvolvimento Sustentável no Brasil: Uma Análise a partir da Aplicação do Barômetro da Sustentabilidade*. Revista Sociedade & Natureza, Uberlândia, jun. 20 (1), pp. 25-50.
- GUIMARÃES, L. T. (2008). *Proposta de um Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável para Bacias Hidrográficas*. Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro/RJ, 253 p.
- GUIMARÃES, L. T.; TURETTA, A. P. D.; COUTINHO, H. L. C. (2010). *Uma proposta para avaliar a sustentabilidade da expansão do cultivo da cana-de-açúcar no Estado do Mato Grosso do Sul*. Revista Sociedade & Natureza, Uberlândia, ago. 22 (2), pp. 313-327.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. (2011). Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>, acesso em: mar./abr. 2011.
- LIRA, W. S. (2008). *Sistema de Gestão do Conhecimento para Indicadores de Sustentabilidade – SIGECIS: Proposta de uma metodologia*. Campina Grande – PB. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Campina

Grande. Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais.

MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. (2010). *Indicadores Ambientais e Recursos Hídricos: Realidade e Perspectivas para o Brasil a partir da Experiência Francesa*. 2. ed. Editora Bertrand Brasil, 686 p.

MARANHÃO, N. (2007). *Sistema de Indicadores para Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas*. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 422 p.

MARTINS, M. F.; CÂNDIDO, G. A. (2008). Índice de Desenvolvimento Sustentável para Municípios (IDSM): metodologia para análise e cálculo do IDSM e classificação dos níveis de sustentabilidade – uma aplicação no Estado da Paraíba. João Pessoa: Edições Sebrae-PB.

MOURA, L. G. V. (2002). *Indicadores para a Avaliação da Sustentabilidade em Sistemas de Produção da Agricultura Familiar: O Caso dos Fumicutores de Agudo – RS*. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural. Faculdade de Ciências Econômicas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 251, p.

PHILIPPI JR., A.; ROMÉRO, M. de A.; BRUNA, G. C. (2004). *Uma Introdução à Questão Ambiental*. In: Curso de Gestão Ambiental. Arlindo Philippi Jr, Marcelo de Andrade Romero e Gilda Collet Bruna (Editores). Barueri, SP: Manole, pp. 3-16.

SEPÚLVEDA, S. (2005). *Desenvolvimento microregional sustentável: métodos para planejamento local*. Brasília: IICA, 292 p.

SILVA, A. M. da; CORREIA, A. M. M.; CÂNDIDO, G. A. (2010). *Ecological Footprint Method: Avaliação da Sustentabilidade no Município de João Pessoa, PB*. In: CÂNDIDO, G. A. (Org.). *Desenvolvimento Sustentável e Sistemas de Indicadores de Sustentabilidade: Formas de aplicações em contextos geográficos diversos e contingências específicas*. Campina Grande, PB: Ed. UFCG, pp. 236-271.

VAN BELLEN, H. M. (2006). *Indicadores de Sustentabilidade: Uma Análise Comparativa*. 2. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2006, 253 p.

VIEIRA, P. M. S.; STUDART, T. M. C. (2009). *Proposta Metodológica para o Desenvolvimento de um Índice de Sustentabilidade Hidro-Ambiental de Áreas Serranas no Semiárido Brasileiro - Estudo de Caso: Maciço de Baturité, Ceará*. RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume 14 n.4 Out/Dez, pp. 125-136.

WAQUIL, P. D.; SCHNEIDER, S.; FILIPPI, E. E.; CONTERATO, M. A.; SPECHT S. (2007). *Para Medir o Desenvolvimento Territorial Rural: Validação de Uma Proposta Metodológica*. In: Anais do XLV Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, Universidade Estadual de Londrina, PR, 22 a 25 de julho, 21 p.

ANÁLISE DA SUSTENTABILIDADE HIDROAMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE FAGUNDES, PB

José Ribamar Marques de Carvalho
Enyedja Kerlly Martins de A. Carvalho
Edjânio Lopes Queiroga

1 INTRODUÇÃO

O uso de indicadores para a avaliação de municípios tem sido cada dia mais frequente, em função da possibilidade de identificar entraves relacionados a políticas públicas que envolvam aspectos econômicos, sociais e ambientais.

A problemática que permeia o meio ambiente fruto das pressões humanas para com a natureza fez com que no atual contexto surgisse um tema de grande relevância – o desenvolvimento sustentável, que passou a ser um dos temas mais debatidos e estudados nos meios acadêmicos e científicos, governamentais (CARVALHO *et al.*, 2011). É cada vez mais generalizada, hoje em dia, a consciência de nosso dever em relação às gerações futuras e a limites que a natureza, o meio ambiente nos impõem (CAVALCANTI, 2009).

Com o avanço dos estudos em desenvolvimento sustentável, torna-se mais perceptível o fato desse tema deixar de ter uma ligação unidirecional com as questões ambientais, passando a ser um tema multidisciplinar no qual além das tradicionais questões ambientais a sociedade como um todo passa a fazer parte dessa problemática (BARROS *et al.* 2009).

Especialmente no contexto dos recursos hídricos, no mundo atual, uma em cada seis pessoas não tem acesso à água potável, quase metade da população mundial carece de instalações sanitárias apropriadas em suas residências e, a cada quinze segundos, uma criança morre devido a alguma doença relacionada com a água (EDWARDS, 2008).

Essa preocupação fez com que surgissem diversos estudos, metodologias e ferramentas, alicerçadas no uso de indicadores, capazes de avaliar o desempenho de países, estados e municípios em relação a sustentabilidade ambiental (SEPÚLVEDA, 2005; MARTINS e CÂNDIDO, 2008; SILVA, 2008; CÂNDIDO, VASCONCELOS e SOUZA, 2010; VASCONCELOS, 2011) dentre outros.

Observa-se que um dos maiores desafios enfrentados na quantificação ou qualificação da sustentabilidade consiste na elaboração de metodologias adequadas que permitam avaliar a sustentabilidade de realidades locais, regionais ou nacionais, posto existirem diferentes características e peculiaridades inerentes aos aspectos sociais, econômicos, ambientais, culturais e institucionais (CARVALHO, *et al.* 2011).

Data do final da década de 1980 o surgimento de propostas de construção de indicadores ambientais. Tais propostas possuem em comum o objetivo de fornecer subsídios

à formulação de políticas nacionais e acordos internacionais, bem como à tomada de decisão por atores públicos e privados. Também buscam descrever a interação entre a atividade antrópica e o meio ambiente e conferir ao conceito de sustentabilidade maior concretude e funcionalidade (BRAGA *et al.*, 2004).

Nesse sentido e considerando os argumentos expostos por Castro *et al.* (2009) entende-se que a avaliação global de uma metodologia, é também relevante a verificação do número de indicadores. Com efeito, o seu número deve ser exaustivo para verificar os principais aspectos necessários, mas não deve ser excessivo, uma vez que pode levar à dificuldade na aplicação da metodologia.

Os mais variados especialistas da área de meio ambiente afirmam que uma ferramenta de avaliação pode ajudar a transformar a preocupação com a sustentabilidade em uma ação pública consistente (VAN BELLEN, 2003).

Nesse sentido e considerando o interesse e a necessidade de entender como se apresenta a realidade local o presente estudo objetiva **identificar o nível de sustentabilidade hidroambiental do município de Fagundes, PB.**

Para esse estudo adotou-se o modelo proposto por Carvalho et al. (2011) quando propuseram um Índice de Sustentabilidade Hidroambiental para Municípios – ISHM, composto por 7 dimensões/categorias e 51 indicadores. As categorias/dimensões e respectivos indicadores que formaram o índice foram relacionadas ao desempenho do sistema quanto: ao desenvolvimento humano (9 indicadores); quanto aos indicadores econômicos (6 indicadores); ao abastecimento humano (9 indicadores); quanto às pressões da irrigação, pecuária, abastecimento rural, aquicultura e lazer (11 indicadores); quanto à coleta de esgotos (6 indicadores); quanto ao atendimento de coleta de lixo (4 indicadores); e quanto ao estado qualitativo da água (6 indicadores).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

O Crescimento Econômico, por muito tempo, foi posto como algo essencial e primordial como garantia de riqueza de um país, de modo que era sinônimo, na maioria das vezes, de desenvolvimento econômico. Em contrapartida, acreditava-se que os recursos naturais não eram finitos, que poderiam ser explorados indiscriminadamente. Essa visão era reforçada pelos meios de produção que visavam uma maior maximização dos seus lucros. Portanto, verificava-se um crescimento econômico baseado no elevado aumento de problemas ambientais e sociais (ROMEIRO, 2007).

O debate sobre desenvolvimento sustentável tem crescido nas sociedades de países desenvolvidos, bem como nos países em desenvolvimento. Pensar o desenvolvimento

sustentável remete-se, inevitavelmente, a indagação do que se conceitua por desenvolvimento e por essa adjetivação sustentável. No entanto, apesar de nas últimas décadas ter ocorrido uma maior internalização e compreensão desses termos, para Vasconcelos (2011), é a partir do entendimento da diferenciação entre crescimento e desenvolvimento que entram em cena novas discussões pautadas na necessidade de se realizar transformações nas teorias e políticas desenvolvimentistas, fomentando, assim, a necessidade de se buscar um desenvolvimento tido como sustentável. Neste cerne, a ideia de crescimento econômico passa a ser analisada com mais cautela, possibilitando o surgimento de debates acerca do conceito de desenvolvimento sustentável. Segundo Van Bellen (2002), trata-se, na verdade, da reavaliação da noção do desenvolvimento predominantemente ligado à ideia de crescimento, até o surgimento do conceito de desenvolvimento sustentável.

O termo desenvolvimento sustentável surgiu em 1980 e foi consagrado em 1987 pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, conhecida como Comissão Brundtland, que produziu um relatório considerado básico para a definição desta noção e dos princípios que lhe dão fundamento (IBGE, 2010).

De acordo com o Relatório Brundtland:

[...] desenvolvimento sustentável é um processo de transformação no qual a exploração dos recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional se harmonizam e reforça o potencial presente e futuro, a fim de atender às necessidades e aspirações futuras [...] é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades (NOSSO, 1988, *apud* IBGE 2010).

Dessa forma, na visão de Van Bellen (2002), o conceito de desenvolvimento sustentável é resultado de um processo histórico de reavaliação crítica da relação existente entre a sociedade civil e seu meio natural. Por se tratar de um processo contínuo e complexo, observa-se, hoje, que existe uma diversidade de abordagens que procura explicar o conceito de sustentabilidade. Essa variedade pode ser mostrada pelo enorme número de definições relativas a este conceito.

Analisando os conceitos estudados, verifica-se que a discussão centra-se na necessidade e/ou possibilidade de conciliar desenvolvimento econômico, social e preservação da diversidade ambiental, para atender, como cita o Relatório Brundtland, à satisfação das necessidades das presentes e futuras gerações. Esse novo conceito propugna-se na construção de um novo paradigma de desenvolvimento, baseado na noção de sustentabilidade e constituindo-se numa nova possibilidade para as sociedades modernas, que se denomina desenvolvimento sustentável.

A partir dessa percepção, surge a ideia do desenvolvimento sustentável, buscando conciliar o desenvolvimento econômico à preservação ambiental e, ainda, ao fim da pobreza no mundo. É fortalecida a percepção de que é preciso desenvolver com consciência das limitações ecológicas, para que as gerações futuras tenham condições de existir

e viver bem, de acordo com as suas necessidades. É neste contexto que a informação torna-se um fator preponderante para se promover o desenvolvimento de forma sustentável através do uso eficiente dos sistemas de indicadores de sustentabilidade (LIRA; CÂNDIDO, 2008).

De acordo com Carvalho *et al.* (2011) essa preocupação em rever o conceito de desenvolvimento mostrou que a noção de progresso associada à ideia de crescimento vivenciada durante após a Revolução Industrial do Século XX, necessitava ser examinada em função das crises econômicas, ambientais, sociais e político-institucionais, de modo que pudesse ser substituída por uma interação mais arrojada em relação à sociedade-natureza e em especial dos recursos hídricos.

2.1 INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE

O desenvolvimento sustentável, ou sustentabilidade, é um novo conceito de desenvolvimento que aglutina num trinômio indissolúvel os desenvolvimentos econômico, social e ambiental. Apesar de esse conceito ter sido cunhado em 1987 pelo Relatório Brundtland, somente a partir da última década que ele tem sido discutido e inserido nas agendas governamentais e empresariais. O primeiro grande movimento para inserção desse tema nessas agendas, sobretudo nas governamentais, foi a elaboração da chamada Agenda 21 durante a Rio-92 (DELAJ; TAKAHASHI, 2006).

Um fator imprescindível para a operacionalização desse conceito na tomada de decisão empresarial e governamental, segundo o capítulo oitavo da Agenda 21, é a integração das decisões sociais, econômicas e ambientais por meio da utilização de indicadores que mensurem o desenvolvimento sustentável.

A diversidade de indicadores faz emergir a necessidade da existência de um número elevado de sistemas que possam englobá-los, de acordo com seu enfoque, o que justifica a existência de diversos Sistemas de Indicadores de Sustentabilidade mundialmente conhecidos com focos e abordagens diversos.

2.2 ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE HIDROAMBIENTAL PARA MUNICÍPIOS

Em meio a uma diversidade de Sistemas de Indicadores de Sustentabilidade Hidroambientais existentes, foi adotado para esse estudo a proposta elaborada por Carvalho *et al.* (2011), com o objetivo de verificar o nível de sustentabilidade de municípios, ou seja, verificar quais municípios se encontram em situação mais insustentável/sustentável em relação à sustentabilidade hídrica.

O Índice de Sustentabilidade Hidroambiental para Municípios é ferramenta que consiste em um sistema de indicadores capaz de medir o nível de sustentabilidade hí-

drica e ambiental de um município, através do cálculo do índice de sustentabilidade do mesmo. Esse índice é de autoria de Carvalho *et al.* (2011) composto por 51 indicadores hidroambientais (critérios) capaz de identificar aspectos da sustentabilidade hidroambiental das cidades estudadas, enquadrados em 7 dimensões (figura 1). A escolha dos indicadores desse modelo pauta-se no entendimento necessário à compreensão das relações de cada um dos indicadores com as relações entre sociedade e natureza. Ele é formado por um conjunto de seis dimensões (social, demográfica, ambiental, econômica, político-institucional e cultural), cada qual com seus respectivos indicadores. Como dito anteriormente, o IDSM surgiu da carência de dados específicos para municípios, uma vez que os demais instrumentos referem-se às unidades da federação ou países (CARVALHO *et al.* 2011).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Com relação aos seus objetivos, o trabalho pode ser classificado como um estudo exploratório, devido ao caráter recente e ainda pouco explorado do tema escolhido. Quanto à forma de abordagem, o mesmo representa uma pesquisa quantitativa, considerando o levantamento de dados quantitativos e suas respectivas formas de análise. Em relação à natureza do estudo, o mesmo pode ser classificado como pesquisa aplicada, dada sua intenção de aplicar um instrumento de pesquisa já construído.

A variável central da pesquisa é representada pelo tema Desenvolvimento Hidroambiental, uma vez que o objetivo principal da mesma consiste em identificar o desempenho da cidade de Fagundes, PB, com relação a esse fenômeno. A escolha da cidade foi feita devido à relevância em que se viu de avaliar o índice de desenvolvimento sustentável no referido município, visto que pode contribuir para a busca e definição de políticas públicas, contribuindo para ajudar na melhoria da gestão dos recursos hídricos no contexto específico.

O levantamento dos dados para a conclusão desse estudo foi obtido através do sistema de indicadores sugerido pela metodologia Índice de Desenvolvimento Sustentável Hidroambiental para Municípios – IDSHM de Carvalho *et al.* (2011).

A metodologia utilizada neste estudo consistiu em uma pesquisa documental e exploratória, na qual fez o uso da estatística descritiva.

Os indicadores do modelo apresentam diferentes unidades de medida, fazendo com que fossem utilizadas unidades de agregação a partir das relações positivas e negativas de cada uma delas. O procedimento procurou ajustar os valores observados das variáveis a escalas cujo valor mínimo é 0 (zero) e valor máximo é igual a 1 (um), criando condições para a agregação nas dimensões/categorias, e conseqüentemente a estimação do indicador proposto (Índice de Sustentabilidade Hidroambiental para Bacias Hidrográficas – ISHBH), conforme regra encontrada em Carvalho *et al.* (2011):

RELAÇÃO POSITIVA: $I = \frac{x - m}{M - m}$	RELAÇÃO NEGATIVA: $I = \frac{M - x}{M - m}$
Onde: I = índice calculado referente a cada variável, para cada território analisado; x = valor observado de cada variável em cada território analisado; m = valor mínimo considerado; M = valor máximo considerado.	

Quadro 1 – Relação positiva e negativa para análise das variáveis | Fonte: Carvalho (2011).

Para tanto, foi realizado o cálculo do índice para cada indicador, e consequentemente realizado a agregação desses índices por dimensão através da média aritmética. Para a avaliação da sustentabilidade do município de Fagundes que varia 0,00 a 1,00. Ela está dividida em cinco setores de 20 pontos cada com a seguinte classificação:

ÍNDICE (0,00-1,00)	DESEMPENHO	COLORAÇÃO
0,00-0,20	Ruim / insustentável	
0,21-0,40	Pobre / potencialmente insustentável	
0,41-0,60	Médio / intermediário	
0,61-0,80	Bom / potencialmente sustentável	
0,81-1,00	Muito bom / sustentável	

Quadro 2 – Classificação e representação dos índices em níveis de sustentabilidade hidroambiental | Fonte: Carvalho (2011)

Nessa classificação, os índices de sustentabilidade com valores entre 0,0000 e 0,2000 são caracterizados pela *performance* que revela um estado ruim de sustentabilidade; os índices com valores entre 0,21 e 0,40 foram representados pela *performance* que revela um estado ou situação pobre / potencialmente insustentável; os índices com valores entre 0,41 e 0,60 foram representados pela *performance* que revela um estado ou situação médio / intermediário; os índices com valores entre 0,61 e 0,80 representam desempenho bom / potencialmente sustentável e por último, os índices com valores entre 0,81 e 1,00 foram representados pela *performance* que revela estado ou situação muito boa / sustentabilidade.

As categorias/dimensões foram distribuídas em 51 indicadores conforme descrição a seguir:

(continua)

CATEGORIA/ DIMENSÃO	INDICADOR	FONTE	TIPO DE RELAÇÃO DO INDICADOR
DESEMPENHO DO SISTEMA QUANTO AO DESENVOLVIMENTO HUMANO	Taxa de Alfabetização	IDEME-PB (2008)	Positiva
	Taxa de Mortalidade Infantil	IDEME-PB (2008)	Negativa
	IDH-M (Índice de Desenvolvimento Humano Municipal)	IDEME-PB (2008)	Positiva
	Expectativa de Vida ao Nascer	IDEME-PB (2008)	Positiva
	Quantidade de estabelecimentos de saúde	IBGE (2009)	Positiva
	Taxa de hospitalização por desidratação em menores de 5 anos	SIAB-DATASUS (2009)	Negativa
	Taxa de mortalidade infantil por diarreia (por 1.000 nascidos vivos)	SIAB-DATASUS (2009)	Negativa
	População coberta pelo Programa de Saúde da Família (PSF)	SIAB-DATASUS (2009)	Positiva
	Relação entre população urbana e rural	IBGE (2010)	Positiva

CATEGORIA/ DIMENSÃO	INDICADOR	FONTE	TIPO DE RELAÇÃO DO INDICADOR
DESEMPENHO DO SISTEMA QUANTO AOS INDICADORES ECONÔMICOS	PIB <i>per capita</i> em reais	IBGE (2008)	Positiva
	Receitas de impostos e transferências de recursos <i>per capita</i>	DATASUS (2009)	Positiva
	Despesa total com saúde	SIOPS-DATASUS (2010)	Positiva
	Despesa total com saúde <i>per habitante</i>	SIOPS-DATASUS (2010)	Positiva
	Transferência SUS <i>per habitante</i>	SIOPS-DATASUS (2010)	Positiva
	Tarifa Média de Água (R\$/m ³)	SNIS (2008)	Negativa
DESEMPENHO DO SISTEMA QUANTO AO ABASTECIMENTO HUMANO	População total	IBGE (2010)	Positiva
	Densidade demográfica	IBGE (2010)	Positiva
	Precipitação média anual	AESA (2010)	Positiva
	Consumo médio <i>per capita</i> (l/hab/dia)	SINS (2008)	Negativa
	Índice de atendimento urbano de água (%)	SINS (2008)	Positiva
	Índice de perdas na distribuição (%)	SINS (2008)	Negativa
	% abastecimento <i>per rede geral</i>	DATASUS, IBGE (2002)	Positiva
	% de abastecimento <i>per poço nascente</i>	DATASUS, IBGE (2002)	Negativa
% Outra forma de abastecimento de água	DATASUS, IBGE (2002)	Negativa	
DESEMPENHO DO SISTEMA QUANTO AS PRESSÕES DA IRRIGAÇÃO, PECUÁRIA, ABASTECIMENTO RURAL, AQUICULTURA E LAZER	Outorga p/irrigação (m ³ /h)	AESA (2010)	Negativa
	Outorga p/abast.rural (m ³ /h)	AESA (2010)	Negativa
	Outorga p/abast. urbano (m ³ /h)	AESA (2010)	Negativa
	Outro tipo de outorga (m ³ /h)	AESA (2010)	Negativa
	Número de bovinos	IBGE (2009)	Negativa
	Número de equinos	IBGE (2009)	Negativa
	Número de assíninos	IBGE (2009)	Negativa
	Números de muare	IBGE (2009)	Negativa
	Número de suínos	IBGE (2009)	Negativa
	Número de caprinos	IBGE (2009)	Negativa
Número de ovinos	IBGE (2009)	Negativa	
DESEMPENHO DO SISTEMA QUANTO A COLETA DE ESGOTOS	% rede sanitária via esgoto	DATASUS, IBGE (2002)	Positiva
	% rede sanitária via fossa séptica	DATASUS, IBGE (2002)	Negativa
	% rede sanitária via fossa rudimentar	DATASUS, IBGE (2002)	Negativa
	% rede sanitária via vala	DATASUS, IBGE (2002)	Negativa
	% rede sanitária via rio ou lago	DATASUS, IBGE (2002)	Negativa
% que não dispõe de instalação sanitária	DATASUS, IBGE (2002)	Negativa	
DESEMPENHO DO SISTEMA QUANTO AO ATENDIMENTO DE COLETA DE LIXO	% de lixo coletado	DATASUS, IBGE (2002)	Positiva
	% lixo queimado	DATASUS, IBGE (2002)	Negativa
	% lixo enterrado	DATASUS, IBGE (2002)	Negativa
	% lixo jogado	DATASUS, IBGE (2002)	Negativa
DESEMPENHO DO SISTEMA QUANTO AO ESTADO QUALITATIVO DA ÁGUA	Incidência das análises de cloro residual fora do padrão (%)	SNIS (2008)	Negativa
	Incidência das análises de turbidez fora do padrão (%)	SNIS (2008)	Negativa
	Índice de conformidade da quantidade de amostras - cloro residual (%)	SNIS (2008)	Negativa
	Índice de conformidade da quantidade de amostras - turbidez (%)	SNIS (2008)	Negativa
	Incidência das análises de coliformes totais fora do padrão (%)	SNIS (2008)	Negativa
	Índice de conformidade da quantidade de amostras - coliformes totais (%)	SNIS (2008)	Negativa

Quadro 1 – Indicadores hidroambientais utilizados no estudo | Fonte: Carvalho (2011).

O município escolhido para o estudo de caso foi o município de Fagundes, PB, localizado na Região Metropolitana de Campina Grande, estado da Paraíba. Sua população em 2011 foi estimada pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) em 11.368 habitantes, distribuídos em 162 km² de área. Neste sentido, a ideia básica deste artigo consistiu em analisar individualmente o comportamento dos indicadores do modelo proposto por Carvalho et al. (2011). Neste modelo existe uma característica intrínseca na qual o comportamento da variável em análise é sempre obtido em função do comportamento de outros municípios do mesmo escopo geográfico no qual os autores analisam, de modo a obter uma medida de comparação entre as cidades.

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Nesta seção são apresentados e discutidos os resultados do estudo oriundos da aplicação da metodologia IDSHM no Município de Fagundes, de acordo com os parâmetros estabelecidos pela ferramenta.

4.1 NÍVEL DE SUSTENTABILIDADE DA CIDADE DE FAGUNDES

Depois de aplicada a metodologia sugerida, foi feito o cálculo do índice de sustentabilidade para a cidade de Fagundes no intuito de desenvolver uma análise com relação ao nível de sustentabilidade hidroambiental do município.

O saldo da **Dimensão Desenvolvimento Humano** foi positivo, uma vez que o seu índice de sustentabilidade foi de 0,7546, um nível considerado ideal. Merecem destaque os indicadores referentes à imunização contra doenças infecciosas infantis, os quais se encontram em uma situação crítica, muito abaixo do ideal, fazendo com que haja a necessidade de se pensar melhor em políticas públicas para este aspecto. No quadro abaixo é possível visualizar o panorama dos indicadores, com os respectivos índices de sustentabilidade para a Dimensão em questão.

TABELA 1 – DESEMPENHO DO SISTEMA QUANDO AO DESENVOLVIMENTO HUMANO (continua)

INDICADOR	ÍNDICE	PERFORMANCE
Taxa de Alfabetização	0,37	Potencialmente insustentável
Taxa de Mortalidade Infantil	0,80	Potencialmente sustentável
IDH-M (Índice de Desenvolvimento Humano Municipal)	0,30	Potencialmente insustentável
Expectativa de Vida ao Nascer	0,25	Potencialmente insustentável
Quantidade de estabelecimentos de saúde	0,02	Insustentável

INDICADOR	ÍNDICE	PERFORMANCE
Taxa de hospitalização por desidratação em menores de 5 anos	0,85	Sustentável
Taxa de mortalidade infantil por diarreia (por 1.000 nascidos vivos)	0,62	Potencialmente sustentável
População coberta pelo Programa de Saúde da Família (PSF)	0,89	Sustentável
Relação entre população urbana e rural	0,45	Intermediário
Média da Dimensão	0,50	Intermediário

Fonte: Dados da pesquisa, 2013.

O saldo da **Dimensão Econômica** foi muito negativo, uma vez que seus indicadores apresentaram nível insustentáveis. Para esta dimensão é interessante se pensar em alternativas para se promover de forma equitativa a renda da população, e ainda de estimular a prática que façam com que o município de Fagundes possa desenvolver meios para buscar sua autonomia financeira relacionada a geração de renda. Esse cenário é muito similar na região nordestina (e porque não dizer brasileira), uma vez que ainda não existem políticas públicas economicamente sustentáveis que possam minimizar as desigualdades existentes em nosso país. Na tabela 2 é possível visualizar o panorama dos indicadores, com os respectivos índices de sustentabilidade para esta dimensão.

TABELA 2 – DESEMPENHO DO SISTEMA QUANTO AOS INDICADORES ECONÔMICOS

INDICADOR	ÍNDICE	PERFORMANCE
PIB <i>per capita</i> em reais	0,00	Insustentável
Receitas de impostos e transferências de recursos	0,03	Insustentável
Despesa total com saúde	0,01	Insustentável
Despesa total com saúde por habitante	0,08	Insustentável
Transferência SUS por habitante	0,05	Insustentável
Tarifa Média de Água (R\$/m ³)	0,02	Insustentável
Média Geral da Dimensão	0,03	Insustentável

Fonte: Dados da pesquisa, 2013.

O desempenho do município em relação ao **Abastecimento Humano** demonstra uma situação potencialmente insustentável (média = 0,40), demonstrando a necessidade de melhorias nesse cenário e em especial nos indicadores população total, densidade demográfica, precipitação média anual, índice de perdas na distribuição da água (tabela 3).

TABELA 3 – DESEMPENHO DO SISTEMA QUANTO AO ABASTECIMENTO HUMANO (continua)

INDICADOR	ÍNDICE	PERFORMANCE
População total	0,001	Insustentável

(continuação)

INDICADOR	ÍNDICE	PERFORMANCE
Densidade demográfica	0,08	Insustentável
Precipitação média anual	0,07	Insustentável
Consumo médio per capita (l/hab/dia)	0,96	Sustentável
Índice de atendimento urbano de água (%)	1,00	Sustentável
Índice de perdas na distribuição (%)	0,04	Insustentável
% abastecimento por rede geral	0,36	Intermediário
% de abastecimento por poço nascente	0,48	Intermediário
% Outra forma de abastecimento de água	0,59	Intermediário
Média Geral da Dimensão	0,40	Potencialmente Insustentável

Fonte: Dados da pesquisa, 2013.

Com relação à **Dimensão Pressões sobre os Recursos Hídricos**, seu saldo foi satisfatório, uma vez que, o seu índice de sustentabilidade foi de 0,86, um nível considerado sustentável e ideal. Fatores que contribuíram para essa performance estão relacionados ao fato de que ainda não existem pressões significativas sobre os recursos hídricos da região (isso quando se compara com outros municípios da região do médio curso do Rio Paraíba), ou seja, esse resultado advém do fato de que nessas localidades as atividades econômicas principais não estão relacionadas a estas pressões (pecuária, irrigação, abastecimento rural, aquicultura e lazer), o que minimiza os impactos sobre os recursos hídricos, conforme defendem Carvalho *et al.* (2011). Veja que os 67% dos indicadores dessa dimensão apresentaram níveis sustentáveis, denotando que os entraves na região em relação a gestão dos recursos hídricos não são oriundos dessas variáveis. Na tabela abaixo é possível visualizar o panorama dos indicadores, com os respectivos índices de sustentabilidade hidroambiental para a Dimensão em questão (tabela 4).

TABELA 4 – DESEMPENHO DO SISTEMA QUANTO ÀS PRESSÕES DA IRRIGAÇÃO, PECUÁRIA, ABASTECIMENTO RURAL, AQUICULTURA

(continua)

INDICADOR	ÍNDICE	PERFORMANCE
Outorga p/irrigação (m³/h)	1,00	Sustentável
Outorga p/abast.rural (m³/h)	1,00	Sustentável
Outorga p/abast. urbano (m³/h)	1,00	Sustentável
Outro tipo de outorga (m³/h)	1,00	Sustentável
Número de bovinos	0,69	Potencialmente insustentável
Número de equinos	0,78	Potencialmente insustentável
Número de assínios	0,56	Intermediário
Números de muaras	0,93	Sustentável
Número de suínos	0,66	Potencialmente insustentável
Número de caprinos	0,95	Sustentável

(continuação)

INDICADOR	ÍNDICE	PERFORMANCE
Número de ovinos	0,91	Sustentável
Média Geral da Dimensão	0,86	Sustentável

Fonte: Dados da pesquisa, 2013.

O índice de sustentabilidade hidroambiental desta categoria foi de 0,57, onde mostra uma situação intermediária. Como se observa no município de Fagundes existe uma necessidade de saneamento básico. Essas variáveis são tidas como elementos que exercem forte pressão hídrica e apresentam números abaixo dos ideais, esses indicadores demonstram a necessidade em definir políticas da gestão pública do município, mesmo em um cenário intermediário, em busca de manter ou melhorar tais resultados, sendo necessário maior investimento nesse tipo de infraestrutura. Ver tabela 5.

TABELA 5 – DESEMPENHO DO SISTEMA QUANTO A COLETA DE ESGOTOS

INDICADOR	ÍNDICE	PERFORMANCE
% rede sanitária via esgoto	0,03	Insustentável
% rede sanitária via fossa séptica	0,94	Sustentável
% rede sanitária via fossa rudimentar	0,39	Potencialmente insustentável
% rede sanitária via vala	0,72	Potencialmente sustentável
% rede sanitária via rio ou lago	0,83	Sustentável
% que não dispõe de instalação sanitária	0,49	Intermediário
Média da Dimensão	0,57	Intermediário

Fonte: Dados da pesquisa, 2013.

O saldo da dimensão Coleta de Lixo não foi muito satisfatório, uma vez que o seu índice de sustentabilidade foi de 0,58, um nível considerado em estado intermediário. Tal resultado demonstra que o município de Fagundes necessita rever algumas alternativas para melhoria em termos de coleta de lixo, posto que essa dimensão exerce forte pressão sobre os recursos hídricos. Ou seja, uma administração pública na qual não exista bons níveis de coleta de lixo certamente afetam a situação hídrica local.

TABELA 6 – DESEMPENHO DO SISTEMA QUANTO AO ATENDIMENTO DE COLETA DE LIXO

INDICADOR	ÍNDICE	PERFORMANCE
% de lixo coletado	0,39	Potencialmente insustentável
% lixo queimado	0,46	Intermediário
% lixo enterrado	0,87	Sustentável
% lixo jogado	0,60	Intermediário
Média Geral da Dimensão	0,58	Intermediário

Fonte: Dados da pesquisa, 2013.

Em relação ao Estado Qualitativo da Água é possível observar uma situação potencialmente sustentável. Com destaque para os indicadores incidência das análises de turbidez fora do padrão (%), Índice de conformidade da quantidade de amostras – turbidez (%), Índice de conformidade da quantidade de amostras - coliformes totais (%).

TABELA 7 – DESEMPENHO DO SISTEMA QUANTO AO ESTADO QUALITATIVO DA ÁGUA

INDICADOR	ÍNDICE	PERFORMANCE
Incidência das análises de cloro residual fora do padrão (%)	0,85	Sustentável
Incidência das análises de turbidez fora do padrão (%)	1,00	Sustentável
Índice de conformidade da quantidade de amostras - cloro residual (%)	0,00	Insustentável
Índice de conformidade da quantidade de amostras – turbidez (%)	0,98	Sustentável
Incidência das análises de coliformes totais fora do padrão (%)	0,88	Sustentável
Índice de conformidade da quantidade de amostras - coliformes totais (%)	0,99	Sustentável
Média Geral da Dimensão	0,78	Potencialmente Sustentável

Fonte: Dados da pesquisa, 2013.

Finalmente, a partir do biograma apresentado no Gráfico 1 é possível visualizar melhor o nível de sustentabilidade hidroambiental do município. Os resultados obtidos apontam que a dimensão pressões sobre os recursos hídricos e estado qualitativo da água foram as que melhor se apresentam. As dimensões coleta de esgoto e coleta de lixo estão no patamar intermediário. A dimensão econômica foi a que apresentou situação mais crítica e que necessita de melhores esforços da gestão pública. No geral o município apresentou um nível intermediário já que apresentam uma média geral das dimensões de 0,53.

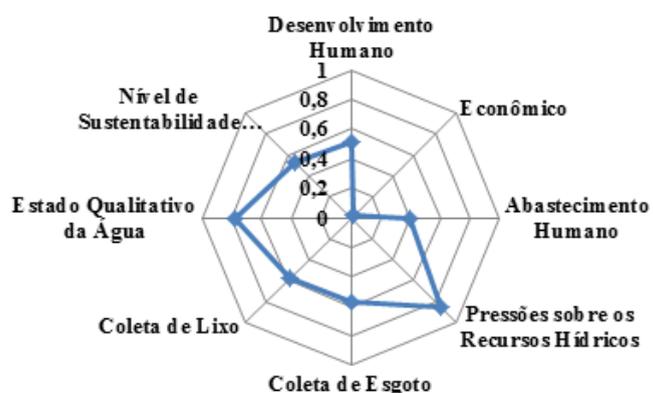


Gráfico – Índice de Sustentabilidade Hidroambiental de Fagundes
Fonte: Dados da pesquisa, 2013, com base em Carvalho (2011).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação da ferramenta ISHM possibilitou a visualização do nível de sustentabilidade da cidade de Fagundes – PB ao mesmo tempo em que forneceu um conjunto de informações relevantes para a formulação e implementação de políticas públicas de desenvolvimento e fortalecimento do processo de desenvolvimento local sustentável.

A transformação dos indicadores em índices ainda contribuiu para a visualização da realidade local, uma vez que a investigação forneceu um conjunto de informações acerca dos aspectos de desenvolvimento humano, econômico, abastecimento humano, pressões sobre os recursos hídricos, coleta de esgoto, coleta de lixo e estado qualitativo da água.

A aplicação revelou que o município de Fagundes apresenta uma situação **intermediária** tanto para efeito de comparação com o índice geral dos municípios da Região do Medio Curso do Rio Paraíba, quanto para a análise da cidade de forma isolada. Isso fica comprovado quando se tem vista um índice de sustentabilidade igual a 0,53 para o município, sendo este considerado “intermediário”, levando-se em conta os parâmetros estabelecidos na metodologia utilizada. É importante ressaltar que, de todas as dimensões apenas a econômica apresentou uma situação de alerta.

Notadamente, faz-se necessário buscar alternativas que possam determinar o êxito desse cenário, sendo essencial a integração e a inclusão dos diferentes atores sociais no processo de forma que possa ser possível buscar alternativas capazes de reverter esse cenário.

Sugere-se aplicar a metodologia em outros municípios da Paraíba, bem como de outros estados na tentativa de identificar gargalos ambientais em relação a gestão dos recursos hídricos.

REFERÊNCIAS

BARROS, Raquel Andrade; AMORIM, Bartira Pereira; CÂNDIDO, Gesinaldo Ataíde. *Análise da Sustentabilidade Municipal: uma Aplicação do Barometer of Sustainability em Campina Grande – PB*. In: Anais... XI ENCONTRO NACIONAL E I ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE GESTÃO EMPRESARIAL E MEIO AMBIENTE. São Paulo/SP, 3 a 5 novembro de 2009.

BRAGA et al. **Índice de sustentabilidade municipal: o desafio de mensurar**. Nova Economia, Belo Horizonte, 14 (3), 11-33, Set. –Dez. 2004.

CÂNDIDO, Gesinaldo Ataíde; VASCONCELOS, Ana Cecília Feitosa de; SOUZA, Edlúcio de Souza. **Índice de Desenvolvimento Sustentável para Municípios: Uma Proposta de Metodologia com a Participação de Atores Sociais e Institucionais**. In: CÂNDIDO, G. A. (Org). Desenvolvimento Sustentável e Sistemas de Indicadores de Sustentabilidade: Formas de aplicações em contextos geográficos diversos e contingências específicas. Campina Grande, PB: Ed. UFCG, 2010, pp. 87-117.

CARVALHO, José Ribamar M. de; CURTI, Wilson F.; ARAÚJO CARVALHO, Enyedja K. M. A.; CURTI, Rosires C. *Indicadores de Sustentabilidade Hidroambiental: Um Estudo na Região do Alto Curso do Rio Paraíba, PB*. Revista Sociedade & Natureza, Uberlândia, ano 23 n. 2, maio/ago, 2011, pp. 295-310.

CASTRO, Leonardo Mitre Alvim de; BAPTISTA, Márcio Benedito; BARRAUD, Sylvie. *Sistemática de Validação de Indicadores para a Avaliação dos Efeitos da Urbanização nos Corpos de Água por meio de Análise Crítica*. Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume, v. 14 n.4 Out/Dez 2009, pp. 103-112.

CAVALCANTI, C. *Breve Introdução à Economia da Sustentabilidade*. In: CAVALCANTI, Clóvis (Org). *Desenvolvimento e Natureza: Estudos para uma Sociedade Sustentável*. 5 ed. São Paulo, Cortez; Recife, PE, Fundação Joaquim Nabuco, 2009.

DELAI, Ivete; TAKAHASHI, Sérgio. Elementos Fundamentais para Escolha dos Sistemas de Mensuração do Desenvolvimento Sustentável. In: Anais... IX SEMINÁRIO DE ADMINISTRAÇÃO DA FEA/USP. São Paulo/SP: 10 e 11 de agosto de 2006.

EDWARDS, Brian. *O Guia Básico para a Sustentabilidade*. Tradução: Miguel Ruano. Editora GG, Barcelona, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Informações relacionadas aos indicadores. Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em: março de 2013.

MARTINS, Maria de Fátima; CÂNDIDO, Gesinaldo Ataíde. *Índice de Desenvolvimento Sustentável para Municípios (IDSM): metodologia para análise e cálculo do IDSM e classificação dos níveis de sustentabilidade – uma aplicação no Estado da Paraíba*. João Pessoa: Sebrae, 2008.

SACHS, Ignacy. *Desenvolvimento: incluído, sustentável, sustentado*. Rio de Janeiro: Garamond, 2004.

SACHS, Ignacy. *Rumo à Ecosocioeconomia: teoria e prática de desenvolvimento*. São Paulo: Cortez, 2007.

SEPÚLVEDA, S. *Desenvolvimento microregional sustentável: métodos para planejamento local*. Brasília: IICA, 2005.

VAN BELLEN, Hans Michael. *Indicadores de Sustentabilidade: Uma análise comparativa*. Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Santa Catarina, 2002.

VASCONCELOS, Ana Cecília Feitosa de. **Índice de Desenvolvimento Sustentável Participativo: Uma Aplicação no Município de Cabaceiras, PB**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal da Paraíba, 2011, p. 159.

VEIGA, J. E. da. *Desenvolvimento Sustentável: o Desafio do Século XXI*. Rio de Janeiro: Garamond, 2005.

SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL NO MUNICÍPIO DE CAMPINA GRANDE, PB: UMA APLICAÇÃO ATRAVÉS DO ECOLOGICAL FOOTPRINT METHOD

José Ribamar Marques de Carvalho
Wilson Fadlo Curi
Enyedja Kerlly Martins de A. Carvalho
José Mancinelli Lêdo do Nascimento
Ireneide Gomes de Abreu

1 INTRODUÇÃO

Ao se compreender a dinâmica dos municípios e das atividades humanas, como um sistema que depende do meio ambiente para satisfazer suas necessidades, observa-se o interesse de mensurar a sustentabilidade desses sistemas urbanos, no intuito de verificar seu impacto sobre o meio ambiente natural.

Entende-se que existem várias discussões em relação às questões ambientais, posto ser reflexo do amadurecimento da sociedade nas últimas décadas, quanto à capacidade de gerenciar os recursos do meio ambiente. Nossa (2002, p.14), diz que a sociedade como um todo vem pressionando o governo e as empresas no que se refere à preservação do meio ambiente. A pressão aumenta quando as condições ambientais se tornam inadequadas devido ao uso desordenado das atividades produtivas, alterando a relação entre o homem e o meio ambiente.

A sustentabilidade ambiental é foco de discussão e preocupação dos órgãos reguladores, de empresas e da sociedade em geral, tendo em vista que, a atual situação mundial não é tão satisfatória quanto de outrora, principalmente se levarmos em consideração a ameaça de que não possamos satisfazer nossas necessidades futuras, bem como de gerações futuras.

Segundo Van Bellen (2006, p. 22), o conceito de desenvolvimento sustentável trata especificamente de uma nova maneira de a sociedade se relacionar com o seu ambiente de forma a garantir a sua própria continuidade e a de seu meio externo”. No entendimento deste autor, esta forma de desenvolvimento é muito complexa, vez que mensurar o desenvolvimento e procurar caminhos na garantia de requerer uma tomada de consciência por parte das sociedades, esbarram em políticas adotadas por países não tão comprometidos com a causa ecológica. Alguns autores apontam que o desenvolvimento sustentável ainda não é um conceito e sim uma idéia, uma vez que o fenômeno se revela complexo e envolve a integração de três dimensões: econômica, ambiental e social. (RIBEIRO *et al*, 2007). Para os autores é possível que o desenvolvimento sus-

tentável nunca venha a se tornar um conceito porque o mesmo evolui à medida que as práticas sociais se transformam.

Leff (2003, p. 21), argumenta que a crise ambiental é o resultado do desconhecimento da lei da entropia, que desencadeou no imaginário economicista uma mania de crescimento de uma produção sem limites. Para o autor é necessário aprender a aprender a complexidade ambiental, já que implica uma revolução do pensamento, uma mudança de mentalidade, uma transformação do conhecimento e das práticas educativas para construir um novo saber e uma nova racionalidade que orientem a construção de um mundo sustentável, de equidade, de democracia. É um reconhecimento do mundo em que habitamos.

Depreende-se que existe uma tendência por parte dos acadêmicos, das mais variadas áreas, em discutir e investigar assuntos relacionados ao meio ambiente, já que diversos países estão construindo pactos ambientais para minimizar a destruição ambiental provocada pela exploração desordenada dos recursos naturais. Outrossim, órgãos reguladores tentam monitorar e inibir as atividades empresariais irregulares por meio de certificados para o exercício das mesmas.

Desta maneira, entender e discutir alternativas que visem analisar os impactos da ação humana no meio ambiente a partir do uso de métodos e técnicas específicas relacionadas a questão pode contribuir para o monitoramento do cenário atual, visando tentar atingir um desenvolvimento que possa ser caracterizado como sustentável.

Atualmente existem vários sistemas de indicadores de sustentabilidade, conforme a literatura, todavia, neste trabalho pretende-se focar o *Ecological Footprint Method* pela sua simplicidade e fácil entendimento, bem como por ser um método internacionalmente difundido e que é capaz de analisar a relação de determinado local (global, país, estado, cidade etc) a partir das relações entre o consumo (pegada) e a oferta da natureza (biocapacidade), sendo capaz de obter o saldo ecológico.

Entende-se que os indicadores de sustentabilidade podem ser vistos como ferramentas que tentam mensurar o desenvolvimento sustentável, a partir do atual contexto em que se encontra inserida a sociedade e as suas relações com o meio ambiente, visando garantir um consumo racional. Acrescente-se ainda a extrema complexidade que consiste em estudar aspectos econômicos, sociais, ambientais e culturais, uma vez que trata-se de dimensões que envolvem muitas variáveis e opiniões.

Do exposto, a idéia que norteia esse estudo está centrada em aplicar os conceitos do *Ecological Footprint Method – EFM* (Método da “Pegada Ecológica”) dos autores Wackernagel e Rees (1996), para calcular o nível de sustentabilidade do município de Campina Grande, PB, no intuito de tentar mensurar e analisar as ações antrópicas da população em relação ao consumo dos seguintes itens: água, energia elétrica, resíduos sólidos e combustíveis.

2 REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

O homem está enfrentando um desafio sem precedentes: há um consenso de que os ecossistemas da Terra não podem sustentar os níveis de atividade econômica e de consumo de energia atuais. (GONÇALVES-PEREIRA, 2008).

Ao se falar de rota de colisão entre homem e natureza, não se está pregando catastrofismo. Muito ao contrário, realçar a noção de uma economia da sustentabilidade diz respeito ao fato de que as funções ecossistêmicas são parâmetros que não se podem modificar impunemente, necessitando de estabilidade diante de perturbações suscitadas pelas ações do homem. A natureza, como se sabe, orienta-se pelo princípio da homeostase (CAVALCANTI, 2009).

Para esses autores esse princípio garante a capacidade dinâmica dos ecossistemas de consertarem seus desvios do equilíbrio mediante processos naturais preservadores da complexa rede de ciclos biogeoquímicos que sustentam a vida no planeta.

De acordo com Gonçalves-Pereira (2008 *apud* O’Meara, 1999) as áreas urbanas, com um pouco mais da metade da população mundial, são responsáveis por 80% das emissões de carbono, 75% do uso da madeira e 60% do consumo de água. Ocupam apenas 5% da área do mundo inteiro, mas consomem 75% dos seus recursos. As cidades podem ser consideradas como “pontos quentes”, pois um hectare de uma área metropolitana consome mais de 1000 vezes a energia que uma área semelhante utiliza em um ambiente natural.

Dessa forma, esse cenário necessita de uma análise multidimensional, multidisciplinar, que dê conta, no processo econômico das referências físicas – biológicas, geológicas, químicas – dentro do que se encaixam as estruturas da economia. Essa é a essência do esforço intelectual que tem dado forma à disciplina de economia da sustentabilidade ou economia ecológica. Subjacente às ideias a esta ligadas encontra-se o senso da responsabilidade que as presentes gerações devem ter relativamente às futuras, o que obriga o cientista a pesquisar de que maneira o uso dos recursos à disposição do homem deve ser feito para se preservar a capacidade de sustentação do ecossistema (CAVALCANTI, 2009, p. 18)

A diversidade de recursos disponíveis na natureza levou as sociedades ao errôneo entendimento de que estes seriam inesgotáveis. (BECK, *et. al.*, 2009). Os desequilíbrios ambientais globais da atualidade demonstram este grave erro de percepção no qual emerge uma grande necessidade de mudança de comportamento da sociedade e de paradigma no que se refere à visão econômica, empresarial, social e ecológica. (LIRA; CÂNDIDO (2008).

O mundo atual, apesar do reconhecimento da importância do conceito de desenvolvimento sustentável, que levou à Conferência Rio-92, caminha concretamente por ru-

mos que desafiam qualquer noção de sustentabilidade. (CAVALCANTI, 2009). O conceito de desenvolvimento sustentável provém de um relativamente longo processo histórico de reavaliação crítica da relação existente entre a sociedade e seu meio natural. Por se tratar de um processo contínuo e complexo, observa-se hoje que existe uma variedade de abordagens que procura explicar o conceito de sustentabilidade. (VAN BELLEN, 2006).

De acordo com Albuquerque Neto *et. al.* (2008) a definição de sustentabilidade, ou desenvolvimento sustentável, embora utilizado de forma ampla nas duas últimas décadas, é um conceito em permanente construção e reconstrução, e corresponde à definição mais abrangente dos modelos de desenvolvimento nascidos na modernidade. Para os autores o termo “desenvolvimento sustentável” pode ser visto como palavra-chave dos últimos tempos e existem para ele numerosas definições, exatamente por seu entendimento variar de acordo com as diversas abordagens que envolvem o seu significado.

O marco do surgimento desse conceito surgiu a partir do Relatório *Brundtland* (*World Commission on Environment and Development – WCDE*) no qual estipula que esse termo deve estar relacionado a forma de desenvolvimento capaz de satisfazer as necessidades do presente sem comprometer as gerações futuras. De acordo com Van Bellen (2006, p. 23) o foco do conceito é a integridade ambiental e apenas a partir da definição do Relatório *Brundtland* a ênfase desloca-se para o elemento humano, gerando um equilíbrio entre as dimensões econômica, ambiental e social.

O termo desenvolvimento sustentável pode ser visto como palavra chave dessa época, e existem para ele numerosas definições. Apesar dessa grande quantidade de definições e conceitos, ou talvez devido exatamente a isso, não se sabe exatamente o que o termo significa. As duas definições comumente mais conhecidas, citadas e aceitas são a do Relatório de *Brundtland* (WCDE, 1987) e a do documento conhecido como Agenda 21. VAN BELLEN (2009).

Proops *et. al.* (2002) destacam que a sustentabilidade é vista como um problema científico, para o qual têm de ser buscadas não apenas soluções técnicas e econômicas. Mais do que conhecimento científico, esses autores enfatizam a necessidade de utilizar a sabedoria e a ética para formular metas, visando atingir o campo social e a maturidade de julgamento para percebê-las. Esclarecem que existem muitas maneiras pelas quais a sociedade pode formular seus objetivos, e muitos meios em direção ao desenvolvimento sustentável, todavia é um caminho árduo e difícil de ser percorrido.

Para esses estudiosos as questões éticas que estão postas no atual cenário como valor social precisam ser repensadas e discutidas. Os processos políticos que seriam necessários à sustentabilidade, estariam concentrados na liderança do Estado em relação ao mercado, em vez de segui-lo, como ocorre atualmente.

Proops *et. al.* (2002) são otimistas em acreditarem que o Estado pode oferecer potencialmente a escala temporal necessária à sustentabilidade, além de possuir a autoridade e os meios potenciais para atuar como um agente de equilíbrio em face dos poderosos grupos de interesse. Para eles existe uma falta de alinhamento das necessidades entre os interesses público e privado (reflexo da falta de conscientização, educação e

ética) onde fica evidente que é necessário buscar uma nova conscientização social individual e coletiva (efetivamente responsável) capaz de atingir o que Porto Gonçalves e Boa Ventura definem como democracia de alta intensidade, com uma forte dosagem de cidadania ativa.

2.2 ECOLOGICAL FOOTPRINT METHOD

O *Ecological Footprint Method* (EFM), também conhecido como Método da Pegada Ecológica, é uma ferramenta que foi desenvolvida pelos autores Wackernagel & Rees (1996) com o intuito de mensurar a sustentabilidade ecológica de um determinado sistema (cidade, estado país etc). Van Bellen (2006) diz que o método do EFM, lançado no livro *Our Ecological Footprint*, de Wackernagel e Rees (1996), representou um trabalho pioneiro e que marcou definitivamente a utilização desta ferramenta para medir e comunicar o desenvolvimento sustentável. Embora este trabalho não seja o primeiro que aborde explicitamente este conceito, foi ele que marcou o início de diversos trabalhos de pesquisadores e organizações no desenvolvimento desta ferramenta.

Os mais variados especialistas da área de meio ambiente afirmam que uma ferramenta de avaliação pode ajudar a transformar a preocupação com a sustentabilidade em uma ação pública consistente. Nesse sentido, a ferramenta proposta por Wackernagel e Rees (1996), representa o espaço ecológico correspondente para sustentar um determinado sistema ou unidade. [...] Não só analisa a sustentabilidade das atividades humanas como também contribui para a construção de consciência pública a respeito dos problemas ambientais e auxilia no processo decisório. (VAN BELLEN, 2006, p. 103)

Verifica-se segundo o autor que o *Ecological Footprint Method* fundamenta-se basicamente no conceito de capacidade de carga. Para efeito de cálculo, a capacidade de carga de um sistema corresponde à máxima população que pode ser suportada indefinidamente no sistema, ou seja, é a área de ecossistema necessária para assegurar a sobrevivência de uma determinada população fornecendo energia e recursos naturais e capacidade de absorver os resíduos ou dejetos do sistema.

Enfim, o método permite estabelecer de forma clara e simples, as relações de dependência entre o ser humano, suas atividades e os recursos naturais necessários para a realização das mesmas e para a absorção dos resíduos gerados, permitindo estimar as áreas de terras ou água produtivas necessárias para sustentar a manutenção do sistema (DIAS, 2002).

3. MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia utilizada no estudo segue a sistematização proposta por Wackernagel e Rees (1996).

A área estudada compreende a cidade de Campina Grande, PB, localizada no agreste paraibano na região oriental do Planalto da Borborema a 7°13'11" de latitude Sul e a 35°52'31" de latitude Oeste. Considerada uma das maiores e mais importantes cidades do interior do Nordeste, o município de Campina Grande apresenta uma área que se aproxima de 621 km², enquanto que a zona urbana possui em seus limites 96 km², aproximadamente. A figura 1 mostra a localização da cidade no Estado da Paraíba.

O município é constituído oficialmente por 64 bairros, comportando uma população de 379.871 habitantes, no qual 100% da população residem na área urbana, segundo estimativas último Censo do IBGE, 2002.

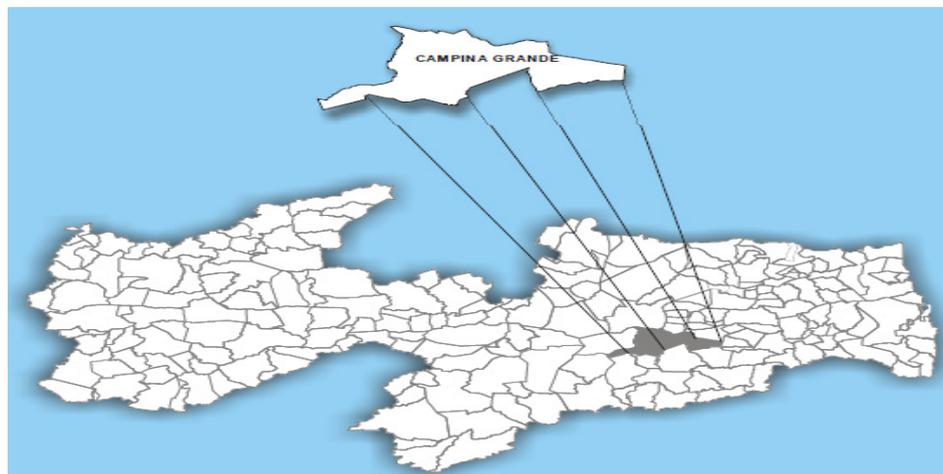


Figura 01 – Mapa de localização da área de estudo
Fonte: Brasil, Serviço Geológico do Brasil, 2005

Realizou-se um estudo de caso no município de Campina Grande, PB, a partir do método indutivo com caráter qualitativo e quantitativo, do tipo documental (dados secundários), descritivo, exploratório e bibliográfico. As informações foram coletadas a partir de pesquisas em periódicos e eventos da área, bem como nos seguintes órgãos estaduais:

- CAGEPA – Companhia de Abastecimento de Água e Esgotos do Estado da Paraíba
- IDEME/PB – Instituto de Desenvolvimento Municipal e Estadual
- SUDEMA/PB – Superintendência de Desenvolvimento e Meio Ambiente
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- ANP – Agência Nacional de Petróleo

Serviram de base para a realização da pesquisa os estudos de Wackernagel e Rees (1996), Andrade e Van Bellen (2006), Van Bellen (2004, 2006), Andrade (2006), Parente e Ferreira (2007), Carmo (2008), Ribeiro *et. al.* (2007).

Optou-se por analisar as seguintes variáveis: água, energia, resíduos sólidos e combustíveis. Resolveu-se trabalhar apenas com os dados disponíveis no intuito de encontrar Pegada Ecológica da cidade de Campina Grande, PB. O objetivo esteve centrado em compreender se existe sustentabilidade no município no que refere ao consumo da água, da energia, resíduos sólidos e combustíveis.

Os itens de consumo escolhidos foram os mesmos escolhidos por Andrade (2006) e Andrade e Van Bellen (2006), Van Bellen (2004, 2006). Mesmo com algumas limitações, o método da Pegada Ecológica oferece resultados quantitativos que expressam de maneira clara e objetiva o grau da dependência das atividades humanas dos recursos naturais. Além disso, revelam possíveis impactos negativos locais e globais que o desequilíbrio dessa inter-relação homem-natureza pode causar. A Pegada Ecológica permite uma análise das causas imediatas dos problemas e suas prováveis tendências de evolução. (ANDRADE, 2006). Nesse sentido, a tentativa de incluir todos os itens de consumo, todos os tipos de dejetos e todas as funções de um ecossistema, pode tornar o sistema muito complexo e criar problemas no processamento das informações. (VAN BELLEN, 2006, p. 105)

A escolha dos itens justifica-se devido ao fato de que exercem uma forte pressão perante os recursos do meio ambiente, que sejam: emissão de dióxido de carbono (CO₂); 2) gás metano (CH₄), poluição do solo, entre outros. A justificativa da escolha da água deve-se ao fato de que a cidade dispõe de uma alta percentual de urbanização e conseqüentemente remete a um elevado consumo.

As análises são realizadas por categoria com base em dados anuais. A partir do cálculo de cada item, procurou-se definir se existia ou não saldo ecológico seguindo os critérios do *Ecological Footprint Method* definidos por Wackernagel e Rees (1996); Van Bellen (2006).

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS – *ECOLOGICAL FOOTPRINT METHOD*

4.1 ENERGIA ELÉTRICA

O Consumo de energia elétrica no ano de 2007 atingiu 2.796.221.000 Kwh. Os dados da tabela 1 apresentam as classes que utilizaram energia elétrica, a população, o total de consumo em Kwh por classe e em Gj (gigajoule), o *Ecological Footprint Method* (EFM) em hectare da população e per capita, o EFM em global hectare da população e o EFM em global hectare per capita.

TABELA 1 – CÁLCULO DO *ECOLOGICAL FOOTPRINT METHOD* (ENERGIA ELÉTRICA)

Setor	Cons. energia (Mwh)	Cons. energia (Mwh)	Base para transformar em Gj*	Consumo em Gj	EFM (ha) população	EFM (ha) Per capita	EFM (gha) população	EFM (gha) população
	1	2	3	4	5	6	7	8
Residencial	134.505	134.505.000	0,003569624	480.132,28	4.801,3228	0,0126	6433,772552	0,01693673
Industrial	213.198	213.198.000	0,003569624	761.036,70	7.610,3670	0,0200	10197,89178	0,026845671
Comercial	82.542	82.542.000	0,003569624	294.643,90	2.946,4390	0,0078	3948,22826	0,010393603
Rural	5.951	5.951.000	0,003569624	21.242,83	212,4283	0,0006	284,653922	0,000749344
Público	18.425	18.425.000	0,003569624	65.770,32	657,7032	0,0017	881,322288	0,002320057
Ilum. Pública	17.418	17.418.000	0,003569624	62.175,71	621,7571	0,0016	833,154514	0,002193256
Serv. Público	5.492	5.492.000	0,003569624	19.604,38	196,0438	0,0005	262,698692	0,000691547
Próprio	355	355.000	0,003569624	1.267,22	12,6722	0,00003	16,980748	0,000004570
Total	471.935	471.935.000	0,003569624	1.684.630,50	16.846,3050	0,0443	22574,0487	0,059425565

Fonte: Dados da pesquisa, 2010 – baseado em dados de 2007.

Os valores da tabela 1 estão fundamentadas nos estudos de Parente (2007), Parente e Ferreira (2007), conforme descrição a seguir:

Optou-se por utilizar a população da Paraíba no ano de 2006 (conforme dados do IDEME-PB 2008), por estarem mais atualizados do que os dados do último Censo do IBGE (2000).

- 1 - Consumo de energia em Mwh - Anuário Estatístico da Paraíba (2008).
- 2 - Consumo em Mwh multiplicado por 1.000.
- 3 - Visando transformar o consumo de Kwh em gigajoules, usou a relação em que 1 (um) Kwh equivale a 0,003569624 gigajoules.
- 4 – Item 3 multiplicado pelo item 4.
- 5 - Sabendo que 1 hectare absorve 100 gigajoules de energia, para calcular o valor do *Ecological Footprint* em hectare da população, basta dividir o total consumido em gigajoules por 100.
- 6 - Dividindo a coluna 5 pela população total.
- 7 - Multiplicando a coluna 5 por 1,37 (fator de equivalência referente a biodiversidade global da terra de energia) – Parente e Ferreira (2007).
- 8 - Dividindo a coluna 8 pela população total.

Os resultados evidenciam as atividades dos setores que mais impactaram no meio ambiente, que sejam: atividades industriais com o EFM (ha) igual a 7.610,3670, atividades residenciais EFM (ha) total de 4.801,3228 e atividades comerciais EFM (ha) de 2.946,4390.

4.2 ÁGUA

A tabela 1 apresenta os resultados da coleta dos dados por setor do ano de 2009 conforme relatórios fornecidos pela CAGEPA/PB em maio de 2010. As análises foram feitas a partir das seguintes variáveis: consumo de água (m³) e em (mgl), total de CO₂ emitido, Ecological Footprint Method (EFM) em hectares (ha) da população, EFM (ha) per capita, EFM total (gha), EFM (gha) per capita.

TABELA 2 – CÁLCULO DO *ECOLOGICAL FOOTPRINT METHOD* (ÁGUA)

Região Paraíba	População	Consumo de água e (m ³)	Consumo de água (dm ³)	EFM (ha) população	EFM (ha) Per capita	EFM Total (gha)	EFM (gha) per capita
	1	2	3	4	5	6	7
Residencial	379.871	12.609.680	12.609,68	4.665,58	0,012	6.391,84	0,0168
Comercial	379.871	945.923	945,923	349,99	0,0009	479,49	0,0013
Industrial	379.871	794.584	794,584	294,00	0,0008	402,78	0,0011
Público	379.871	1.054.385	1054,385	390,12	0,0010	534,46	0,0014
Misto	379.871	263.786	263,786	97,60	0,0002	133,71	0,0004
Total	379.871	15.668.358	15668,358	5.797,29	0,0149	7.942,28	0,0209

Fonte: Dados da pesquisa, 2010.

Os cálculos realizados seguiram o mesmo raciocínio de Andrade (2006), Ferreira e Parente (2007), Andrade e van Bellen (2006), com algumas adaptações, conforme descrição a seguir:

- 1 - População do Estado da Paraíba do ano de 2006 – IDEME (PB), 2008.
- 2 - Consumo total de água de 2009 no Estado da Paraíba – CAGEPA/PB (2009)
- 3 - Divisão do consumo de água (m³) por 1000, igual ao consumo em decímetro cúbico (dm³).
- 4 - O raciocínio utilizado para o cálculo do CO₂ emitido foi o seguinte: para o processo de tratamento da água, encanamento e sua respectiva distribuição para consumo, a população emite 370kg (ou 0,37 toneladas) de CO₂ para a atmosfera. Dessa forma, o total de CO₂ emitido em toneladas é obtido através do valor do consumo de água (dm³) por 0,37. (ANDRADE, 2006)
- 5 - EFM (ha) população dividido pela população do município.
- 6 - Item 4 multiplicado pelo fator de equivalência de 1,37 – produtividade da área de floresta.

8 - Item 7 dividido pelo item 1.

A tabela acima mostra que o *Ecological Footprint* encontrado em hectare da população foi igual a 5.797,29 e o consumo per capita 0,0149. O consumo de maior proporção foi o residencial, seguido do setor público e comercial. Entende-se que, mesmo sendo um impacto de percentual menor em relação aos demais itens estudados, faz-se necessário definir estratégias de mitigação ambiental, como por exemplo políticas voltadas ao planejamento e controle dos usos dos recursos hídricos, já que existe uma crescente demanda em detrimento do crescimento populacional apresentado na cidade de estuda-da nos últimos anos. Os dados do IBGE (2002) mostram que nos últimos anos a cidade de Campina Grande, PB, tem apresentando elevadas taxas de crescimento industrial e urbano. Percebe-se que a urbanização tem ocorrido de forma acelerada e desordenada, ou seja, sem planejamento prévio, impedindo a população de desfrutar das condições básicas de vida. (CARMO, 2008).

Essa constatação demonstra que é imprescindível fazer uso de técnicas que venham prover um gerenciamento racional desse ativo ambiental, afim de que se tenha maior aproveitamento hídrico e supostamente uma maior otimização.

4.3 RESÍDUOS SÓLIDOS

De acordo com um levantamento feito por Pereira e Melo (2008) a partir das informações da Secretária de Obras e Serviços Urbanos do Município de Campina Grande, PB, são coletados, mensalmente na cidade 12.605,33 toneladas de resíduos sólidos, o que, diariamente corresponderia a mais de 400 toneladas de resíduos. Assim, das 12.605,33 (t) dividido por 30 dias obteremos 420,18/dia multiplicado pelos 12 meses = 151.263,96 toneladas de lixo por ano.

TABELA 3 – CÁLCULO DO *ECOLOGICAL FOOTPRINT METHOD* (RESÍDUOS SÓLIDOS)

POPULAÇÃO	GERAÇÃO DE RESÍDUOS TOTAIS (T)	GERAÇÃO DE RESÍDUOS TOTAIS (KG)	EFM (HA) PER CAPITA	EFM CO2 E CH4 (HA) EMISSÃO POP.	EFM CO2 E CH4 (HA) PER CAPITA	EFM (GHA) EMISSÃO DE CO2 E CH4	EFM (GHA) PER CAPITA
1	2	3	4	5	6	7	8
379.871	151.263,96	151.263.960	0,1327327	100.842,64	0,265	138.154,41	0,3637

Fonte: Dados da pesquisa, 2010.

O cálculo utilizado foi feito com base no estudo de Andrade (2007). Os dados disponíveis estão em toneladas, porém segundo a autora a emissão de CO2 em relação à quantidade de resíduo produzido decorre da relação de volume de lixo em libra e emissão de CO2 em quilograma. Essa relação é fornecida por Dias (2002) quando cita De Cicco (1991) em que três libras de resíduos emitem 1 libra de CO2, e que esta corresponde a 0,45Kg de CO2.

Do exposto, dividindo a geração total de resíduos (t) do ano por 1,35 (0,45 x 3), multiplicando esse resultado por 0,45 é possível obter o total de CO2 emitido em toneladas na cidade em estudo. Andrade (2006, p. 81) acrescenta que a geração de resíduos não emitem apenas CO2 para atmosfera, mas lançam também o gás metano (CH4) que deve ser absorvido pelas florestas. Para a autora ao citar Dias (2002) o metano possui as mesmas características que o gás carbônico. Assim, para achar a pegada ecológica (PE) completa referente à geração de resíduos, deve-se multiplicar a quantidade de hectares necessários para absorver o gás carbônico por dois.

1 - População do Estado da Paraíba em 2007 (IDEME-PB, 2008).

2 – Geração de resíduos sólidos totais (t).

3 - Item 2 multiplicado por mil (1000)

4 - Item 2 dividido pelo item 1.

5 - Dividindo a geração total de resíduos (t) do ano por 1,35 (0,45 x 3) multiplicado por 0,45 é possível obter o total de CO2 emitido em toneladas na cidade em estudo. Andrade (2006, p. 81) acrescenta que a geração de resíduos não emitem apenas CO2 para atmosfera, mas lançam também o gás metano (CH4) que deve ser absorvido pelas florestas, pois também é um gás poluente. Para a autora ao citar Dias (2002), o metano possui as mesmas características que o gás carbônico. Assim, para achar a PE completa referente à geração de resíduos, deve-se multiplicar a quantidade de hectares necessários para absorver o gás carbônico por dois.

6 - EFM CO2 e CH4 (ha) população dividido pela população total do município.

7 - Item 6 multiplicado pelo fator de equivalência (1,37).

8 - Item 7 dividido pela população total.

As principais variações observadas denotam que a população total de Campina Grande, PB, emite cerca de 100.842,64 toneladas (em hectares) de CO2 e CH4 e per capita 0,265 (t).

4.4 COMBUSTÍVEIS

Para o cálculo do item combustíveis seguiu o raciocínio utilizado por Parente (2007, p. 164-165) no qual destaca os fatores de conversão das fontes de energia, conforme tabela a seguir:

TABELA 4 – FONTES DE ENERGIA COM OS RESPECTIVOS FATORES DE CONVERSÃO

FONTE DE ENERGIA	FATOR DE CONVERSÃO	FONTE DE ENERGIA	FATOR DE CONVERSÃO
Óleo Diesel	3,15 kg CO ₂ / litros queimados	Óleo Combustível	3,34 kg CO ₂ / litros queimados
Querosenes	3,04 kg CO ₂ / litros queimados	Gasolina Comum	2,63 kg CO ₂ / litros queimados
GLP	2,65 kg CO ₂ / litros queimados	Gasolina Aditivada	2,63 kg CO ₂ / litros queimados
Carvão Mineral	3,83 kg CO ₂ / litros queimados	Gás Natural	2,12 kg CO ₂ / litros queimados
Lenha	4,27 kg CO ₂ / litros queimados	Álcool	2,52 kg CO ₂ / litros queimados
Bagaço	4,27 kg CO ₂ / litros queimados	Outros	3,04 kg CO ₂ / litros queimados

Fonte: Parente (2007) *apud* Balanço Energético Nacional (1995), Bermann (2005, p.16)

A tabela 5, registra o volume de combustível, o total do volume de combustível, a emissão de CO₂ emitido em toneladas, o EFM (*Ecological Footprint Method*) total por hectare, o EFM *per capita* por hectare, o EFM total por global hectare e o EFM *per capita* por global hectare.

TABELA 5 – CÁLCULO DO *ECOLOGICAL FOOTPRINT METHOD* (COMBUSTÍVEIS)

ITENS	POP.	CONSUMO EM LITROS	F.C	EMIÇÃO DE CO ₂ (T) = EFM (HA) POP.	EFM/ (HA) PER CAPITA	EFM TOTAL (GHA)	EFM (GHA) PER CAPITA
	1	2	3	4	5	6	7
Alcool Hidratado	379.871	19.840.350	2,52	49.997,68	0,13	68.496,82	0,18
Gasolina Automotiva	379.871	50.609.390	2,63	133.102,70	0,35	182.350,69	0,48
Oleo Diesel	379.871	59.703.313	3,15	188.065,44	0,50	257.649,65	0,68
GLP	379.871	16.439.425	2,65	43.564,48	0,11	59.683,33	0,16
Oleo Combustível	379.871	128.620	3,34	429,59	0,00	588,54	0,00
Querosene Aviação	379.871	4.353.335	3,04	13.234,14	0,03	18.130,77	0,05
Gasolina Aviação	379.871	7.847	2,63	20,64	0,00	28,27	0,00
Querosene Iluminante	379.871	45.000	3,04	136,80	0,00	187,42	0,00
TOTAL	379.871	151.127.280		428.551,46	1,13	587.115,50	1,55

Fonte: Dados da pesquisa, 2010.

Os cálculos efetuados neste item seguiram os moldes utilizados por Parente (2007), que sejam:

- 1 - Total da população paraibana (IDEME - PB, 2008)
- 2 - Consumo em Litros

3 - Fator de conversão

4 - Multiplicação do item 3 pelo fator de conversão e divide por 1.000. Segundo o IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) uma área de 1 (um) hectare tem capacidade para absorver uma tonelada de CO₂ emitida, isso significa que o resultado da emissão de CO₂ é igual ao EFM (ha) populacional

5 - Item 4 dividido pelo item 1

6 - Item 4 multiplicado pelo fator de equivalência (1,37)

7 - Item 6 dividido pelo item 1

Os dados do *Ecological Footprint* por hectare da população, relacionados ao volume de combustíveis consumidos na cidade, representam o maior impacto no ecossistema global. Observe que o EFM total (ha) corresponde a 428.551,46 e per capita 1,55. Esses dados são reflexos do aumento da frota dos veículos, o que contribui para o aumentando da emissão de gases de efeito estufa na atmosfera, comprometendo assim, a qualidade ambiental da região em estudo.

4.5 SALDO ECOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE CAMPINA GRANDE, PB

Segundo informações do EDEME – PB (2008) e da SUDEMA (2008) o Estado da Paraíba dispõe de um total de 77.690,53 hectares de Unidade de Conservação. Essas Unidades são monitoradas pela Superintendência de Desenvolvimento e Meio Ambiente do Estado no intuito de preservar suas peculiaridades ambientais, visando garantir a conservação de tais recursos naturais. A cidade de Campina Grande, PB, dispõe de apenas 419,51 hectares, o que corresponde a 0,5% do total do Estado, um percentual muito pequeno de bioprodutividade para absorver os impactos do consumo populacional.

Unidades de Conservação Estaduais (SUDEMA)	Área (ha)	Bioma	Município
Parque Estadual Mata do Paul - Ferro	607	Mata atlântica	Areia
Reserva Ecológica Mata do rio Vermelho	1500	Mata atlântica	Rio Tinto
Parque Estadual Pico do Jabre	851	Mata atlântica	Maturéia e Mãe d'Água
Monumento Natural Vale dos Dinossauros	40	Caatinga	Sousa
Parque Estadual Pedra da Boca	157,26	Caatinga	Araruna
Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha		Corais	Cabedelo
Jardim Botânico	329,39	Mata atlântica	João Pessoa
Parque Estadual da Mata do Xém-Xém	182	Mata atlântica	Bayeux
APA - Área de Proteção Ambiental das Onças	36000	Caatinga	São João do Tigre
Estação Ecológica Pau Brasil	82	Mata atlântica	Mamanguape
APA - Área de Proteção Ambiental de Tambaba	11500	Mata atlântica	Conde, Alhandra e Pimbituba
Árie - Área de Relevante Interesse Ecol. M.Goiamunduba	67	Mata atlântica	Bananeiras
Parque Estadual Mata de Jacarapé	380	Mata atlântica	João Pessoa
Parque Estadual Mata de Aratú	341	Mata atlântica	João Pessoa
APA - Área Proteção Ambiental Roncador	6113	Semi-Desidual	Bananeiras/Pirpirituba
APA - Área de Proteção Ambiental do Cariri	18560	Caatinga	Cabaceiras/Boa Vista/S.J. do Cariri
Parque Estadual do Poeta	419,51	Floresta Semi-Desidual	Campina Grande
Jardim Botânico	329,39	Mata atlântica	João Pessoa

Unidades de Conservação Municipais			
Parque Ecológico do Distrito de Engenheiro Ávido	181,98	Caatinga	Cajazeiras
Parque Ecológico Municipal da Barra do Rio Camaratuba		Mata atlântica	Mataraca
Parque Municipal de Cabedelo	50	Mata atlântica	Cabedelo
APA - Área de Proteção Ambiental Rosilda Cartaxo		Caatinga	Cajazeiras
Total Geral	77.690,53		
% de Campina Grande, PB	0,0054		

Fonte: Adaptado IDEME – PB, 2008

No Estado da Paraíba existem 77.690,53 hectares de Unidades de Conservação (Estadual e Municipal). Desse total o município de Campina Grande só dispõe de apenas 0,54%, ou seja, 419,51 hectares que se refere ao Parque Estadual do Poeta. Sua área é de 621km² que corresponde a 62.100 ha, portanto, a área da Unidade de Conservação exposta é muito pequena se comparada com a área territorial total da cidade. Logo, pode-se inferir que, aproximadamente, 99,46% do espaço dessa cidade possuem algum grau de ocupação e, portanto, pode ser considerado como área construída.

Acrescente-se ainda de acordo com o IDEME – PB (2008) que o Estado da Paraíba apresentou durante os anos de 1970 a 2006 uma redução de 18,17% na sua área total em hectares (lavouras, pastagens, matas e florestas), passando de 4.582.830 (ha) para 3.750.206 (ha) em 2006, conforme abaixo:

- 4.582.830 em 1970,
- 4.736.225 em 1975,
- 4.906.465 em 1980,
- 4.872.094 em 1985,
- 4.109.347 em 1995 e
- 3.750.206 no ano de 2006.

TABELA – *ECOLOGICAL FOOTPRINT METHOD* TOTAL DO MUNICÍPIO DE CAMPINA GRANDE, PB EM HECTARES – 2007.

ITENS ANALISADOS	POPULAÇÃO	<i>ECOLOGICAL FOOTPRINT METHOD</i> (HA)	% REPRESENTATIVO
Água	379.871	5.865,79	1,07%
Energia Elétrica	379.871	16.846,30	3,05%
Resíduos Sólidos	379.871	100.842,64	18,26%
Combustíveis	379.871	428.551,46	77,62%
Total	379.871	552.106,19	100%

Fonte: Dados da Pesquisa, 2010.

Do exposto, percebe-se que a Pegada Ecológica Total da cidade de Campina Grande é de 552.106,19 hectares e sua área bioprodutiva é de apenas 419,51 hectares, gerando dessa forma, um déficit ecológico de 551.686,68 hectares.

Nesse sentido, é razoável afirmar que o município de Campina Grande, PB é atualmente insustentável se analisado sob a vertente ambiental, já que suas Unidades de Conservação são pequenas em relação a sua degradação do meio ambiente. A variável que chama mais atenção relaciona-se aos combustíveis 77,62%, seguido do item resíduos sólidos 18,26%, energia elétrica 3,05% e água 1,07%.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo concentrou-se em aplicar os conceitos da *Ecological Footprint Method – EFM* (Método da “Pegada Ecológica”) dos autores Wackernagel e Rees (1996), para calcular o nível de sustentabilidade do município de Campina Grande, PB, no intuito de tentar mensurar e analisar as ações antrópicas da população em relação ao consumo dos seguintes itens: água, energia elétrica, resíduos sólidos e combustíveis.

Conforme a análise efetuada, o consumo desses itens quando analisados sob a perspectiva dinâmica do ecossistema urbano de Campina Grande, PB, resultaram uma pegada ecológica total de 552.106,19 hectares. Dos quatro itens analisados os combustíveis configuram como o item que promove maior impacto sobre o ambiente natural, sendo responsável por 77,62% do *Ecological Footprint Method* anual; a geração de resíduos 18,26%; o consumo de energia elétrica 3,05% e o consumo de água com percentual equivalente a 1,07%.

Os resultados demonstram que a demanda que está sendo requerida pelo ecossistema urbano do município, excede em aproximadamente 76 vezes a capacidade de suporte do ecossistema natural da cidade, levando em consideração as Unidades de Conservação (419,51 hectares), ocasionando um déficit ecológico de 551.686,68 hectares.

Sugere-se que outros estudos possam ser realizados em outros municípios paraibanos seguindo esta metodologia ou outras como é o caso do Barômetro de Sustentabilidade, caso da Pegada Ecológica baseada na Energia, incluindo outros itens de consumo para obter uma visão global do consumo da cidade ou de determinado estado, país, etc.

A limitação do estudo concentra-se no fato de que foram analisados apenas os quatro itens expostos fato que pode ser expandido em outros estudos a partir de uma pesquisa com maior profundidade. Destarte que o *Ecological Footprint Method* é um valor aproximado da realidade porque dentro de determinada localidade pode haver realidades distintas oriundas das desigualdades sociais das cidades, estados, especificamente de um país como o Brasil. Note-se ainda que a pesquisa em si pretendeu representar a realidade dos itens destacados e não a realidade completa, principalmente devido a dificuldade de obter os dados (em especial da mesma base de tempo, informações anuais).

Igualmente, apesar das vantagens enumeradas, muitos críticos consideram o sistema pouco científico, sendo que modelos do tipo proposto pela ferramenta representam apenas um retrato da realidade, e a capacidade da ciência de comprovar as interações com

o meio ambiente que levariam à sua degradação é limitada. Em relação a este e outros aspectos, os autores reconhecem que o modelo é limitado, representando apenas uma parcela da realidade. Entretanto, grande parte dos modelos em ciência é assim, e foi utilizada, na maioria das vezes, com sucesso. (VAN BELLEN, 2006; DEVELOPING IDEAS, 1997)

Finalmente, entende-se que o estudo do *Ecological Footprint Method* representa uma metodologia importante que pode estar sendo utilizada pela gestão municipal visando concentrar esforços para a minimizar os efeitos da ação do homem perante o meio ambiente, tentando em fim fazer com que possa assumir uma gestão com preocupações efetivamente sustentáveis.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA ESTADUAL DE ÁGUAS – AESA, PB. **Sistema SIGAESA**. Disponível em: www.paraiba.pg.gov.br. Acesso em: 21 mai. 2010.
- RELATÓRIO DO CONSUMO DE COMBUSTÍVEIS DA CIDADE DE CAMPINA GRANDE, 2009. **ANP – Agência Nacional de Petróleo**. 2010.
- ALBUQUERQUE NETO, H. C.; *et. al.* Os Indicadores de Sustentabilidade e a Possibilidade da Mensuração do Índice de Desenvolvimento Sustentável do Município de Campina Grande - Paraíba. In: XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. **Anais...** Rio de Janeiro, RJ, 13 a 16 de outubro de 2008.
- ANDRADE, B. B. **Turismo e Sustentabilidade no Município de Florianópolis: Uma Aplicação do Método da Pegada Ecológica**. Dissertação (Mestrado em Administração). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2006.
- ANDRADE, B. B.; VAN BELLEN, H. M. Turismo e Sustentabilidade no Município de Florianópolis: Uma avaliação a Partir do Método da Pegada Ecológica. In: XXX Encontro da ANPAD, 23 a 27 de setembro, - Salvador/BA. **Anais...** Salvador/BA, 2006.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DA PARAÍBA. **Instituto de Desenvolvimento Municipal e Estadual da Paraíba**. João Pessoa, PB: IDEME, 2008.
- BECK, C. G; *et. al.* **Problemática dos Resíduos Sólidos Urbanos do Município de João Pessoa: Aplicação do Modelo P-E-R**. *Qualit@s* Revista Eletrônica, vol.8. nº 3, Campina Grande, PB, 2009.
- CARMO, A. O. do. **Pegada Ecológica: Possibilidades E Limitações a partir de sua Aplicação para a Cidade do Salvador-BA**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental Urbana, Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, 2008.
- CAVALCANTI, C. **Breve Introdução à Economia da Sustentabilidade**. In: Desenvolvimento e Natureza: Estudos para uma Sociedade Sustentável. Clóvis Cavalcanti (Org). 5. edição. São Paulo, Cortez; Recife, PE, Fundação Joaquim Nabuco, 2009.
- BRASIL. **CPMR – Serviço Geológico do Brasil. Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea**. Ministério de Minas e Energia. Brasil, 2005.
- DEVELOPING IDEAS. **Winnipeg: International Institute for Sustainable Development**, 1997.
- DIAS, G. F. **Pegada ecológica e sustentabilidade humana**. As Dimensões Humanas das Alterações Globais – Um Estudo de Caso Brasileiro (Como o Metabolismo Ecosistêmico Urbano Contribui para as Alterações Ambientais Globais). São Paulo: Editora Gaia, 2002.
- IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2002. Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em: 21 abr. 2010.
- LEFF, H. **Pensar a Complexidade Ambiental**. In: Complexidade Ambiental. Enrique Leff (Coord.): Tradução de Eliete Wolf. São Paulo: Cortez, 2003.
- LIRA, W. S.; CÂNDIDO, G. A. **Análise dos Modelos de Indicadores no Contexto do Desenvolvimento Sustentável**. Revista Perspectivas Contemporâneas. Campo Mourão, v. 3, n. 1, p. 31-45, jan./jul. 2008.
- NOSSA, Valcemiro. **Disclosure Ambiental: Uma Análise do Conteúdo dos Relatórios Ambientais de Empresas do Setor de Papel e Celulose em Nível Internacional**. Tese de Doutorado. Faculdade Economia, Administração e Contabilidade – Universidade de São Paulo, 2002.
- GONÇALVES-PEREIRA, L. **Síntese dos Métodos de Pegada Ecológica e Análise Emergética para Diagnóstico da Sustentabilidade de Países**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas – Unicamp, SP, 2008.
- PARENTE, A. **Indicadores de Sustentabilidade Ambiental: Um Estudo do Ecological Footprint Method do Município de Joinville – SC**. Dissertação de Mestrado. Curso de Mestrado Acadêmico em Administração da Universidade do Vale do Itajaí, Campus Bigaçu, SC, 2007.
- PARENTE, A.; FERREIRA, E. Indicadores de Sustentabilidade Ambiental: um Estudo do Ecological Footprint Method do Município de Joinville – SC. In: XXXI Encontro da ANPAD – **Anais...** Rio de Janeiro, 22 a 26 de setembro de 2007.
- PEREIRA, Suellen Silva; MELO, Josandra Araújo Barreto de. **Gestão dos resíduos sólidos urbanos em Campina Grande/PB e seus reflexos Socioeconômicos**. Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional, v. 4, n. 4, p. 193-217, Taubaté, SP, Brasil, set-dez/2008.
- PROOPS, J; *et. al.* **Realizando um Mundo Sustentável e o Papel do Sistema Político na Consecução de uma Economia Sustentável**. In.: Meio Ambiente, Desenvolvimento Sustentável e Políticas Públicas. Clóvis Cavalcanti (Org) – 4. edição. São Paulo: Cortez; Recife: Fundação Joaquim Nabuco, 2002.
- RELATÓRIO DE CONSUMO 2009. **CAGEPA – Companhia de Abastecimento de Água e Esgotos do Estado da Paraíba**. Disponibilizado em abril de 2010, referente aos dados do ano de 2009.
- RIBEIRO, M. F.; *et. al.* Estudo do Indicador de Sustentabilidade Pegada Ecológica: Uma Abordagem Teórico -Empírica. XXVII ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção. **Anais...** Foz do Iguaçu-PR, 2007.
- SUDEMA/PB** – Superintendência de Desenvolvimento e Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.paraiba.pb.gov.br>. Acesso em 25 mai. 2010.
- VAN BELLEN, H. M. **Desenvolvimento Sustentável: Uma Descrição das Principais Ferramentas de Avaliação**. Revista Ambiente & Sociedade – Vol. VII nº. 1 jan./jun. 2004
- _____. **Indicadores de Sustentabilidade: Uma análise comparativa**. 2. Edição. São Paulo: FGV, 2006.
- WACKERNAGEL, M.; REES, W. **Our Ecological Footprint**. Gabriola Island, BC and Stony Creek, CT: New Society Publishers, 1996.

METODOLOGIA PARA AVALIAR A SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL DE MUNICÍPIOS UTILIZANDO ANÁLISE MULTICRITÉRIO

José Ribamar Marques de Carvalho
Wilson Fadlo Curi
Rosires Catão Curi
Enyedja Kerlly Martins de A. Carvalho

1 INTRODUÇÃO

Dentro de um mesmo contexto geográfico, seja uma mesma região, localidade, estado, etc., pode-se perceber grandes diferenças nas áreas (econômica, social, ambiental, entre outras), que comprova as diversidades existentes entre cada contexto. É dentro deste aspecto, que a avaliação de municípios segundo indicadores de sustentabilidade ambiental, se torna relevante para que se possa estimular o debate sobre o tema com o intuito de propor melhorias nas regiões que apresentam acentuadas diferenças.

Sob esse entendimento, a avaliação de níveis de sustentabilidade entre cidades se torna um problema complexo, que envolve diversas alternativas analisadas segundo multiatributos. É neste âmbito que o Apoio Multicritério a Decisão (AMD) pode ser utilizado como uma importante ferramenta no auxílio à tomada de decisão. (SILVÉRIO *et. al.* 2007)

De acordo com Gomes *et. al.* (2009) a AMD é um enfoque utilizado como elemento central da análise de decisões. Como tal, lança mão de informações sobre o problema, tendo como característica principal a análise de várias alternativas ou ações, sob vários pontos de vista. Para fazer essa análise, os decisores frequentemente têm que comparar as alternativas presentes no processo decisório.

Morais e Almeida (2002) argumentam que tomar decisões faz parte do dia a dia das pessoas, pois normalmente elas se deparam com problemas em que devem decidir sobre alguma coisa. Esta é uma atividade bastante complexa, embora quase despercebida, na qual envolve possíveis alternativas de ação, pontos de vista e formas específicas de avaliação, ou seja, considera múltiplos fatores.

De acordo com Almeida e Costa (2002) há vários métodos de decisão multicritério. Alguns fazem uma decomposição hierárquica do conjunto de ações possíveis, dividindo-o em categorias predefinidas: melhores ações, piores ações e ações para reconsideração. E como resultado pretende encontrar um subconjunto pequeno e restrito de ações satisfatórias, se possível apenas uma ação.

Esse conjunto de ações satisfatórias pode, ainda, ser tratado com outras ferramentas de um sistema de apoio à decisão, como simulação e análise de cenários. A ordenação entre as alternativas pode ser realizada com a ajuda dos conceitos de dominância e eficiência. Uma alternativa domina a outra, a domina b , se $gj(a) \geq gj(b)$, $j = 1, 2, \dots, n$ ($gj(a)$ representa a avaliação da alternativa a , de acordo com o critério j). Na maioria das vezes as relações de dominância de forma restrita são poucas ou inexistentes. As relações de dominância, simplificando o problema, podem ser enriquecidas. Uma alternativa é eficiente quando não é dominada por nenhuma outra alternativa (ALMEIDA e COSTA, 2002).

Para esses autores o decisor pode expressar preferência (P), quando prefere uma ação a outra; indiferença (I), quando não há preferência entre as duas; e incomparabilidade (J), quando o decisor tem dificuldade em compará-las, não expressando nem preferência nem indiferença.

Nesse sentido, os indicadores tem apresentado importante papel na tentativa de medir o grau de desigualdades sociais, econômicas, ambientais, culturais da sociedade construindo ferramentas que auxiliem no processo de elaboração de estratégias para melhorar o contexto no qual se encontram inseridos municípios (SILVA, 2007).

Silva *et. al.* (2010) destacam que os indicadores de sustentabilidade são utilizados como ferramenta padrão em diversos estudos nacionais e internacionais, facilitando a compreensão das informações sobre fenômenos complexos, e atua como base para análise do desenvolvimento que abrange diversas dimensões (nelas incluídas fatores econômicos, sociais, culturais, geográficos e ambientais), uma vez que permite verificar os impactos das ações humanas no ecossistema.

Face ao exposto e através de uma análise baseada no Apoio Multicritério à Decisão (AMD) o objetivo desse estudo concentra-se em medir o desempenho ambiental de municípios paraibanos, permitindo identificar e comparar quais cidades podem ser consideradas sustentáveis ou insustentáveis dentro de um contexto geográfico (sub-bacia do Rio Piranhas, PB). Para isso baseia-se nas possibilidades contidas no Método Promethe II que faz parte da família AMD.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 TEORIA DE APOIO A DECISÃO E SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

Tomar decisões complexas no cenário da sustentabilidade ambiental é, de modo geral, uma das mais difíceis tarefas enfrentadas individualmente ou por grupos de indivíduos, pois quase sempre tais decisões devem atender a múltiplos objetivos, e frequentemente seus impactos não podem ser corretamente identificados.

Notadamente nesse processo de decisão existe (m) decisor (es) que influenciam no processo de acordo com o juízo de valor intrínseco de cada um (relações intrínsecas que influenciam a decisão), sua cultura, o seu *background*, sua capacidade de articulação e seu dinamismo, visto que tais relações poderão ser modificadas durante o processo decisório a partir do enriquecimento de informações e/ou interferência de facilitadores.

A teoria da decisão não é uma teoria descritiva ou explicativa, já que não faz parte de seus objetivos descrever ou explicar como e/ou o porquê de certas decisões. Pelo contrário, trata-se de uma teoria ora prescritiva, ora normativa, no sentido de pretender ajudar as pessoas a tomarem decisões melhores, em face de suas preferências básicas. Essa teoria parte do pressuposto de que os indivíduos são capazes de expressar suas preferências básicas, e são racionais, quando enfrentam situações de decisão simples. Com base nessa proposição, a metodologia desenvolvida pela teoria da decisão permite a resolução de problemas de decisão mais complexos. (GOMES *et. al.* 2009, p.21)

Muitos tomadores de decisão acreditam que suas decisões devem ser baseadas, principalmente, em fatos sólidos e em análises cuidadosas, mas outros confiam na intuição e na experiência, aparentemente indiferentes às suas necessidades de informação. No passado, ambos os grupos tinham sucesso, mas os tempos mudaram. Atualmente, a tomada de decisão é mais complexa, em razão da interação de variáveis internas e externas, do envolvimento de muitos decisores no processo de tomada de decisão, dos problemas de recursos e de oferta, das implicações de mercado, dos fatores ambientais, do rápido ritmo da mudança tecnológica e do impacto do crescimento e da diversificação da produção. Nesse sentido, os decisores precisam obter e usar informação relevante, que aumente seu conhecimento e reduza sua incerteza, que seja útil, portanto, para desenvolver planos estratégicos e para alcançar objetivos desejados. (SILVA *et. al.*, 2006)

Gomes *et. al.* (2009) destacam, por sua vez, que os problemas complexos são comuns a uma infinidade de áreas, e estão presentes em várias atividades públicas e privadas. Um dos problemas de decisão caracteriza-se pela disposição de um agente de decisão (indivíduo ou grupo de indivíduos a quem cabe a decisão) em exercer livremente uma escolha entre diversas possibilidades de ação, denominadas de alternativas, de forma que aquela considerada a mais satisfatória seja selecionada.

Gomes, Araya e Carignano (2004), dizem que o analista de decisão é a pessoa encarregada de modelar o problema e, eventualmente, fazer as recomendações relativas à seleção final; e do tomador ou agente de decisão que, segundo esses autores, é o indivíduo ou grupo de indivíduos que, direta ou indiretamente, proporciona o juízo de valor final que poderá ser usado no momento de avaliar as alternativas disponíveis, com o objetivo de identificar a melhor escolha.

Iudícibus (2004) coloca algo interessante em relação ao processo de decisão relacionado ao *background* do usuário da informação, tendo em vista que precisa conhecer suficientemente bem para entender e interpretar as mutações ocorridas em relação no processo gerencial de maneira que possa subsidiar o processo decisório.

Na área ambiental essas características se tornam ainda mais complicadas devido ao fato de que as questões ambientais são sempre complexas e envolvem várias variá-

veis, dimensões, critérios e alternativas de decisão, principalmente se estiver relacionado à perspectiva da sustentabilidade ambiental. Acrescente-se ainda aspectos relacionados à complexidade de cada um dos indicadores, variáveis e dimensões/categorias envolvidas neste cenário, bem como pela multiplicidade de possibilidades de inter-relações entre os indicadores que porventura sejam considerados; pela falta de bancos de dados fidedignos e, ainda, por outras razões diversas que um ou outro indicador não seja utilizado. Além disso, existe a percepção diferenciada dos vários atores sociais e das institucionais envolvidas, que são reflexos de valores culturais, econômicos, políticos, institucionais a respeito de tais indicadores e sua relação em um processo de desenvolvimento sustentável, conforme defendem Van Bellen (2006) e Martins e Cândido (2008).

2.2 ANÁLISE MULTICRITÉRIO: MÉTODO PROMETHEE II

A problemática da tomada de decisão nos dias atuais é caracterizada por um número crescente de alternativas e critérios conflitantes, posto que os decisores necessitam selecionar, ordenar, classificar ou ainda descrever com detalhes as alternativas a serem selecionadas, considerando múltiplos critérios.

Em função dessa complexidade, a metodologia Multicritério de Apoio à Decisão objetiva fornecer a quem necessita tomar uma decisão as ferramentas necessárias e suficientes para habilitá-lo nas soluções de problemas em que vários pontos de vista, até mesmo contraditórios, devem ser levados em consideração (ALMEIDA, 2009; ARAÚJO e ALMEIDA, 2009).

Para esses autores a problemática da decisão multicritério pode ser modelada com o apoio de várias metodologias que avaliam e selecionam alternativas à luz de múltiplos critérios, muitas vezes conflitantes.

Existem vários métodos multicritério para apoio à tomada de decisão. Entre estes, os métodos da família PROMETHEE (*Preference Ranking Method for Enrichment Evaluation*), que objetivam de acordo com Vincke (1992) construir relações de sobreclassificação de valores em problemas de tomada de decisão. Estes métodos subsidiam a realização e a comparação de várias alternativas de decisão, a partir de critérios de sobreclassificação, no intuito de contribuir para a escolha da (s) melhor (es) alternativa (s) dentre aquelas que estão sendo consideradas. De acordo com Araújo e Almeida (2009), Brans, Vincke e Mareschal (1986) as principais características desse método são a simplicidade, a clareza e a estabilidade.

Os métodos de sobreclassificação têm origem na escola francesa. A relação de sobreclassificação é definida como uma relação binária em que o decisor tem argumentos suficientes para afirmar que, no mínimo, uma alternativa é tão boa quanto à outra, e não há uma razão essencial para refutar este estado (ROY, 1968 *apud* BASTOS e ALMEIDA, 2002).

A intensidade de preferência é determinada em todos os critérios para cada par de alternativas. A partir das intensidades de preferência e dos pesos atribuídos a cada um dos critérios pelos decisores, é então calculado o índice de preferência. O índice de preferência é um parâmetro que mede a intensidade de preferência de uma alternativa sobre outra levando em consideração todos os critérios. (SILVA e MORAIS, 2008 *apud* Brans & Vincke 1985).

De acordo com Almeida e Costa (2002) o método Promethee se diferencia dos outros da Escola Francesa nos tipos de critérios utilizados. Podem-se empregar seis tipos de funções para descrever os critérios avaliados na implementação do método. Cada tipo de critério é caracterizado por uma função que busca representar a preferência do decisor. A Função de Preferência $P_j(a_i, a_k)$ que descreve cada critério assume valores entre 0 e 1.

A tabela 1 mostra os tipos de funções do método segundo o entendimento de Silva e Morais (2008).

TABELA 1 – FUNÇÕES DE PREFERÊNCIA – MÉTODO PROMETHEE

Critério usual	$g_j(a) - g_j(b) > 0$ $g_j(a) - g_j(b) \leq 0$	$P_j(a, b) = 1$ $P_j(a, b) = 0$
Critério forma U	$g_j(a) - g_j(b) > q$ $g_j(a) - g_j(b) \leq q$	$P_j(a, b) = 1$ $P_j(a, b) = 0$
Critério forma V	$g_j(a) - g_j(b) > p$ $g_j(a) - g_j(b) \leq p$ $g_j(a) - g_j(b) \leq p$	$P_j(a, b) = 1$ $P_j(a, b) = [g_j(a) - g_j(b)]/p$ $P_j(a, b) = 0$
Critério com níveis	$ g_j(a) - g_j(b) > p$ $q < g_j(a) - g_j(b) \leq p$ $ g_j(a) - g_j(b) \leq q$	$P_j(a, b) = 1$ $P_j(a, b) = 1/2$ $P_j(a, b) = 0$
Critério linear	$ g_j(a) - g_j(b) > p$ $q < g_j(a) - g_j(b) \leq p$ $ g_j(a) - g_j(b) \leq q$	$P_j(a, b) = 1$ $P_j(a, b) = [g_j(a) - g_j(b) - q]/(p - q)$ $P_j(a, b) = 0$
Critério gaussiano	$g_j(a) - g_j(b) > 0$ $g_j(a) - g_j(b) \leq 0$	A preferência aumenta segundo a distribuição normal

Fonte: Silva e Morais (2008)

Após a comparação paritária entre as alternativas e os critérios é necessário analisar os fluxos positivos e negativos das avaliações que podem ser encontrados conforme demonstra a tabela a seguir:

QUADRO 3 – FÓRMULAS DOS FLUXOS POSITIVOS E NEGATIVOS DO METHODO PROMETHEE II

O índice de agregação de preferência (A_p, A_i), dado por:	$\pi(A_i, A_R) = \sum_{j=1}^n w_j P_j(A_i, A_R)$
--	--

O fluxo de entrada, que representa o Fluxo de Sobreclassificação Positivo, expressa o quanto uma alternativa “A” sobreclassifica as outras e é calculado através da fórmula:	$\phi^+(A_i) = \sum_{k=1}^m \pi(A_i, A_k)$
O fluxo de saída, que representa o Fluxo de Sobreclassificação Negativo, expressa o quanto uma alternativa “A” é sobreclassificada por outras alternativas e é calculado através da fórmula:	$\phi^-(A_i) = \sum_{k=1}^m \pi(A_i, A_k)$
Para o método Promethee II é necessário calcular o fluxo líquido:	$\phi(A_i) = \phi^+(A_i) - \phi^-(A_i)$

Fonte: Adaptado de Silvério e colaboradores (2007).

As etapas também são destacadas por Morais e Almeida (2006), que sejam:

- I. $\Pi(a,b)$ é o grau de sobreclassificação de a em relação a b , também chamado de intensidade de preferência multicritério. É calculado por:

$$\Pi(a,b) = \frac{1}{W} \sum_{j=1}^n w_j F_j(a,b) \quad \text{onde, } W = \sum_{j=1}^n w_j$$

- II. $\Phi^+(a)$ é chamado de fluxo de saída e representa a média de todos os graus de sobreclassificação de a , com respeito a todas as outras alternativas. É dado pela expressão:

$$\Phi^+(a) = \sum_{b \in A} \frac{\Pi(a,b)}{n-1}$$

Quanto maior $\Phi^+(a)$, melhor a alternativa.

- III. $\Phi^-(a)$ é chamado de fluxo de entrada, representa a média de todos os graus de sobreclassificação de todas as outras alternativas sobre a . É dado pela expressão:

$$\Phi^-(a) = \sum_{b \in A} \frac{\Pi(b,a)}{n-1}$$

Quanto menor $\Phi^-(a)$, melhor é a alternativa.

- IV. $\Phi(a)$ é chamado de fluxo líquido de sobreclassificação e representa o balanço entre o poder e a fraqueza da alternativa. Quanto maior $\Phi(a)$, melhor a alternativa. É dado pela expressão:

$$\Phi(a) = \Phi^+(a) - \Phi^-(a)$$

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos adotados neste trabalho consistiram em uma pesquisa documental e exploratória, na qual fez o uso da análise multicritério (Método Promethee II). O Promethee II foi escolhido por resultar na problemática em questão da sustentabilidade ambiental dos municípios analisados e ser um método não compensatório, que favorece alternativas bem balanceadas.

Foram escolhidos 14 indicadores ambientais (critérios) de maneira que fosse possível identificar aspectos da sustentabilidade ambiental das cidades estudadas. Esses municípios estudados localizam-se na sub-bacia hidrográfica do Rio Piranhas, PB, conhecida como Sub-bacia do Alto Curso do Rio Piranhas, PB. Nesta sub-bacia (figura 1) estão localizados 16 municípios: Bernardino Batista, Cachoeira dos Índios, Cajazeiras, Lastro, Marizópolis, Poço Dantas, Poço José de Moura, Santa Cruz, Santa Helena, Santarém, São Francisco, São João do Rio do Peixe, Sousa, Triunfo, Uiraúna e Vieirópolis.

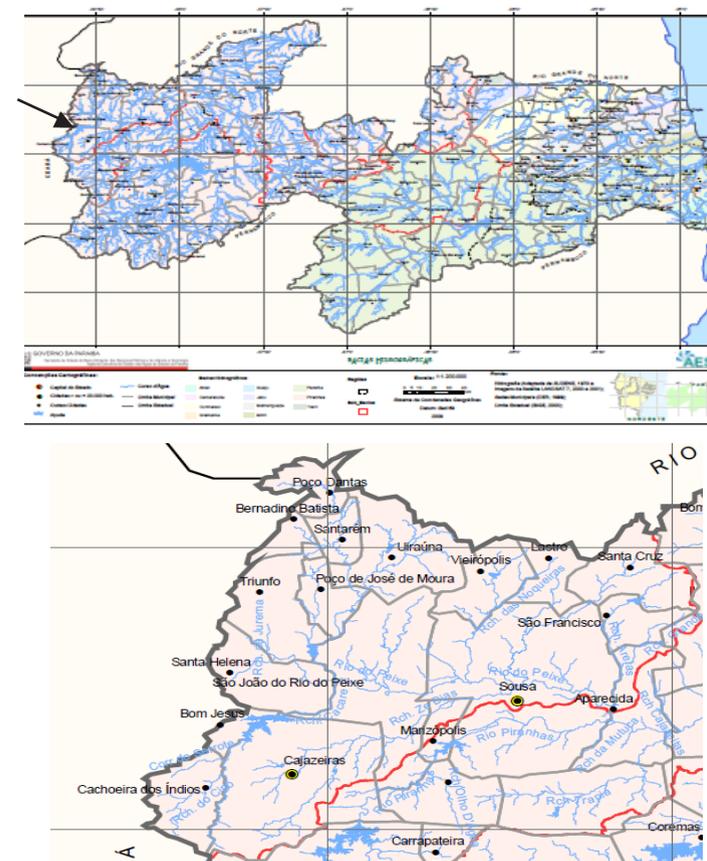


Figura 1 – Delimitação da Área de Estudo (Sub-bacia do Rio Piranhas, PB) | Fonte: AESA (2011).

Foram escolhidas quatro dimensões e quatorze indicadores (critérios) para avaliar a sustentabilidade ambiental dos municípios localizados na região da sub-bacia hidrográfica do Rio Piranhas (Região do Alto Curso do Rio Piranhas), conforme mostra a tabela 1. A justificativa da escolha de cada indicador e de cada dimensão está pautada nos estudos realizados por Sepúlveda (2005), Waquil *et. al.* (2005), Cândido e Martins (2008), Vasconcelos *et. al.* (2011), Carvalho *et. al.* (2011) quando avaliaram a sustentabilidade ambiental em contextos geográficos (municípios e territórios rurais), a partir do uso de indicadores envolvendo várias dimensões/categorias.

TABELA 1 – DIMENSÕES E INDICADORES UTILIZADOS NO ESTUDO

Dimensão	Código	Indicador
Dimensão Social e Demográfica	C1	Taxa de alfabetização
	C2	População total
	C3	Taxa de crescimento
	C4	IDH-Municipal
Dimensão Ambiental	C5	Abastecimento de água via rede geral
	C6	Abastecimento poço ou nascente
	C7	Não tem instalação sanitária
	C8	Lixo coletado
	C9	Lixo queimado
Dimensão Pressão sobre os Recursos Hídricos	C10	Total de outorgas concedidas
	C11	Pressão da pecuária (total de cabeças)
Dimensão Econômica	C12	PIB per capita
	C13	Despesa total com saúde por habitante
	C14	Receitas de imp. e transf. intragovernamentais

Fonte: Dados da pesquisa (2011).

A definição dos pesos (w_j) para os (n) critérios presentes na análise do problema de decisão em estudo pode ser visualizado na tabela a seguir. A atribuição de pesos aos critérios adotados no estudo foi igual para cada indicador. Adotou-se a estratégia de que cada um dos indicadores apresenta igual peso para a análise da sustentabilidade ambiental dos municípios a serem estudados, posto que nenhum indicador apresenta melhor poder de explicação em relação ao outro. Portanto, todos exerciam a mesma intensidade sobre o índice a ser proposto.

TABELA 2 – MATRIZ DE PESOS DOS CRITÉRIOS

Crítérios	c1	c2	c3 ...	cj ...	cn
Pesos	w1	w2	w3 ...	wj ...	wn

Fonte: Elaboração própria (2011).

A função de preferência utilizada foi do tipo 1. Nessa função o raciocínio deve ser realizado da seguinte forma: existe indiferença entre dois municípios 1 e 2, por exemplo, somente se o município 1 em relação ao município 2, quando comparado a determinado indicador, apresentar $f(1)=f(2)$ (ou seja, mesmos valores quando comparados); se as avaliações forem diferentes, há preferência estrita pela alternativa de avaliação melhor. Neste caso, não há necessidade de definição de parâmetros. Ou seja, para o caso da pesquisa atribuiu-se 0 se o indicador fosse indiferente ou pior do que aquele que se foi comparado, 1 se o indicador fosse melhor.

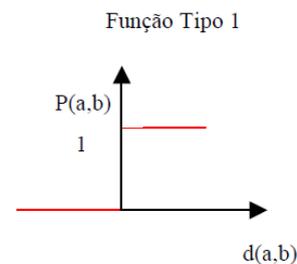


Figura 1 – Função de Preferência utilizado no estudo Tipo 1 Critério Usual
Fonte: Cavassin (2004).

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 ANÁLISE DESCRITIVA DOS INDICADORES

A seguir estão evidenciados os resultados relacionados à caracterização dos indicadores de cada uma das dimensões analisadas e consideradas no estudo. A análise foi feita de forma comparativa entre os quinze municípios analisados e que fazem parte da sub-bacia Alto Curso do Rio Piranhas.

Os resultados mostram que Bernardino Batista só superou Poço Dantas e Vieirópolis, sendo superado por todos os demais municípios. O município de Cachoeira dos Índios só não supera os municípios de Sousa e Cajazeiras, obteve na comparação paritária entre as cidades uma superação dos demais municípios analisados. Cajazeiras ficou abaixo apenas de Sousa, e superior a todos os outros municípios. O município do Lastro superou os municípios de Bernardino Batista, Poço Dantas e Vieirópolis. Já o município de Marizópolis superou quatro cidades (Bernardino Batista, Lastro, Poço Dantas e Vieirópolis). Poço Dantas foi superado por todos e incomparável a Vieirópolis. O município de Poço José de Moura foi superado apenas por cinco municípios (Cachoeira dos Índios, Cajazeiras, Santa Helena, Sousa e Uiraúna). Santa Cruz superou Bernardino Batista, Lastro, São Francisco, Triunfo e Vieirópolis. Santa Helena apresentou uma situação confortável em virtude de ter superado dez cidades. São Francisco superou apenas quatro

idades, São João do Rio do Peixe superou oito cidades. Sousa superou todas as cidades, apresentando a melhor sustentabilidade ambiental. Triunfo supera apenas quatro cidades, Uiraúna superou onze cidades. Por fim, Vieirópolis apresentou uma situação de alerta, vez que, sua colocação ficou em penúltimo lugar, juntamente com Poço Dantas.

Uma análise individual sobre cada indicador, na dimensão social e demográfica, demonstra que no geral a média do indicador taxa de alfabetização (C1) 66,41, desvio padrão 6,11 e correlação positiva de 0,73 com o índice proposto (IMC). O município com melhor desempenho em relação a este indicador foram Cajazeiras, Sousa e Santa Cruz. No tocante ao indicador população total (C2), as maiores concentrações populacionais encontram-se nas cidades de Sousa, Cajazeiras e Uiraúna, observe que este indicador apresenta uma correlação positiva razoável de 0,79. Por sua vez, o indicador taxa de alfabetização (C3) apresentou uma correlação negativa, porém baixa de -0,04 em relação ao IMC. No que se refere ao indicador IDH-M (C4) apresentou valores melhores nas cidades de Cajazeiras, Sousa, Santa Cruz e Uiraúna, a média geral foi de 0,60, e correlação positiva de 0,78.

Na análise dos indicadores da dimensão ambiental é possível perceber que o indicador abastecimento de água via rede geral (C5) apresentou uma média geral entre os municípios de 51,90% e correlação positiva com a sustentabilidade ambiental de 0,58. O indicador abastecimento de água via poço ou nascente (C6) demonstra que aproximadamente 16,19% (média geral) do total da população dessa região estudada ainda se encontra em situação onde a falta de tratamento da água para abastecimento de suas necessidades é precária, a correlação deste indicador é positiva de 0,37. No tocante ao indicador da população que não dispõe de instalação sanitário, observa-se uma situação preocupante na região, veja que apenas as cidades de Cajazeiras, Sousa, Poço José de Moura, Triunfo e Uiraúna estão em situação menos desconfortáveis. No geral a média desse indicador ficou bastante elevada 45,80%, evidenciando a necessidade de maiores investimentos públicos neste segmento de fundamental importância para buscar alternativas mais sustentáveis para com o meio ambiente e conseqüentemente a melhoria de vida da população. Os indicadores relacionados ao percentual de lixo coletado (C8) e percentual de lixo queimado (C9) apresentaram percentual médio das cidades de 35,13 e 17,66 respectivamente. O indicador C8 apresenta maior correlação com o modelo proposto (0,79).

A dimensão relacionada às pressões sobre os recursos hídricos sinalizam o total de outorgas concedidas (indicador C10) se concentram em maior quantidade nas cidades de Poço de José de Moura, Cachoeira dos Índios, São João do Rio do Peixe, Poço Dantas e Sousa. Já as pressões relacionadas à pecuária, número de cabeças (C11) são maiores nos municípios de Sousa, São João do Rio do Peixe e Cajazeiras. O indicador desta dimensão que apresenta maior correlação com o modelo é o indicador C11 = 0,74.

Os indicadores da dimensão econômica PIB per capita (C12), Despesa total com saúde por habitante (C13) e Receitas de impostos e transferências federais (C14) apresentaram uma relação positiva nos indicadores C12 e 14 e negativa no indicador C13. Observe que os municípios que se destacam nesses indicadores são Sousa

e Cajazeiras, os demais apresentam números bem próximos e ainda uma situação que necessita de estratégias em busca de garantir a suposta sustentabilidade financeira, veja que a grande maioria dos municípios tem grande dependência financeira das transferências intragovernamentais.

TABELA 4 – MATRIZ DESEMPENHO, ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS E CORRELAÇÕES DOS INDICADORES DOS RESPECTIVOS MUNICÍPIOS COM O IMC

ALTERNATIVAS / CIDADES	CRITÉRIOS/INDICADORES													
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14
Bernardino Batista	62,70	3.075,00	3,08	0,55	12,62	15,32	81,32	10,63	1,48	31,42	2.342,00	3.392,25	339,25	5.205.796,63
Cachoeira dos Índios	65,30	9.546,00	0,98	0,58	37,25	21,66	49,30	24,89	30,82	9.170,02	6.721,00	4.497,85	283,82	5.475.496,57
Cajazeiras	74,90	58.437,00	1,02	0,69	73,60	69,33	23,30	66,51	11,10	129,56	13.911,00	6.937,03	253,31	24.753.354,30
Lastro	64,00	2.841,00	-1,36	0,59	33,90	25,90	67,77	6,39	42,87	24,00	2.170,00	3.916,23	422,50	5.248.957,75
Marizópolis	66,00	6.173,00	1,45	0,59	87,37	5,90	27,46	52,69	5,65	128,80	2.257,00	3.378,63	211,51	5.370.503,16
Poço Dantas	48,40	3.752,00	0,34	0,52	33,43	18,46	78,27	7,36	5,00	2.249,36	1.963,00	3.082,28	350,54	5.066.307,00
Poço de José de Moura	66,70	3.978,00	1,66	0,57	87,37	5,90	27,46	52,69	5,65	18.224,06	4.968,00	3.633,82	350,54	5.370.503,16
Santa Cruz	73,10	6.471,00	0,02	0,64	59,54	2,46	31,39	45,23	13,73	56,10	6.446,00	3.366,91	274,85	5.181.726,82
Santa Helena	67,90	5.369,00	-0,33	0,62	47,11	22,74	34,88	50,99	25,69	830,33	7.151,00	3.497,07	301,66	5.676.537,16
São Francisco	68,30	3.364,00	-0,09	0,63	47,07	11,20	34,19	29,71	38,35	18,07	3.732,00	3.376,26	397,03	5.023.819,39
São João do Rio do Peixe	68,70	18.201,00	0,09	0,60	42,19	1,90	47,76	26,62	27,62	5.464,01	20.251,00	3.448,42	174,32	10.343.348,28
Sousa	74,20	65.807,00	0,26	0,66	78,36	8,48	21,52	65,87	11,00	1.872,81	26.934,00	7.136,25	437,89	26.101.897,76
Triunfo	65,50	9.223,00	0,88	0,58	44,93	8,10	58,01	26,77	20,00	301,94	9.667,00	3.051,27	205,40	5.166.944,26
Uiraúna	68,60	14.584,00	0,79	0,65	61,32	9,61	33,09	49,00	10,50	832,28	9.033,00	3.898,70	190,60	8.732.866,69
Vieirópolis	61,90	5.045,00	0,25	0,55	32,48	15,83	71,23	11,63	15,42	10,00	4.339,00	3.090,44	282,04	5.066.502,45
Média geral	66,41	14.391,07	0,60	0,60	51,90	16,19	45,80	35,13	17,66	2.622,85	8.125,67	3.980,23	298,35	8.518.970,58
Desvio padrão	6,11	19.238,96	0,98	0,04	21,33	15,90	20,20	12,32	4,850,77	6.967,28	1.252,40	80,82	6.798.805,73	
Correlação	0,73	0,79	-0,04	0,78	0,58	0,37	-0,75	0,79	0,03	0,22	0,74	0,83	-0,05	0,78

Fonte: Dados da pesquisa (2011).

4.2 COMPARAÇÃO PARITÁRIA DOS MUNICÍPIOS COM OS RESPECTIVOS CRITÉRIOS

As análises realizadas com o auxílio do PRADIN 3.0, subsidiaram a elaboração da tabela 5 e do gráfico 1. É possível observar que os municípios de Poço Dantas e Vieirópolis apresentaram menores Índices Multicriterial de Sustentabilidade Ambiental (IMSA = -0,3826 para ambos), seguido dos municípios de Bernardino Batista (IMSA = -0,3010), Lastro (IMSA = -0,1480), São Francisco (-0,1429), Triunfo (-0,1275), Santa Cruz (-0,1224), Marizópolis (IMSA = -0,1173). No outro ponto os municípios que apresentam melhor desempenho relacionados à busca pela sustentabilidade são: Sousa (se destaca apresentando melhor indicador – IMSA = 0,500), seguido dos municípios de Cajazeiras (0,4898), Cachoeira dos Índios (0,1990), Uiraúna (0,1837), Santa Helena (0,1633), São João do Rio do Peixe (0,1020) e Poço José de Moura (0,0867).

Com os resultados apresentados na tabela 5 pode-se ainda identificar a posição do município segundo o Índice Multicriterial de Sustentabilidade Ambiental, numa escala

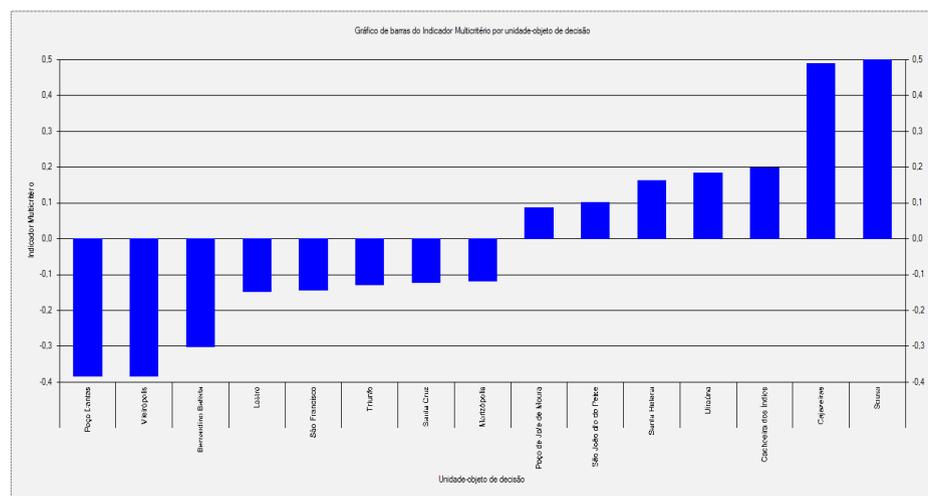
de 0 a 100, bem como a ordem decrescente (posição ordinal do IMSA) corroborando os resultados acima expostos, por exemplo, as cidades de Sousa, Cajazeiras e Cachoeira dos Índios que obtiveram os maiores valores quanto ao IMC ocupando as posições 15, 14 e 13 respectivamente, sendo estas as cidades que apresentam o maior indicador de sustentabilidade ambiental conforme os parâmetros de escolha dos quinze indicadores analisados. Enquanto que Poço Dantas, Vieirópolis e Bernardino Batista tiveram as menores cifras quanto ao IMSA ocupando a 1ª, 2ª e 3ª posições, ou seja, se configuram como cidades menos sustentáveis. Veja o comportamento de cada município no gráfico 1.

TABELA 5 – RANKING DO INDICADOR MULTICRITÉRIO DE SUSTENTABILIDADE DOS MUNICÍPIOS

RANQUIN / MUNICÍPIOS	INDICADOR MULTICRITÉRIO (IMSA)	ESC 0 – 100	POSICÃO	FLUXO POSITIVO	FLUXO NEGATIVO
Bernardino Batista	-0,3010	9,2	3	34,6	64,7
Cachoeira dos Índios	0,1990	65,8	13	59,6	39,7
Cajazeiras	0,4898	98,8	14	74,4	25,5
Lastro	-0,1480	26,5	4	42,3	57,1
Marizópolis	-0,1173	30,0	8	42,3	54,0
Poço Dantas	-0,3826	0,0	1	30,6	68,8
Poço José de Moura	0,0867	53,1	9	52,5	43,8
Santa Cruz	-0,1224	39,4	7	43,8	56,1
Santa Helena	0,1633	61,8	11	58,1	41,8
São Francisco	-0,1429	27,1	5	42,8	57,1
São João do Rio do Peixe	0,1020	54,9	10	55,1	44,8
Sousa	0,5000	99,9	15	74,9	24,9
Triunfo	-0,1275	28,9	6	43,3	56,1
Uiraúna	0,1837	64,1	12	59,1	40,8
Vieirópolis	-0,3826	0,00	2	30,6	68,8

Fonte: Dados da pesquisa, 2011.

GRÁFICO 1 – RANKING DO INDICADOR MULTICRITÉRIO DE SUSTENTABILIDADE DOS MUNICÍPIOS



Fonte: Dados da pesquisa (2011), com base no Pradin, versão 3.0.

Os fluxos de superação são representados por (fluxos positivos e negativos). Eles indicam o percentual de comparações de indicadores (duas a duas) em que o município superou ou foi superado pelos demais conforme a função de preferência definida (neste caso o Critério Usual). Observe que Sousa apresentou maior fluxo de superação positiva quando comparado com cada um dos outros municípios estudados, superou-os em 74,9% das comparações e foi superado em aproximadamente 24,9%. Em outras palavras, isso quer dizer que em se tratando de sustentabilidade ambiental, Sousa, Cajazeiras, Cachoeira dos Índios, Uiraúna, Santa Helena e São João do Rio do Peixe, não estão em situação desfavorável neste contexto geográfico, uma vez que seus indicadores superam os demais municípios na grande maioria das comparações realizadas, principalmente os três primeiros.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As principais descobertas encontradas com essa metodologia se configuram como de grande importância ao estudo, uma vez que contribui com mais um olhar para a região estudada.

A ordenação obtida através do método *Preference Ranking Method for Enrichment Evaluation* (Promethee II) enfatiza a distinção entre as cidades mais e menos sustentáveis dentro do contexto geográfico. Enquanto o município de Sousa foi considerado como mais sustentável. Poço Dantas e Vieirópolis obtiveram o pior fluxo líquido (negativo), evidenciando menor sustentabilidade ambiental.

Notadamente, fica evidente que a aplicação do Método Promethee II no estudo de caso pode apresentar outros resultados se os parâmetros das funções de preferências forem outros, posto ser uma característica intrínseca do método. Com a finalização deste estudo é possível então fazer uma análise crítica da situação das cidades da região que detêm melhor situação de sustentabilidade ambiental, oferecendo uma pequena contribuição para esta área, de modo que seja feita uma reflexão acerca do nível de desenvolvimento das cidades investigadas.

A limitação do estudo concentra-se no fato de que existem muitas limitações na construção de um índice de sustentabilidade ambiental e ainda algumas arbitrariedades, dentre elas, se será um indicador constituído por várias dimensões ou apenas uma, bem como qual (is) dimensão (ões) entrará (ão) na composição do indicador e de seus pesos, configurando-se como passos arbitrários pela razão de não existir dimensões, pesos e índices impostos pela sociedade, conforme argumentam Dutt-Ross *et. al.* (2010).

Destaque-se ainda que no presente estudo foi feita a opção por selecionar apenas 14 indicadores e 16 cidades no intuito de viabilizar a metodologia, de modo que em etapas posteriores seja possível ampliar o número de indicadores e dimensões (social, econômica, ambiental, político-institucional etc).

A contribuição do estudo se configura como uma ferramenta importante que pode está sendo utilizada pela gestão pública em busca de direcionar melhor suas ações de investimento em contextos que necessitam de maior atenção e discussão por parte de todos os atores sociais e institucionais.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e a CAPES pelo auxílio financeiro que possibilitou a realização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

AESA – Agência Estadual de Águas. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br> Acesso em: 03 mar. 2011.

ALMEIDA, Adiel Teixeira de. Conhecimento e Uso de Métodos Multicritério de Apoio a Decisão. Editora Universitária, 2009.

ALMEIDA, Adiel Teixeira de; COSTA, Ana Paula C. Seixas. *Modelo de Decisão Multicritério para Priorização de Sistemas de Informação com base no Método Promethee*. Revista Gestão da Produção, v.9, n.2, pp.201-214, ago. 2002.

ARAÚJO, A. G. de; ALMEIDA, Adiel Teixeira de. *Apoio à decisão na seleção de investimentos em petróleo e gás: uma aplicação utilizando o método PROMETHEE*. Revista Gest. Prod., São Carlos, v. 16, n. 4, p. 534-543, out.-dez. 2009.

BASTOS, Liliane Neves Vieira; ALMEIDA, Adiel Teixeira de. *Utilização do Método Promethee II na Análise das Propostas de Preços em um Processo de Licitação*. In: XXII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Curitiba – PR, **Anais...** Curitiba, ENEGEP, 23 a 25 de outubro de 2002.

BRANS, Jean-Pierre; VINCKE, P.; MARESCHAL, B. Bertrand. *How to select and how to rank projects: the PROMETHEE method*. European Journal of Operational Research, v. 24, n. 2, 1986, p. 228-238.

CARVALHO, José Ribamar M. de; CÂNDIDO, Gesinaldo Ataíde; CURI, Wilson F.; CARVALHO, Enyedja K. M. de A. *Proposta e Validação de Indicadores de Sustentabilidade Hidroambiental para Bacias Hidrográficas: Estudo de Caso na Sub-Bacia do Rio Piranhas, PB*. In: VII CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO – Universidade Federal Fluminense, Niterói/RJ, Brasil. **Anais...** CNEG, Niterói, 12 e 13 de agosto de 2011.

CAVASSIN, Sirlei Aparecida. *Uso de Metodologias Multicritério na Avaliação de Municípios do Paraná com Base no Índice de Desenvolvimento Humano Municipal*. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Métodos Numéricos em Engenharia – Programação Matemática, Setores de Tecnologia e Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

DUTT-ROSS, Steven; RIBEIRO, Rodrigo Otávio de Araújo; SANT'ANNA, Annibal P. *Ranking de Muni-*

cípios para Políticas Públicas de Educação: Comparação entre Avaliações Multicritério a partir do IDH. Pesquisa Operacional para o Desenvolvimento, Rio de Janeiro, v.2, n.2, maio a agosto de 2010, p. 156-169.

GOMES, Luiz Flávio A. Monteiro; ARAYA, Marcella Cecília González.; CARIGNAMO, Claudia. *Tomada de Decisão em Cenários Complexos. Introdução aos Métodos Discretos do Apoio Multicritério à Decisão*. Tradutora Técnica Marcella Cecília Gonzáles Araya. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004, p. 168.

GOMES, Luiz Flávio A. Monteiro; GOMES, Carlos Francisco Simões; ALMEIDA, Adiel Teixeira de. *Tomada de Decisão Gerencial: Enfoque Multicritério*. 3. ed. Revista e Ampliada. São Paulo: Atlas, 2009, p. 324.

IBGE. *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística*. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br> Acesso em 05 mar. 2011.

IDEME – PB. *Instituto de Desenvolvimento Municipal e Estadual da Paraíba*. Anuário Estatístico da Paraíba. João Pessoa: IDEME, 2008.

IUDÍCIBUS, Sérgio de. *Teoria da Contabilidade*. 7ª ed. São Paulo: Atlas, 2004.

MARTINS, Maria de Fátima; CÂNDIDO, Gesinaldo Ataíde. Índice de Desenvolvimento Sustentável para Municípios (IDSM): metodologia para análise e cálculo do IDSM e *classificação dos níveis de sustentabilidade – uma aplicação no Estado da Paraíba*. João Pessoa: Sebrae, 2008.

MORAIS, Daniele Costa; ALMEIDA, Adiel Teixeira de. *Avaliação Multicritério para Adequação de Sistemas de Redução de Perdas de Água*. In: XXII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Curitiba – PR, Brasil. **Anais...** Curitiba, ENEGEP, 23 a 25 de outubro de 2002, p. 8.

PRADIN – Programa para Apoio à Tomada de Decisão baseada em Indicadores: versão 3.0. *Associação Nacional das Instituições de Planejamento, Pesquisa e Estatística – ANIPES*. Disponível em: <http://www.anipes.org.br> Acesso em: 06 mar. 2011.

SEPÚLVEDA, Sérgio. *Desenvolvimento microregional sustentável: métodos para planejamento local*. Brasília: IICA, 2005, p. 292.

SILVA, Armistrong Martins da; CORREIA, Ana Maria M.; CÂNDIDO, Gesinaldo Ataíde. *Ecological Footprint Method: Avaliação da Sustentabilidade no Município de João Pessoa, PB*. In: CÂNDIDO, G. A. Desenvolvimento Sustentável e Sistemas de Indicadores de Sustentabilidade: Formas de aplicações em contextos geográficos diversos e contingências específicas. Campina Grande, PB: Ed. UFCG, 2010, pp. 236-271.

SILVA, Daniela Santos Gomes da. *Construção de Indicadores de Condições de Vida através da Análise Multicritério: estudo Aplicado aos Municípios da Baixada Fluminense*. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Estudos Populacionais e Pesquisas Sociais (Mestrado). Escola Nacional de Ciências Estatísticas. Rio de Janeiro, 2007, p. 148.

SILVA, Jersone T. Moreira; CABRERA, Pablo A. Luna; TEIXEIRA, Luiz A. Antunes. *Aplicação do Método de Análise Hierárquica no Processo de Tomada de Decisão: Um Estudo com o Empreendedor Agrícola da Região de Divino/MG*. Revista de Gestão e Planejamento. Ano 7, nº 14, Salvador/BA, jul – dez/2006, pp. 19-30.

SILVA, Vanessa Batista de; MORAIS, Danielle Costa. *O Uso do Promethee II para Priorizar Alternativas para Preservação de Bacia Hidrográfica: Estudo de Caso Realizado na Bacia do Rio Jaboatão, Pernambuco, Brasil*. In: XXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Anais...** Rio de Janeiro, ENEGEP, 13 a 16 de outubro de 2008.

SILVÉRIO, Lidiane B.; FERREIRA, Alice S.; RANGEL, Luís Alberto D. *Avaliação das Cidades da Região*

Sul Fluminense empregando o Método PROMETHEE II. In: XVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Foz do Iguaçu, PR, Brasil. **Anais...** Paraná, ENEGEP, 09 a 11 de outubro de 2007, p. 10.

VAN BELLEN, Hans Michael. *Indicadores de Sustentabilidade: Uma Análise Comparativa.* 2. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2006, 253 p.

VASCONCELOS, Ana Cecília Feitosa de. **Índice de Desenvolvimento Sustentável Participativo: Uma Aplicação no Município de Cabaceiras, PB.** Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal da Paraíba, 2011, p. 159.

VINCKE, P. *Multicriteria Decision-aid.* John Wiley & Sons Ltd. 1992.

WAQUIL, Paulo D.; SCHNEIDER, Sergio; FILIPPI, Eduardo E.; CONTERATO, Marcelo A.; SPECHT, Suzimary. *Para Medir o Desenvolvimento Territorial Rural: Validação de Uma Proposta Metodológica.* In: XLV CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL. Universidade Estadual de Londrina, PR, Brasil. **Anais...** Paraná, SOBER, 22 a 25 de julho, 2007, p.22.

WEBER, Jacques. *Gestão de Recursos renováveis: Fundamentos Teóricos de um Programa de Pesquisas.* In: VIEIRA, Paulo Freire; WEBER, Jacques. (Orgs.). *Gestão de Recursos Naturais Renováveis e Desenvolvimento: Novos Desafios para a Pesquisa Ambiental.* Tradução Anne Sophie de Pontbriand Vieira, Christilla de Lassus. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2002.

SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL NO SETOR DE MINERAÇÃO NO MUNICÍPIO DE VIEIRÓPOLIS, PB: APLICAÇÃO DO MODELO PRESSÃO-ESTADO-RESPOSTA

*José Ribamar Marques de Carvalho
Wilson Fadlo Curi
Enyedja Kerly Martins de A. Carvalho
José Lopes Martins*

1 INTRODUÇÃO

A problemática que permeia o meio ambiente fruto das pressões humanas para com a natureza fez com que no atual contexto surgisse um tema de grande relevância – o desenvolvimento sustentável, que passou a ser um dos temas mais debatidos e estudados nos meios acadêmicos e científicos, governamentais.

Notadamente, a emergência do movimento ambientalista, que teve seu início nos anos 60 e ganhou força a partir do Relatório de *Brundtland*, cuja discussão central era o meio ambiente e todas as problemáticas. Este movimento passou a influenciar as empresas a despertar o interesse cada vez maior da sociedade em relação a tudo que acontece dentro dos muros das organizações empresariais e que, de certa forma, tem impacto na sociedade. (FURLANETTO, *et. al.* 2010)

Não diferente, entende-se que a questão ambiental está inserida no mundo dos negócios, vez que, as consequências negativas no meio ambiente são decorrentes principalmente das atividades empresariais. Assim, emerge no cenário empresarial a necessidade de uma nova postura organizacional no sentido de adotar medidas mitigadoras dos impactos ambientais.

Nesse sentido, e diante da preocupação com essa realidade, emerge várias metodologias ou ferramentas que vem tentando medir aspectos relacionados à sustentabilidade de cidades, estados, países, empresas, dentre outros, na tentativa de subsidiar o surgimento de práticas mais adequadas e sustentáveis.

Do exposto, este estudo tem como objetivo analisar a sustentabilidade de uma empresa do setor de mineração do município de Vieirópolis, Paraíba, a partir da determinação dos indicadores de sustentabilidade baseado no Modelo Pressão-Estado-Impacto-Resposta (P-E-I-R).

Foi feita a opção por essa metodologia, devido ao fato de que na região estudada existe um problema de ordem ambiental, fruto das atividades de uma empresa do setor de mineração e que supostamente poderia estar afetando outras dimensões (econômica, social, institucional, cultural) da região.

Serviu de base para a realização dessa pesquisa o estudo de Ferreira *et. al.* (2010) que aplicou o modelo Pressão-Estado-Impacto-Resposta em uma empresa. Este artigo está estruturado da seguinte forma: inicialmente é feita a revisão da literatura sobre assuntos inerentes à temática, em seguida trata-se dos aspectos metodológicos da pesquisa. A seguir, mostra-se a aplicação do modelo Pressão-Estado-Impacto-Resposta (P-E-I-R) na empresa estudada e finaliza-se com as considerações finais do estudo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.2 MODELO PRESSÃO-ESTADO-RESPOSTA

Diversos estudos foram realizados com o intuito de avaliar a sustentabilidade, a partir de metodologias que envolvem indicadores de sustentabilidade, dentre eles podemos citar OECD (1998), Martins e Cândido (2008), Silva e Cândido (2010) e Ferreira *et. al.* (2010). O modelo proposto neste estudo está embasado na proposta desenvolvida por Ferreira *et. al.* (2010) que se refere ao Modelo Força Pressão-Estado-Resposta.

O modelo PER (Pressão, Estado, Resposta), deriva do modelo PER (Pressão-Estado-Resposta) adaptado pela OCDE com o objetivo de perceber as ligações existentes entre o ambiente através dos indicadores ambientais e a sociedade através do desempenho ambiental. O objetivo deste novo modelo de avaliação consiste em fornecer informação sobre os diferentes elementos da cadeia PER e que demonstra sua interligação e avalia a eficácia das respostas. (LIRA, 2008)

De acordo com Lira (2008) este modelo considera que as atividades econômicas e o comportamento humano afetam a qualidade ambiental. No entanto, as relações entre estes fenômenos são complexas. O modelo PER reforça a interação entre as causas dos problemas ambientais (pressões), o estado e as respostas da sociedade, de uma forma integrada.

O Modelo P-E-R (figura 1) apresenta uma estrutura que abarca a informação ambiental em termos de indicadores de pressão exercidos pelas atividades humanas no meio ambiente e o estado deste. As soluções em forma de respostas dos *stakeholders* envolvidos são apresentadas de forma cíclica, sendo que os atores estão sempre interagindo, buscando melhorias. (BECK *et. al.* 2009)

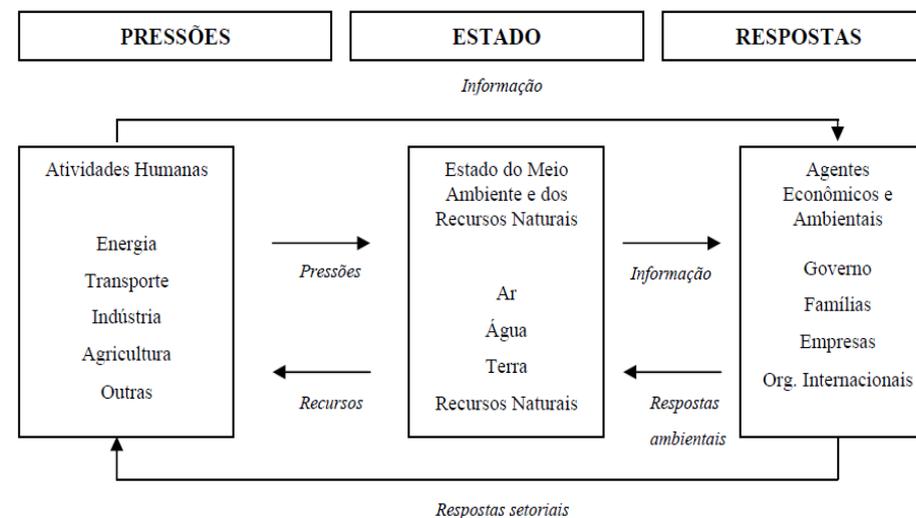


Figura 1 – Modelo Pressão-Estado-Resposta.
Fonte: Becks *et al.* 2009.

Segundo Beck *et al.* (2009) a situação atual de esgotamento de recursos naturais, o aquecimento global e a poluição do ar, água e solos são algumas variáveis alarmantes no contexto atual e requerem que as sociedades e governos repensem o modelo de desenvolvimento adotado, seja nas formas de produção utilizadas, nos níveis de consumo e descarte de materiais e nas ações de reparação de danos.

Do exposto, a metodologia PEIR objetiva entender o Estado do meio ambiente: corresponde à condição atual do meio ambiente, relata a qualidade ambiental e os aspectos quantitativos e qualitativos dos recursos naturais. As Pressões sobre o meio ambiente: descrevem pressões que as atividades humanas impõem sobre o meio ambiente através de suas atividades e processos. As Respostas da sociedade: correspondem às ações adotadas para mitigar, adaptar, prevenir, deter ou reverter impactos negativos sobre o meio ambiente, produzidos pelas atividades humanas (FERREIRA, *et. al.* 2010, p. 383-382)

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para compor este estudo foi feito o uso da pesquisa exploratória, com natureza qualitativa a partir de uma visita *in loco* no intuito de analisar a sustentabilidade de uma empresa do setor de mineração localizada no município de Vieirópolis, PB. Realizou-se um levantamento dos aspectos sócio-econômicos e ambientais do processo de extração do minério mármore verde, da população e da infra-estrutura empresarial.

A partir do estudo de Ferreira *et. al.* (2010) e da literatura específica em relação

a temática e tomando por base o Modelo Pressão-Estado-Resposta (P-E-I-R), ficaram definidos os indicadores utilizados na empresa estudada. Foi utilizada a metodologia do PEIR devido ao fato de que na região estudada atualmente existe um problema de ordem ambiental e que supostamente pode estar afetando outras dimensões de natureza econômica, social, cultural e institucional.

QUADRO 01 – INDICADORES PRESSÃO-ESTADO-RESPOSTA DO ESTUDO

INDICADORES DE PRESSÃO	DESCREVE AS PRESSÕES DAS ATIVIDADES HUMANAS NA JAZIDA MINERAL DE MÁRMORE VERDE
PROCESSO DE EXTRAÇÃO DO MÁRMORE VERDE	Abertura de Acessos Internos – preparação inicial da área para a extração do mármore verde.
	Limpeza da área – procedimento de limpeza da área de extração visando recuperar a vegetação no qual a jazida está localizada.
	Descapamento e disposição do material estéril – processo de remoção do material estéril da jazida.
	Extração e estocagem do minério – como é feito o processo de extração do mármore verde da jazida.
	Carregamento e transporte do mármore verde – como é realizada a etapa do carregamento
INDICADORES DE ESTADO E IMPACTO NO AMBIENTE	DESCREVE A QUALIDADE E QUANTIDADE DOS RECURSOS NATURAIS NA REGIÃO DE VIEIRÓPOLIS, PB, BEM COMO OS IMPACTOS POSITIVOS E NEGATIVOS DA ATIVIDADE DO SETOR DE MINERAÇÃO DO MÁRMORE VERDE
AMBIENTE NATURAL	Solo
	Clima, Temperatura e Regime Pluviométrico
	Bacia Hidrográfica
IMPACTO DO SETOR DE MINERAÇÃO DO MÁRMORE VERDE	Flora e Fauna
	Emissão de poeiras
	Ruídos
	Prejuízo à flora
	Fuga da fauna
	Oferta de emprego
	Incremento da economia mineral local
RESPOSTAS	EVIDENCIA O PAPEL DA EMPRESA FRENTE AOS PROBLEMAS AMBIENTAIS GERADOS POR CAUSA DA ATIVIDADE EXTRATIVISTA COM A FINALIDADE DE CORRIGIR OS IMPACTOS NEGATIVOS CAUSADOS.
MEDIDAS DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS	Recuperação física do solo
	Revegetação com o plantio de mudas nativas
	Aproveitamento da cava final como reservatório de água
MEDIDAS DE PREVENÇÃO E CONTROLE AMBIENTAL	As vias de acesso interno foram abertas
	Reconstituição do relevo pré-existente
	Prevenção contra as emissões de ruído e poeiras
	Mínimização da erosão

Fonte: Adaptado para o estudo baseado em Ferreira *et. al.* (2010)

Após a listagem das variáveis a serem investigadas realizou-se uma visita in loco, na empresa do setor de mineração, no intuito de conhecer, registrar e reconhecer o processo de extração, processamento, estoque, descarte de resíduos e transporte, bem como identificar variáveis-chaves que pudessem subsidiar a análise do estudo.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE VIEIRÓPOLIS, PB

O município de Vieirópolis, PB, localiza-se a 7° 07' 45.48" S e 36° 42' 45.66" O, situado no Alto Sertão da Paraíba. Está localizado na região Oeste da Paraíba, limitando-se a Oeste com Uiraúna e São João do Rio do Peixe, a Leste Lastro, ao Sul Sousa e ao Norte com Tenente Ananias no Estado do Rio Grande do Norte. Ocupa uma área de 116,30 km². A sede municipal apresenta uma altitude de 220m e coordenadas geográficas de 38° 15' 21" longitude oeste e 06° 30' 25" de latitude sul. O acesso a partir de João Pessoa é feito através da BR-230 chegando-se à cidade de Sousa.

Neste ponto segue-se pela PB-383 até a cidade de Lastro, onde toma-se via pavimentada a esquerda percorrendo-se cerca de 10 km até a sede municipal, a qual dista cerca de 450,6 km da capital.

4.2 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

Com sede na Fazenda Lagoana, município de Santa Quitéria, em pleno sertão central do Estado do Ceará, a empresa Granistone S/A utiliza-se de técnicas modernas para o corte da rocha em blocos paralelepípedicos utilizados pela indústria. (GRANISTONE, 2011).

Como a empresa tem vários postos de exploração do minério, o foco desse estudo concentrou-se em uma das Unidades de Exploração da minerada localizada no município de Vieirópolis, PB.

Todo o trabalho de corte do maciço rochoso é feito utilizando-se o fio diamantado que, durante o processo de corte, não promove qualquer tipo de agressão ao meio ambiente, nem provoca qualquer dano físico ao bloco de granito produzido, em oposição aos métodos tradicionais de extração onde se utilizava explosivos, com sérios problemas de poluição sonora e danificação da jazida e do produto. No processo de feitura, movimentação e transporte dos blocos lapidados e do material estéril, a empresa procura

utiliza-se de equipamentos pesados de grande envergadura, tais como: compressores elétricos de porte, pás-carregadeiras, escavadeiras, tratores, caminhões fora-de-estrada (*off road*), geradores e uma infinidade de outros equipamentos menores, mas necessários ao processo extrativo do granito. (GRANISTONE, 2011)

O tipo de mármore extraído da unidade em estudo é o mármore verde. A concessão para a exploração foi feita pelo Alvará N° 480 de 20/01/2006 - DNPM n° 846306/2005-0014 que autoriza, pelo prazo de 02 (dois) anos, a GRANISTONE S.A. pesquisar e extrair granito nos Municípios de Paraná-RN e Vieirópolis, PB, numa área de 1.000,00 ha, conforme publicado no D.O.U (Diário Oficial da União) em 31.01.2006.

4.3 INDICADORES DE PRESSÃO-ESTADO-RESPOSTA NO SETOR DE MINERAÇÃO

Nessa seção procurou-se identificar quais os são os indicadores, a serem considerados, de Pressão, Estado e Resposta da Empresa Granistone S/A, especificamente na Unidade de Exploração de Vieirópolis, PB, a partir da visita *in loco* ao local de estudo.

4.3.1 INDICADORES DE PRESSÃO

Os indicadores de pressão buscam identificar as pressões das atividades humanas na jazida mineral do mármore verde. No presente estudo, os indicadores de pressão analisados são causados pelo setor de mineração que causam impactos ambientais em escala considerável, degradando o meio natural, modificando a qualidade e quantidade dos recursos naturais.

4.3.1.1 INDICADOR ABERTURA DOS ACESSOS INTERNOS

O acesso à área de exploração do minério de mármore verde está localizada no sítio Baixio dos Pereiros, saída da sede do município com destino ao sítio Cachoeira de Cima, por estrada carroçável, a mais ou menos 4 km defletir à esquerda e seguir por estrada aberta pela empresa. Para a abertura dos acessos internos a empresa usou máquinas pesadas como tratores de pneus e trator de esteira, retirando árvores e arbustos. Notadamente observa-se, conforme fotos 1 e 2, que foram utilizadas máquinas com rolos compressores compactando o solo e aterrando valas.



Figura 4 – Máquinas utilizadas pela empresa para fazer abertura dos acessos
Fonte: Própria – Visita *in loco*, 2011.

4.3.1.2 INDICADOR DESCAPEAMENTO OU DESBRAVAMENTO

O descapeamento ou desbravamento da área de acampamento e da área do minério é a operação que consiste na retirada parcial ou total da vegetação e pedras de vários tamanhos que cobre a área a ser explorada, conforme mostram as fotos da figura 5. Verifica-se que esse processo elimina toda e qualquer vegetação que cobre a área. É feita com o auxílio de máquinas pesadas como o trator de esteira que concorre para a compactação do local.



Figura 5 – Descapeamento ou desbravamento do local para extração.
Fonte: Própria – Visita *in loco*, 2011.

4.3.1.3 INDICADOR LIMPEZA DA ÁREA DE EXPLORAÇÃO E DEJETOS AMBIENTAIS

Feito o descapeamento ou desbravamento da área, inicia-se a limpeza com a retirada de restos vegetais como raízes, troncos e galhos de árvores e pedras, cascalhos e

seixos de várias formas e tamanhos, uma vez que o solo é argiloso e montanhoso (região de serra) onde foram usadas máquinas, bem como homens nos trabalhos de limpeza da área. Esse material foi amontoado formando grandes montes de terra e pedras sem nenhuma técnica para conservação do solo, onde se constata a ausência de curvas de níveis e taludes ou faixa de retenção, formando, assim, muralhas de um solo degradado e estéril destruindo a fauna e a flora local.

No local das jazidas foi feito o descapamento do solo, que é a retirada do material estéril, ou seja, a camada que cobre o local da mina e amontoado em locais próximos. Foram usadas máquinas; como escavadeiras, enchedeiras e tratores com lâminas; que provocam, cada vez, mais a degradação do solo, ocasionando verdadeiros relevos e danos ao meio ambiente, de acordo com as fotos demonstradas na figura 6.

A empresa deveria se preocupar com o total da área e o volume de terra impactadas e que ainda não foram reabilitadas mitigando, desta forma, os impactos oriundos das atividades da extração do minério local.



Figura 6 - Limpeza da Área de Exploração e Dejetos Ambientais
Fonte: Própria – Visita *in loco*, 2011.

Ferreira *et. al.* (2010) argumentam que este indicador limpeza da área de exploração e dejetos ambientais serve para avaliar como uma empresa de mineração explora um determinado local. Apesar de não ter como evitar os impactos ambientais, a organização deve procurar solucionar o problema através de procedimentos sustentáveis.

Fica evidente que esta prática ambiental não tem natureza sustentável, ou seja, ser capaz de recuperar as áreas que são escavadas e outras áreas que servem para colocar os dejetos.

4.3.1.4 INDICADOR EXTRAÇÃO DO MINÉRIO VERDE

A extração do minério é feita com escavadeiras e homens usando instrumentos como picaretas, pás, explosivos como dinamites e serras com fios diamantados. A pedra é retirada e lapidada para serem transportadas deixando a flora e a fauna coberta por um

pó de pedra que impede a transpiração de plantas e animais provocando assim cada vez mais a degradação do meio ambiente.

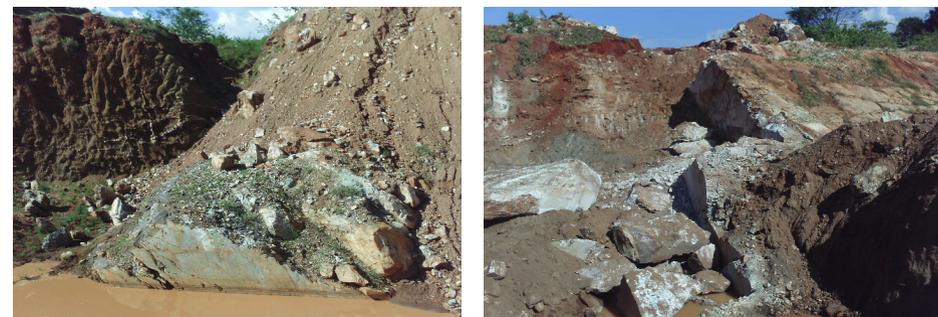


Figura 7 – Extração do minério | Fonte: Própria – Visita *in loco*, 2011.

Verifica-se que as operações de extração são realizadas com tecnologias simples: escavações mecanizadas a céu aberto e circuitos de beneficiamento pouco complexos. Muito embora esteja evidenciado no site da organização que as práticas utilizadas estão em oposição aos métodos tradicionais de extração, percebe-se que na Unidade de Extração (foco deste trabalho) ainda prevalece a utilização de explosivos, o que ocasiona sérios problemas de poluição sonora e danificação da jazida e do produto. Além disso, a realidade observada no local estudo é que não há essa preocupação.

4.3.1.5 INDICADOR RELACIONADO À ESTOCAGEM, CARREGAMENTO E AO TRANSPORTE DO MINÉRIO

Os blocos de minério, após a extração, são cortados em blocos e estocados “ao relento” conforme destaca a figura 8. Em momento oportuno são carregados e transportados em caminhões próprios da empresa no intuito de serem encaminhados aos locais de distribuição e beneficiamento. Posteriormente eles serão exportados para outras regiões/ países compradores.



Figura 8 – Estocagem do minério em blocos | Fonte: Própria – Visita *in loco*, 2011.

Percebeu-se que o beneficiamento do mármore extraído é feito em outra região do país. No local do estudo são realizadas apenas a extração e estocagem dos blocos do mármore. Esse cenário acaba por contribuir para a destruição da fauna e da flora através das perdas físicas e químicas do solo, que afetam diretamente a biodiversidade, da região.

4.3.2 INDICADORES DE ESTADO DO AMBIENTE NATURAL

Estes indicadores tentam representar a qualidade e quantidade dos recursos naturais na região de Veirópolis, PB, onde está localizada a jazida. Além disso, devem fornecer indicações sobre a situação do ambiente natural e sua evolução no tempo.

4.3.2.1 INDICADOR SOLO

O solo no município de Veirópolis, PB, especificamente na serra do Sítio Baixo dos Pereiros (local onde está localizada a mineradora), é de textura areno-argiloso, com muitas pedras de vários tamanhos e formas.

Os solos são resultantes da desagregação e decomposição das rochas do embasamento cristalino, sendo, em sua maioria, do tipo Podizólico Vermelho-Amarelo, tendo-se localmente latossolos e porções restritas de solos de aluvião. (BRASIL, 2005)

4.3.2.2 INDICADOR CLIMA, TEMPERATURA E REGIME PLUVIOMÉTRICO

Em termos climatológicos, o município acha-se inserido no denominado “Polígono das Secas”, constituindo um tipo semi-árido quente e seco, segundo a classificação de Koppen (1956). As temperaturas são elevadas durante o dia, amenizando a noite, com variações anuais dentro de um intervalo 23 a 30° C, com ocasionais picos mais elevados, principalmente durante a estação seca. O regime pluviométrico, além de baixo é irregular com médias anuais em torno de 900 mm/ano. Devido às oscilações dos fatores climáticos, podem ocorrer variações com valores para cima ou para baixo do intervalo referenciado. No geral caracteriza-se pela presença de apenas 02 estações: a seca que constitui o verão, cujo clímax é de Setembro a Dezembro e a chuvosa denominada pelo sertanejo de inverno, restrito a um período de 3 a 4 meses por ano. (BRASIL, 2005)

4.3.2.3 INDICADOR BACIA HIDROGRÁFICA

O município de Veirópolis encontra-se inserido nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Piranhas, sub-bacia do Rio do Peixe. Seus principais tributários são os

riachos das Araras e dos Nogueiras. Todos os cursos d' água no município têm regime de escoamento intermitente e o padrão de drenagem é o dendrítico.

4.3.2.4 INDICADOR FLORA E FAUNA

A vegetação é de pequeno porte, típica de caatinga xerofítica, onde se destaca a presença de cactáceas, arbustos e árvores de pequeno a médio porte. A fauna local é composta, principalmente, pelos seguintes animais selvagens: gato do mato, raposa, tiú, cobras, macaco e mocó.

4.3.3 INDICADORES DE IMPACTO AMBIENTAL

De acordo com Ferreira *et. al.* (2010) o processo de extração do minério é uma atividade bastante visada pela sociedade pelo fato de causar grandes impactos ambientais, seja pelo lado negativo como pelo lado positivo. Os impactos negativos são: a destruição da fauna e da flora e as perdas físicas e químicas dos solos, que afeta diretamente a biodiversidade, causando uma perda significativa da capacidade produtiva e, conseqüentemente, provocando a fuga do homem da zona rural para a zona urbana entre outros. Já os impactos positivos são: a geração de emprego, incremento do comércio local, aumento na arrecadação tributária, etc. Através da atividade extrativista podemos identificar os seguintes indicadores de impacto.

4.3.3.1 INDICADOR EMISSÃO DE POEIRAS

O ser humano fica exposto a fortes condições de insalubridade, caracterizadas por ambiente seco, pela poeira, ruído, gases tóxicos, os quais proporcionam riscos de doenças respiratórias e cancerígenas. Tal fato contribui, ainda, para a rotatividade de mão-de-obra, caso não haja providências nesse sentido.

4.3.3.2 INDICADOR DE RUÍDOS

O ruído é, hoje em dia, considerado como um problema grave de saúde pública. Alguns dos efeitos mais frequentes do ruído traduzem-se em perturbações psicológicas ou alterações fisiológicas associadas a stress e cansaço, dos quais resultam perturbações do sono e falta de concentração. (LEVY; BEAUMONT, 2010)

Verificou-se que os ruídos no local são frutos das explosões e das máquinas utilizadas no processo de extração e que os funcionários não utilizam medidas de proteção, o que pode gerar problemas futuros para organização.

4.3.3.3 INDICADOR PREJUÍZO À FLORA E A FAUNA

As atividades de mineração do mármore na região de Vieirópolis, PB, podem causar diversos tipos de impactos ambientais aos ecossistemas terrestres, principalmente devido à destruição de *habitats*, que é um dos principais fatores que causam o declínio do número de espécies. Como o bioma em que a empresa encontra-se instalada é do tipo caatinga, faz-se necessário ter um maior cuidado, tendo em vista prover um manejo adequado com vistas a preservação das espécies locais. Além de interferir diretamente na vegetação da região, as atividades de mineração podem causar (se não forem realizadas de maneira adequada) um aumento do processo de erosão com consequências para a produtividade primária local que, quando incorporadas à biota, alteram o crescimento, a taxa de reprodução e a sobrevivência das espécies.

4.3.3.4 INDICADOR OFERTA DE EMPREGO

Este indicador analisa a importância e o papel da empresa de mineração e o número de famílias beneficiadas com o desenvolvimento do mesmo. Segundo informações do Ministério do Trabalho e do Emprego (2010), durante o ano de 2010 houve pouco incremento de admissões de trabalhadores, apenas cinco contratações, sendo quatro contratações relacionadas à função de operador de máquina cortadora (minas e pedreiras) e um técnico de mineração. Observa-se que o incremento de oferta de emprego ainda é insignificante se comparado com os impactos ocasionados pela atividade de mineração.

Notadamente, observou-se que os serviços da administração pública municipal são destacados como o tipo de atividade que mais agrega valor para o município, posto que a agricultura e a pecuária são atividades que não se destacam no PIB municipal. A grande maioria da renda do município é oriunda das transferências intragovernamentais da União, demonstrando a dependência financeira do município. Esse fato denota uma falta de planejamento público por parte dos atores políticos e sociais envolvidos. A atividade de mineração praticamente não contribui no desenvolvimento econômico da região, conforme destaque está exposto a seguir nas análises dos indicadores.

4.3.3.5 INCREMENTO DA ECONOMIA MINERAL

Muito embora a atividade de mineração tenha representado um crescimento financeiro considerável para o estado, região e para o país. O mármore verde é basicamen-

te explorado e encaminhado para os Estados do Ceará e de lá é exportado para outros estados e países. Observou-se, segundo informações do município, que nenhum imposto foi arrecadado.

4.3.4 INDICADORES DE RESPOSTAS

As medidas de resposta devem ser tomadas o mais rápido possível para que os impactos gerados sejam minimizados ao máximo e para que as mudanças do estado do ambiente sejam corrigidas da melhor forma possível. (FERREIRA; *et. al.*, 2010)

Observou-se que as ações da empresa Granistone S/A (indicadores de resposta) frente aos problemas encontrados, ainda não existem, vez que as ações mitigadoras no intuito de reverter o cenário das ações das atividades de mineração não são visíveis, pelo menos foi o que se observou. As preocupações estão totalmente focadas em ações relacionadas à maximização da rentabilidade econômica, contribuindo decisivamente para um considerável ônus ambiental, fruto de uma extração que ainda não está preocupada com a relação social, ambiental, institucional, ocasionados neste contexto estudado e que precisam está sendo discutidas pelos vários atores sociais envolvidos.

Espera-se que em um futuro próximo as ações empresariais possam estar voltadas para a recuperação física do solo, revegetação com o plantio de mudas nativas, aproveitamento da cava final como reservatório de água, reconstituição do relevo pré-existente, prevenção contra as emissões de ruído e poeiras, minimização da erosão de modo que efetivamente possa adquirir uma certificação ambiental capaz de analisar esses vários aspectos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente estudo foi aplicado o Modelo Pressão-Estado-Impacto-Resposta (P-E-I-R) para o setor de mineração de mármore verde tendo como exemplo a empresa Granistone S/A. A estrutura básica apresentada para aplicação do PEIR foi composta pelo processo de extração do minério e seus efeitos para o ambiente caracterizando como o indicador de Pressão.

A empresa Granistone S/A, tem expandido suas atividades e em 2006 recebeu autorização para extrair o minério do tipo mármore verde no município de Vieirópolis, PB. Todavia, a partir do estudo realizado observou-se que a referida empresa ainda não tem cumprido seu papel perante a sociedade e o meio ambiente, ou seja, não tem desempenhado um papel ecologicamente correto, demonstrando que necessita de novas práticas de gestão naquela localidade específica, no intuito de mitigar seus impactos na região.

Observa-se que a situação é complicada, haja visto que as medidas (respostas) empresariais para com a sociedade ainda não estão formuladas e precisam estar sendo discutidas pelos gestores e atores sociais no intuito de contribuir para a melhoria da gestão dos recursos naturais da região. Acrescente-se ainda o fato que não se pode apenas focar as ações do empreendimento em questões eminentemente econômicas, uma vez que esse cenário contribui significativamente para a insustentabilidade ambiental.

Nesse sentido, apesar de ser uma atividade que naturalmente causa grandes impactos ambientais, faz-se necessário que a empresa de mineração estudada detenha um maior compromisso e responsabilidade socioambiental através de ações e medidas concretas a fim de reduzir os danos ambientais. Assim, ela passa a adquirir o respeito e a credibilidade perante a sociedade.

Finalmente, entende-se que o estudo do PEIR representa uma metodologia importante que pode estar sendo utilizada pela gestão municipal visando concentrar esforços para minimizar os efeitos da ação do homem perante o meio ambiente, tentando, em fim, fazer com que possa assumir uma gestão com preocupações efetivamente sustentáveis e que possa levar em consideração nas propostas de inserção de novas empresas, aspectos que não sejam eminentemente financeiros, mas sim aspectos ambientais, sociais, culturais, institucionais.

REFERÊNCIAS

BECK, C. G.; et. al. *Problemática dos Resíduos Sólidos Urbanos do Município de João Pessoa: Aplicação do Modelo P-E-R*. *Qualit@s Revista Eletrônica*, vol.8. nº 3, Campina Grande, PB, 2009.

_____. *RAIS – Anual*. Ministério do Trabalho, 2010.

FERREIRA, E. da S.; et. al. *Sustentabilidade no Setor de Mineração: Uma Aplicação do Modelo Pressão-Estado-Impacto-Resposta*. In: CÂNDIDO, G. A. *Desenvolvimento Sustentável e Sistemas de Indicadores de Sustentabilidade: Formas de aplicações em contextos geográficos diversos e contingências específicas*. Campina Grande, PB: Ed. UFCG, 2010.

FURLANETTO, E. L.; et. al. *Sustentabilidade em Arranjos Produtivos Locais: Uma proposta metodológica de análise*. In: CÂNDIDO, G. A. *Desenvolvimento Sustentável e Sistemas de Indicadores de Sustentabilidade: Formas de aplicações em contextos geográficos diversos e contingências específicas*. Campina Grande, PB: Ed. UFCG, 2010.

GRANISTONE S/A. *Informações da empresa Granistone S/A*. Disponível em: <http://www.granistone.com.br>. Acesso em 02 fev. 2011.

LIRA, W. S. *Sistema de Gestão do Conhecimento para Indicadores de Sustentabilidade – SIGECIS: Proposta de uma metodologia Campina Grande – PB*. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Campina Grande. Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais, 2008.

LEVY, J. de Q.; BEAUMONT, J. *Indicador Global de Ruído*. Disponível em: http://www.ecoservicos.pt/content/documents/Indicador_Global_de_Ruido.pdf;jsessionid=140F5C396D94D1B8EB100DFBAC6D85CA. Acesso em 20 fev. 2011.

MARTINS, M. F.; CÂNDIDO, G.A. *Índice de Desenvolvimento Sustentável para Municípios (IDSM): metodologia para análise e cálculo do IDSM e classificação dos níveis de sustentabilidade – uma aplicação no Estado da Paraíba*. João Pessoa: Sebrae, 2008.

SILVA, A. M. da; et. al. *Ecological Footprint Method: Avaliação da Sustentabilidade no Município de João Pessoa, PB*. In: CÂNDIDO, G. A. *Desenvolvimento Sustentável e Sistemas de Indicadores de Sustentabilidade: Formas de aplicações em contextos geográficos diversos e contingências específicas*. Campina Grande, PB: Ed. UFCG, 2010.

VAN BELLEN, Hans Michael. *Indicadores de Sustentabilidade: Uma Análise Comparativa*. 2. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2006.

CONSCIÊNCIA AMBIENTAL: ANÁLISE DA PERCEPÇÃO DISCENTE EM UMA IES PÚBLICA

*Rosileide Farias Sarmiento
José Ribamar Marques de Carvalho
Gesinaldo Ataíde Cândido
Enyedja Kerlly Martins de Araújo Carvalho*

1 INTRODUÇÃO

É razoável afirmar que todo ser humano para atender suas aspirações socioeconômicas, acaba por afetar direta ou indiretamente o meio ambiente. Esses efeitos decorrentes do atendimento a essas necessidades podem resultar em um ambiente equilibrado ou não, dependendo do nível dos impactos que podem ser gerados.

Nesse contexto, muito tem se discutido em relação às questões ambientais, especificamente em relação à consciência ambiental de órgãos, entidades e sociedade em geral. Entende-se que essas discussões são reflexos do amadurecimento da sociedade nas últimas décadas, quanto à capacidade de gerenciar os recursos oriundos do meio ambiente. A preocupação com a degradação e racionalização ambiental é atualmente foco de muitas discussões entre esses protagonistas, uma vez que esses têm papel fundamental na prevenção, recuperação e reciclagem de tais recursos, especificamente dos recursos considerados como não renováveis.

É possível perceber que existe uma tendência por parte dos acadêmicos, das mais variadas áreas, em discutir e investigar assuntos relacionados ao meio ambiente, dentre os quais a percepção dos cidadãos quanto aos aspectos relacionados à essa temática, já que a demanda por recursos do meio ambiente envolve as mais variadas áreas e têm apresentado crescimentos no decorrer dos anos.

Nesse cenário, entende-se que a busca por uma melhor consciência ambiental é algo importante e deve ser estimulado e desenvolvido. Acrescente-se ainda que o aumento desenfreado no uso de recursos naturais (renováveis e não renováveis) decorrentes do aumento da concentração populacional, das cidades, das diversidades de produtos, do desenvolvimento e da globalização, entre outros, acaba por acelerar sua suposta escassez implicando em conflitos entre as partes envolvidas, cuja solução talvez possa estar relacionada ao compromisso individual e coletivo da sociedade em geral no intuito de gerenciar melhor o uso desses ativos ambientais.

O assunto relacionado à temática consciência ambiental deve conter aspectos relevantes que possam envolver a cultura, a educação, as políticas públicas enfim toda a sociedade organizada em busca de um cenário comum: a mitigação de conflitos e problemas ambientais.

Na visão de Castells (1999) a maioria de nossos problemas ambientais mais elementares ainda persiste, uma vez que seu tratamento requer uma transformação nos meios de produção e de consumo, bem como da nossa organização social e de nossas vidas pessoais.

Sob esse entendimento, verifica-se que a realização de estudos dessa natureza é necessária porque tenta concentrar esforços para redefinir e rever conceitos e posturas frente ao meio ambiente, defendidos por grupos ambientalistas, mídia e educadores. Vários questionamentos são colocados com relação à efetiva mudança de comportamento dos indivíduos, sobretudo dos jovens.

Gonçaves-Dias *et al.* (2009) reforçam esse entendimento quando dizem que na literatura os estudos sobre consciência ambiental têm avançado, principalmente em relação ao entendimento do comportamento de consumo, dentro de áreas de conhecimento como o Marketing e a Psicologia.

Dentro desse contexto, procurou-se na pesquisa procurou-se analisar o nível de consciência ambiental a partir das ações cotidianas dos atuais discentes e futuros contadores do Curso de Ciências Contábeis da UFCG, apontando condições, desafios e perspectivas para a ampliação da formação socioambiental.

Levando em consideração a polêmica atual sobre as questões discutidas no estudo, acredita-se que esse trabalho pode se configurar como significativo, porque além de se fazer um mapeamento de como se encontra a consciência ambiental dos alunos de graduação do curso de ciências contábeis, o mesmo pode trazer esclarecimentos que vão servir de guia para tais estudantes e demais interessados na área.

Nesta primeira seção está contextualizada a problemática do estudo, seguido da plataforma teórica (seção dois). Posteriormente são descritos os aspectos metodológicos (seção 3) do estudo e os resultados encontrados (seção quatro), finalmente estão dispostas as considerações finais (seção cinco) e as referências utilizadas.

2 PLATAFORMA TEÓRICA

2.1 MEIO AMBIENTE E SOCIEDADE

Entende-se que os aspectos ligados ao meio ambiente, educação e consciência ambiental, responsabilidade social, entre outros, assumiram proporções razoáveis dentro da sociedade, de organizações, sejam públicas ou privadas, com ou sem fins lucrativos, posto que esses aspectos podem contribuir sobremaneira para o desenvolvimento não só econômico, como também social, educacionais, culturais etc.

No mundo globalizado em que vivemos as organizações de forma geral precisam se preocupar com a comunidade em que está inserida, não podendo mais se preocupar só com os lucros obtidos em menor espaço de tempo, tem por obrigação investir na busca de novos projetos que resguardecem o meio ambiente e ao mesmo tempo oriente a sociedade de forma clara sobre a preservação ambiental.

Com a concentração da população nas cidades (oriundas do êxodo rural) surgem os efeitos do paradigma social dominante, fruto do consumismo acelerado de produtos e serviços, sem a preocupação com a degradação e com as condições de vida da população. Igualmente, a grande maioria das empresas ainda não assumiu uma postura que esteja preocupada com as relações sociedade – natureza, reflexo de um sistema centrado nas peculiaridades desse paradigma, e que trazem conseqüências trágicas ao meio ambiente, reflexo da falta de consciência bem como de ações efetivamente capazes de buscar uma harmonia entre as questões sociais, econômicas e políticas.

Leff (2001) destaca a impossibilidade de resolver os crescentes problemas ambientais e reverter suas causas sem que ocorra uma mudança nos sistemas de conhecimento e dos valores gerados pela racionalidade existente, fundada no aspecto econômico do desenvolvimento.

O desenvolvimento transformou e continua a transformar o meio em que se vive e cabe a cada um procurar uma forma de evitar os desgastes dos recursos naturais, junto às instituições competentes de modo que surjam novas maneiras de educar e conscientizar todos que fazem uso desses recursos.

A partir da Conferência Intergovernamental sobre Educação Ambiental realizada em Tsibilibi (EUA), em 1977, inicia-se um amplo processo em nível global orientado para criar as condições que formem uma nova consciência sobre o valor da natureza e para reorientar a produção de conhecimento baseada nos métodos da interdisciplinaridade e nos princípios da complexidade (SORRENTINO, 1998).

Para o autor esse campo educativo tem sido fertilizado transversalmente, e isso tem possibilitado a realização de experiências concretas de educação ambiental de forma criativa e inovadora por diversos segmentos da população e em diversos níveis de formação.

O documento da Conferência Internacional sobre Meio Ambiente e Sociedade, Educação e Consciência Pública para a Sustentabilidade, realizada em Tessalônica (Grécia), chama a atenção para a necessidade de se articularem ações de educação ambiental baseadas nos conceitos de ética e sustentabilidade, identidade cultural e diversidade, mobilização e participação e práticas interdisciplinares (SORRENTINO, 1998).

Percebe-se que no atual contexto é imprescindível começar a apreender a preservar o meio em que se vive como maneira de tentar rever nossas ações para com a sociedade e o planeta. De acordo com Jacobi (2003, p.4):

Existe a necessidade de incrementar os meios de informação e o acesso a eles, bem como o papel indutivo do poder público nos conteúdos

educacionais, como caminhos possíveis para alterar o quadro atual de degradação socioambiental. Trata-se de promover o crescimento da consciência ambiental, expandindo a possibilidade de a população participar em um nível mais alto no processo decisório, como uma forma de fortalecer sua co-responsabilidade na fiscalização e no controle dos agentes de degradação ambiental.

A educação ambiental em relação ao meio ambiente é fator fundamental para a humanidade, já que através desta, pode surgir novas estratégias capazes de amenizar as conseqüências provocadas no planeta como os desastres ecológicos e o aquecimento global. Brito e Câmara (2002, p. 21) explicam que:

Um meio ambiente ecologicamente desequilibrado provoca o empobrecimento da biodiversidade, causa danos irreversíveis à fauna, aumenta o período de seca (como vemos já nesse início de milênio), aumento dos processos de desertificação, entre outros problemas ambientais, devido à ineficácia de ações dos órgãos ambientais e a desarticulação entre órgãos federais, estaduais e municipais, no monitoramento e controle do uso de recursos naturais.

Nesse contexto, a questão ambiental constitui um meio para uma reflexão em torno das práticas de responsabilidade e educação ambiental, ou seja, verificar a falta de informação e políticas públicas que, de certa forma, afeta a população com os constantes e crescentes agravos ambientais.

Todavia, não adianta ficar reclamando apenas que o governo, as instituições ou empresas não fazem sua parte, é necessária uma mudança na postura da sociedade em geral (mudança individual – micro) visando forçar uma mudança coletiva (macro).

2.2 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Ao se pensar em desenvolvimento sustentável, é preciso analisar o uso adequado dos recursos naturais, a conscientização da humanidade, as desigualdades sociais, as necessidades materiais de cada indivíduo e uma política de preservação adequada para que no futuro às gerações futuras possam satisfazer suas necessidades.

De acordo com Jacobi (1997) a noção de desenvolvimento sustentável reporta-se à necessária redefinição das relações entre sociedade humana e natureza, e, portanto, a uma mudança substancial do próprio processo civilizatório, introduzindo o desafio de pensar a passagem do conceito para a ação.

O tema da sustentabilidade confronta-se com o paradigma da “sociedade de risco”. Isso implica a necessidade de se multiplicarem as práticas sociais baseadas no fortalecimento do direito ao acesso à informação e à educação ambiental em uma perspectiva

integradora. E também demanda aumentar o poder das iniciativas baseadas na premissa de que um maior acesso à informação e transparência na administração dos problemas ambientais urbanos pode implicar a reorganização do poder e da autoridade. (JACOBI, 2003, p.192)

Observa-se que a sustentabilidade é necessária para a sobrevivência humana, ou seja, devem-se utilizar os recursos com consciência e preservação, para que as gerações futuras também possam usufruir desses recursos. Brito e Câmara (2002, p.30) argumentam que a tendência da nova concepção de meio ambiente é que novos paradigmas de desenvolvimento contemplem equidade social, econômica, política e meio ambiente, com vistas a conciliar as necessidades econômicas à disponibilidade limitada dos recursos naturais e sua proteção. Nesse sentido prevê-se que cada vez mais os novos paradigmas deverão compatibilizar os interesses econômicos e sociais com a proteção ambiental dentro de um processo de desenvolvimento sustentável, transformando o meio ambiente em fator de desenvolvimento sem, contudo, causar danos ambientais.

O discurso do desenvolvimento sustentável foi sendo legitimado, oficializado e difundido amplamente com base na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, celebrada no Rio de Janeiro, em 1992. Mas a consciência ambiental surgiu nos anos 60 com a Primavera Silenciosa de Rachel Carson, e se expandiu nos anos 70, depois da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, celebrada em Estocolmo, em 1972. (LEFF, 2009, p. 16)

Para Leff (2009) foi naquele momento que foram assinalados os limites da racionalidade econômica e os desafios da degradação ambiental ao projeto civilizatório da sociedade. Segundo o autor, a escassez, alicerce da teoria e prática econômica, converteu-se numa escassez global que já não resolve mediante o progresso técnico, pela substituição de recursos escassos por outros mais abundantes ou pelo aproveitamento de espaços não saturados para o depósito de rejeitos gerados pelo crescimento desenfreado da produção.

A diversidade de recursos disponíveis na natureza levou as sociedades ao errôneo entendimento de que estes seriam inesgotáveis. (BECK, *et. al.*, 2009). Os desequilíbrios ambientais globais da atualidade demonstram este grave erro de percepção no qual emerge uma grande necessidade de mudança de comportamento da sociedade e de paradigma no que se refere à visão econômica, empresarial, social e ecológica. (LIRA; CÂNDIDO, 2008).

Entende-se que é fundamental o desenvolvimento da economia e da proteção ambiental, por que um meio ambiente ecologicamente preservado é necessário para sobrevivência das espécies, tanto animal como racional. Novas políticas e medidas devem ser tomadas, no sentido de orientar e desenvolver projetos que venham a proteger nossos recursos naturais que a cada dia ficam mais escassos e degradáveis.

De acordo com Martins (2008), na busca por um novo modelo de desenvolvimento sustentável torna-se necessário o reconhecimento da diversidade dessa estrutura através das múltiplas dimensões da sustentabilidade e os objetivos distintos que orientam

os modos de vida da sociedade.

Uma verdadeira sustentabilidade deve criticar a visão economicista que não considera as questões sociais e ambientais e tem foco apenas na produção e nas taxas de crescimento econômico (PIB), refutar o antropocentrismo econômico para o qual a natureza é apenas matéria prima para a produção de bens e defender um novo estilo de vida, um novo projeto civilizatório (MONTIBELLER, 2004).

A sustentabilidade passa a ser o conhecimento que cada pessoa precisa ter sobre os limites e escassez de recursos essenciais para a continuidade humana. Esse termo, associado à educação, visa não só conscientizar as pessoas em relação aos seus deveres, como, também, desenvolver projetos práticos e científicos que venham a descobrir modelos de preservação da nossa riqueza ambiental, que possam beneficiar, em vez de agredir a natureza.

Conforme Loureiro *et. al.* (2009, p.23):

A sustentabilidade ambiental depende do enfrentamento simultâneo dos problemas ambientais derivados da pobreza e da riqueza. Como o planeta é um só e o padrão de produção e consumo mundial já ultrapassou o limite da capacidade de reposição, não é possível imaginar uma solução em que apenas a poluição da pobreza seja enfrentada.

Diante do exposto, percebe-se que a sustentabilidade em síntese, está ligada a questões ambientais e que o consumo mundial de produtos e serviços já ultrapassa o limite de reposição desses recursos utilizados tanto na produção de bens, como de serviços, e cabe a cada um se conscientizar da obrigação de conservar esses recursos, para garantir a sobrevivência e necessidade de futuras gerações.

2.2 INTERDISCIPLINARIDADE E CONSCIÊNCIA AMBIENTAL

Com a evolução crescente da degradação ambiental, faz-se necessário que empresas, instituições, órgãos, e toda a sociedade em geral procurem definir estratégias individuais e coletivas capazes de entender melhor as relações sociedade x natureza. As instituições de ensino superior, por exemplo, podem e devem inserir em suas estruturas curriculares além de componentes curriculares específicos, outros componentes que possam discutir aspectos relacionados à questão e a conscientização ambiental através de técnicas interdisciplinares, multidisciplinares, deixando de lado um pouco do caráter eminentemente disciplinar.

Nota-se que a questão da preocupação com a educação ambiental deve ser inserida fortemente em todos os níveis de ensino. As informações contidas nos parâmetros curriculares nacionais em 1998 já evidenciavam essa preocupação:

A preocupação em relacionar a educação com a vida do aluno – em seu meio, sua comunidade – não é novidade. Ela vem crescendo especialmente desde a década de 60 no Brasil. [...] Porém, a partir da década de 70, com o crescimento dos movimentos ambientalistas, passou-se a adotar explicitamente a expressão Educação Ambiental para qualificar iniciativas de universidades, escolas, instituições governamentais e não governamentais por meio das quais se busca conscientizar setores da sociedade para as questões ambientais. Um importante passo foi dado com a Constituição de 1988, quando a Educação Ambiental se tornou exigência a ser garantida pelos governos federal, estaduais e municipais (artigo 225, § 1º, VI). (BRASIL, 1998).

Tais anseios remetem em ações individuais e conjuntas capazes de modificar o atual cenário em que se encontra inserido o homem e a natureza, tentando desta forma mitigar as ações antrópicas que são geradas através da satisfação de suas necessidades.

A questão da interdisciplinaridade especificamente na área ambiental é fortemente discutida por estudiosos como é o caso de Leff (2000, 2001, 2009), Jollivet e Pavé (2002), Hogan e Phillipi Jr. (2000), Leis e D'Amato (2003) entre outros.

Jovillet e Pavé (2002), por exemplo, demonstram o mesmo entendimento de Henrique Leff – a questão ambiental é extremamente complexa, por ser complexa a maioria das pesquisas nesta área decorria, e decorrem ainda frequentemente, de uma lista de temas mais ou menos ordenados e não de um conjunto construído e coerente, ou seja, a prática interdisciplinar permanece incipiente. Para os autores os problemas da pesquisa interdisciplinar ambiental ocorrem devido à justaposição de disciplinas diferentes abordando a temática dentro de sua perspectiva. O objeto “meio ambiente” é tratado a partir da ótica de cada disciplina simultaneamente, todavia o diálogo e a integração entre cada uma das disciplinas envolvidas são muito embrionários.

Esses autores elencam alguns questionamentos para adequar as pesquisas relacionadas ao meio ambiente focadas na delimitação de um campo de pesquisa específica, na organização dos domínios mais importantes, nos problemas teóricos e metodológicos, nas implicações junto a outras disciplinas, demarcando áreas de conhecimento em busca de solucionar problemas que porventura possam ser resolvidos, a partir de estratégias e modalidades de atuação.

Jovillet e Pavé (2002) mostram a fase que caracterizou a pesquisa ambiental e que detinha um caráter necessariamente pragmático, principalmente devido ao fato que nas pesquisas não detinham forte relação com o desenvolvimento da sociedade. Igualmente, observa-se que os problemas ambientais estão relacionados a problemas econômicos e sociais. Não obstante o campo de operação das pesquisas sobre meio ambiente resulta de um jogo tríplice de tensões: (1) entre disciplinas e o ponto de vista comum, (2) entre as disciplinas relativamente ao ponto de vista comum, e (3) entre o ponto de vista comum e os processos que conduzem a seu reexame e a sua redefinição (recomposição).

Segundo os estudiosos as pesquisas sobre meio ambiente situam-se no ponto de convergência de várias correntes de preocupações de origens as mais diversas, na busca

de um ponto de vista comum por meio de todo um conjunto de inter-relacionamentos, de cruzamentos e, portanto, de processos de fecundação mútua entre as diferentes questões, no início fortemente, para não dizer totalmente desconectadas umas as outras. Notadamente e dada sua complexidade, somente uma concepção de meio ambiente numa ótica interdisciplinar e multidisciplinar será capaz de diagnosticar com mais eficácia impactos negativos decorrentes da apropriação da natureza pelo homem. Ainda assim, fica evidente que o desenvolvimento da pesquisa ambiental não poderá se efetivar sem a formação de jovens pesquisadores com perfil sintético, a partir da preparação de profissionais das mais variadas áreas para a sensibilização do problema ambiental no sentido da prática interdisciplinar. (JOVILLET e PAVÉ, 2002)

Para Hogan e Phillipi Jr. (2000, p. 257) é preciso dizer, também, que a importância do formato *núcleo* se manifesta não só na *interdisciplinaridade*, mas no seu caráter interunidade. A experiência mostra a dificuldade de estabelecer colaborações que ultrapassem os muros de uma faculdade ou um instituto. É o corporativismo; é a competição por recursos escassos; é a pressão natural de privilegiar o desenvolvimento de cada unidade. São muitos os fatores que militam contra o espírito universitário, induzindo os grupos ao isolamento em seus respectivos cantinhos.

Esses autores asseguram que se perdeu a capacidade de enxergar a realidade de forma integrada. O exemplo mais notório disso é a questão ambiental: quando o mundo se tornou consciente da dimensão dos problemas ambientais e começou a reagir, descobriu-se despreparado. O mundo natural, subdividido mil vezes para melhor descobrir seus segredos, mostra-se resistente a um tratamento setorizado, demandando ser tratado como ele é: uma unidade dinâmica e interrelacionada. Para eles até hoje não foram suficientes os esforços para superar as barreiras de linguagem e de perspectiva das distintas ciências para entender essa dinâmica e redimensionar as atividades. Mas, com toda certeza, são os centros, programas e cursos interdisciplinares no campo dos estudos ambientais o caminho a seguir.

Certamente pode-se perceber que a busca por uma consciência ambiental só será possível se for através da educação e da interligação entre as diversas áreas com seus conhecimentos específicos em busca daquilo que Leff (2000) chama de diálogo dos saberes.

3 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

No intuito de responder ao problema que motivou a consecução desse estudo, resolveu-se adotar uma metodologia com natureza, quantitativa e descritiva, a partir do uso do método dedutivo, método que segundo Gil (2008) parte do geral e, a seguir, desce ao particular. Utilizou-se ainda da pesquisa exploratória (por se um tema pouco explorado no na área geográfica estudada) e de campo.

Procurou-se identificar os critérios e as melhores alternativas (variáveis representativas dos fatores), quantitativa ou qualitativamente, com sua apropriada definição de escala. O instrumento de pesquisa foi elaborado a partir do estudo de Gonçalves-Dias *et al* (2009) no qual foram feitas algumas adaptações a partir de leituras em livros e artigos que envolvesse a temática em estudo.

Posteriormente o mesmo foi elaborado e posteriormente aplicado, na fase de pré-teste junto a vinte estudantes, a fim de viabilizar o ajuste do questionário. Após a fase de ajustes do instrumento de pesquisa, encaminhou-se o questionário pelo endereço eletrônico dos discentes do Curso de Ciências Contábeis da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), todavia, devido a baixo índice de respostas, a estratégia foi modificada, procedeu-se aplicar pessoalmente em cada uma das salas de aula.

As perguntas do questionário foram de múltipla escolha e elaboradas a partir de uma escala de Likert com opções que variavam de 1 a 5, cuja a primeira opção correspondia: a nunca; a segunda: quase nunca; a terceira: às vezes; a quarta: quase sempre e; a quinta: sempre. As assertivas foram direcionadas para tentar identificar prováveis dimensões que levassem a suposta interpretação da consciência ambiental dos discentes em estudo regularmente matriculados no curso no período letivo 2010.1

Foram obtidas 178 opiniões de um total de 339 alunos matriculados, correspondendo a 52,51% da população, visto que foi utilizada a amostragem estratificada e por acessibilidade (nº de alunos que se encontravam na sala nos dias de aplicação do questionário).

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DOS ENTREVISTADOS E ROTAÇÃO FATORIAL

Na seção a seguir estão evidenciados os resultados da pesquisa relacionados à caracterização dos entrevistados e posteriormente as assertivas investigadas.

A tabela 1 evidencia a quantidade e o gênero dos discentes, dos 178 alunos que responderam ao questionário, 50,56% é do sexo masculino e 49,44% do sexo feminino.

TABELA 1 – GÊNERO DO ENTREVISTADO

	f	%	% ACUMULADO
MASCULINO	90	50,56	50,56
FEMININO	88	49,44	100
TOTAL	178	100	

Fonte: Dados da pesquisa, 2010.

Com relação ao período em que está cursando, 26,97% está no 2º período, 21,91% no 8º e 51,12% está entre o 4º, 6º e 9º período. Os resultados se configuram desta maneira devido ao fato de que os períodos letivos na IES estudada são intercalados.

TABELA 2 – PERÍODO EM QUE ESTÁ CURSANDO

PERÍODO	f	%	% ACUMULADO
2º	48	26,97	26,97
4º	34	19,10	46,07
6º	31	17,42	63,48
8º	39	21,91	85,39
9º	26	14,61	100
TOTAL	178	100	

Fonte: Dados da pesquisa, 2010.

Na tentativa de encontrar quais as variáveis mais significantes conforme a opinião discente procedeu-se a aplicação da AF (Análise Fatorial). Seguindo os critérios, conforme Hair *et al.* (2005):

- Os fatores encontrados devem responder, no mínimo, por 60% da variância.
- O teste *Kaiser-Meyer-Olkin* (KMO) - valores entre 0,5 e 1,0 denotam que a AF é adequada;
- Sugere-se que o teste de esfericidade (Sig.) não ultrapasse de 0,05. Se o valor de Sig. atingir 0,10 a AF é desaconselhável.

Ao analisar a aplicação fatorial, com 26 assertivas, verificou-se que o coeficiente MSA foi bastante satisfatório (0,78), indicando um bom poder de explicação dos dados a partir dos fatores/constructos encontrados. O teste de esfericidade (Sig) que indica se existe relação suficiente entre os fatores ou dimensões para a aplicação da AF apresentou-se satisfatoriamente a técnica (AF) com um valor de 0,00. (observe a tabela 3)

TABELA 3 – KMO AND BARTLETT'S TEST – 26 ASSERTIVAS

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		0,78
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	1437,59
	DF	325
	Sig.	0,00

Fonte: Dados da pesquisa, 2010.

As comunalidades encontradas demonstram que 13 assertivas apresentaram um coeficiente abaixo de 0,50¹³. Essas assertivas apresentaram as seguintes cargas fatoriais: Ass01 (0,3), Ass02 (0,2), Ass04 (0,3), Ass05 (0,4), Ass08 (0,3), Ass09 (0,2), Ass13 (0,3), Ass14 (0,2), Ass17 (0,4), Ass18 (0,2), Ass19 (0,4), Ass20 (0,4) e Ass23 (0,2), denotando baixa significância estatística. Destaque-se aquelas que apresentaram maior coeficiente – acima de 0,50, quer sejam: assertivas 03, 06, 07, 10, 11, 12, 15, 16, 21, 22, 24, 25 e 26. Isso denota variáveis importantes na análise segundo a percepção dos discentes.

Hair *et al.* (2005) dizem que o pesquisador deve identificar todas as variáveis com comunalidades menores que 0,50, como não tendo explicação suficiente. Como a média geral das comunalidades deu abaixo de 0,50 (M=0,44) optou-se por realizar uma nova tentativa no intuito de obter uma explicação melhor das assertivas em relação aos constructos/fatores encontrados.

Dessa forma, resolveu-se proceder a uma nova rotação eliminando as seguintes assertivas: 01, 02, 04, 05, 08, 09, 13, 14, 17, 18, 19, 20 e 23. Após a nova rotação com as variáveis significantes, o KMO apresentou valor igual a 0,74 e o Sig (*Bartlett's Teste*) 0,00 denotando adequação razoável.

TABELA 4 – COMUNALIDADES (13 ASSERTIVAS)

	INITIAL	EXTRACTION
Ass03	1	0,7
Ass06	1	0,6
Ass07	1	0,6
Ass10	1	0,6
Ass11	1	0,8
Ass12	1	0,8
Ass15	1	0,5
Ass16	1	0,5
Ass21	1	0,7
Ass22	1	0,7
Ass24	1	0,7
Ass25	1	0,8
Ass26	1	0,7
Σ		8,7
Média		0,67

Fonte: Dados da pesquisa, 2010.

A escolha do número de fatores seguiu o critério do gráfico de *Scree Plot* (gráfico 1). Como é possível verificar no gráfico abaixo, os primeiros quatro fatores se qualificam.

13 As informações que geraram os valores de algumas tabelas deste artigo estão disponíveis com os autores. Optou-se por excluir essas informações em razão da limitação do espaço.

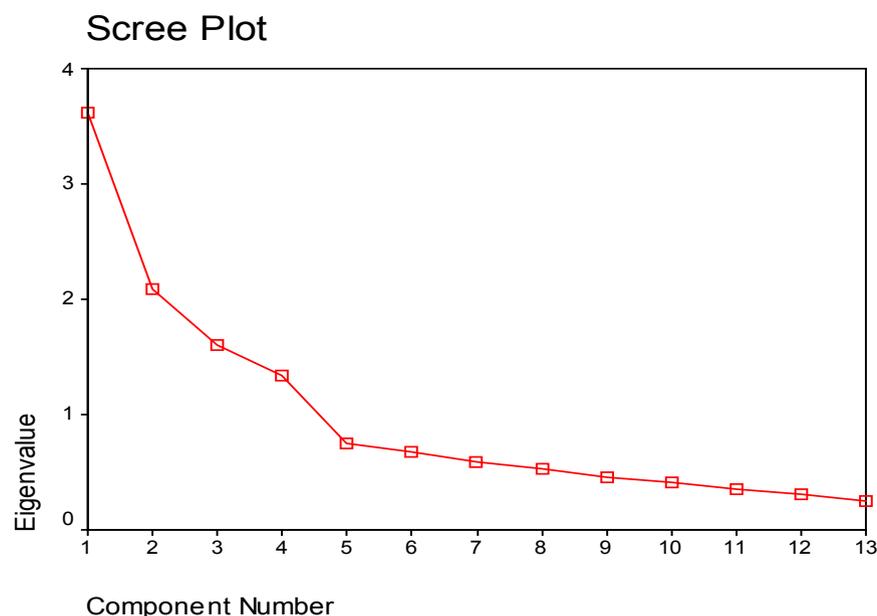


Gráfico 1 - Scree Plot (definição dos fatores escolhidos)
Fonte: Dados da Pesquisa, 2010.

Os quatro fatores adotados no modelo, calculados pela AF, conseguem explicar 66,60%, da variância total, mostrando um razoável poder de explicação em relação aos fatores. Dancey e Reidy (2006, p. 437), afirmam que é importante observar quanto da variância os fatores conseguem extrair. O fator 1 explicou 21,39%, o fator 2 16,70%, o fator 3 16,67% e o fator 4 11,83%. Verifica-se que o fator 1 é o mais importante seguido dos fatores 2, 3 e 4.

4.2 Mapeamento da Consciência Ambiental Discente

Observou-se após a rotação da matriz pelo método *varimax* que a concentração de opiniões ficou direcionada conforme a descrição a seguir:

Assertivas 03, 06, 07, 15 e 16 – Fator 1.

Assertivas 10, 11 e 12 – Fator 2

Assertivas 24, 25 e 26 – Fator 3

Assertivas 21 e 22 – Fator 4

TABELA 5 – SOLUÇÃO DAS MATRIZES (NÃO ROTACIONADA E ROTACIONADA)

	Solução não rotacionada				Solução após rotação varimax			
	Fatores				Fatores			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Ass03	0,64	-0,09	-0,38	0,34	0,81	0,09	-0,03	0,10
Ass06	0,67	0,01	-0,33	0,17	0,75	0,10	0,13	-0,01
Ass07	0,67	-0,14	-0,36	0,11	0,76	0,11	0,01	-0,13
Ass10	0,55	-0,34	0,43	0,11	0,24	0,74	-0,09	-0,09
Ass11	0,58	-0,25	0,65	0,10	0,13	0,90	0,03	-0,04
Ass12	0,56	-0,11	0,65	0,04	0,08	0,85	0,17	-0,04
Ass15	0,62	0,00	-0,34	-0,03	0,67	0,04	0,16	-0,19
Ass16	0,66	-0,06	-0,17	0,08	0,63	0,23	0,11	-0,10
Ass21	-0,20	0,43	0,10	0,71	-0,05	-0,05	0,11	0,85
Ass22	-0,33	0,32	0,10	0,71	-0,14	-0,09	-0,03	0,84
Ass24	0,33	0,73	0,13	-0,13	0,07	0,05	0,81	0,10
Ass25	0,40	0,76	0,08	-0,13	0,16	0,04	0,85	0,10
Ass26	0,34	0,68	0,09	-0,34	0,05	0,02	0,82	-0,11

Fonte: Dados da pesquisa, 2010.

TABELA 6 – AGRUPAMENTO DAS VARIÁVEIS EM DIMENSÕES SEGUNDO A CONCENTRAÇÃO DAS CARGAS FATORIAIS

DIMENSÃO / FATOR ENCONTRADO	CARGA FATORIAL
Dimensão/fator 1 – Consumo Engajado e Mobilização sobre as Questões Ambientais	Média Geral 0,72
Eu procuro comprar produtos feitos de material reciclado.	0,81
Têm prática de comprar produtos e embalagens fabricados com material reciclado ou que podem ser recicláveis.	0,75
As preocupações com o meio ambiente interferem na minha decisão de compra.	0,76
Evito usar produto fabricado por empresa que polui o meio ambiente.	0,67
Falo sobre a importância do meio ambiente com outras pessoas.	0,63
Dimensão/fator 2 – Preocupação com a Geração de Resíduos (Lixo)	Média Geral 0,83
Evito jogar papel no chão.	0,90
Ajudo a manter as ruas limpas.	0,85
Quando não tem lixeira por perto, guardo o papel que não quero mais no bolso.	0,74
Dimensão/fator 3 – Estratégia Pedagógica Diferenciada	Média Geral 0,83
Existe preocupação com relação à sistematização do ensino da temática ambiental no curso de Ciências Contábeis.	0,85
O Curso de Ciências Contábeis da UFCG tenta sensibilizar nos alunos as questões socioambientais.	0,82
Em sua opinião o curso de Ciências Contábeis da UFCG mantém uma relação interdisciplinar (relação entre as diferentes disciplinas das mais variadas áreas) tentando contribuir para uma melhor conscientização ambiental?	0,81
Dimensão/fator 4 – Ambiente Doméstico	Média Geral 0,84
Fico com a geladeira aberta muito tempo, olhando o que tem dentro.	0,85
Quando estou em casa, deixo as luzes acesas em ambientes que não são usados.	0,84

Fonte: Dados da pesquisa, 2010.

Os resultados encontrados após a solução final da análise fatorial apontaram os constructos/fatores relevantes em relação a consciência ambiental dos discentes estudados. Do exposto obteve-se o primeiro fator como mais relevante nomeado como Consumo Engajado e Mobilização sobre as Questões Ambientais – maior variância total explicada pelo fator – 21,39% e média geral das cargas fatoriais 0,72; o segundo Preocupação com a Geração de Resíduos Sólidos – 16,70% da variância total e média geral das cargas de 0,83; o terceiro relacionado à Estratégia Diferenciada do Curso – 16,67% da variância e média geral das cargas igual a 0,83; e por fim o quarto Ambiente Doméstico – variância total 11,83% e média geral das cargas 0,84 conforme evidencia a tabela 6.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse estudo objetivou analisar o nível de consciência ambiental, a partir das ações cotidianas, dos atuais discentes e futuros contadores do Curso de Ciências Contábeis da UFCG apontando condições, desafios e perspectivas para a ampliação da formação socioambiental.

O valor da variância encontrado neste estudo é suficiente e parcimonioso (66,60% dos dados), especialmente se comparado a resultados obtidos em trabalhos similares como é o caso de Gonçalves-Dias *et al.* (2009) ao mensurar a consciência ambiental dos alunos do curso de Administração que obteve 61,83% da variância, bem como Pato (2004) que analisou o comportamento ecológico fazendo relações entre valores pessoais e crenças ambientais, Lages e Vargas Neto (2002) que estudou a consciência ecológica do consumidor na cidade de Porto Alegre.

Percebeu-se que a dimensão de Consumo Engajado, expressa um caráter mais ativo na procura de opções de “produtos ecologicamente corretos”, e que se alinha com a dimensão do estudo de estudo de Gonçalves-Dias *et al.* (2009) e também de Lages e Vargas Neto (2002). Todavia, obteve-se um incremento nesse estudo que foi a junção de Consumo Engajado e Mobilização, que está relacionada a uma postura pró-ativa na busca da sensibilização de outros indivíduos no que se refere às questões ambientais, alinhando-se com o comportamento verificado pelos autores Gonçalves-Dias *et al.* (2009) quando citam Schlegelmilch *et al.* (1996, p. 50) como “[...] atitude proativa frente aos problemas sociais [...]”, ou seja, a atitude em relação às questões ambientais é considerada o mais consistente preditor do comportamento ecologicamente responsável, essas análises são reforçadas também na dimensão 2 relacionada a Preocupação com a Geração de Resíduos Sólidos e a dimensão 3 Ambiente Doméstico.

Uma contribuição deste trabalho consiste em fornecer informações adicionais em relação a estratégias pedagógicas diferenciadas que porventura possam ser adotadas no curso. Entende-se que, se adotadas, supostamente poderão agregar valor na busca da mudança dessa consciência e desse perfil discente, vez que se procurou investigar segundo a percepção dos alunos se no curso existe preocupação com relação à sistematização do

ensino da temática ambiental, ou se o curso tenta sensibilizar nos alunos aspectos relacionados às questões socioambientais, e ainda se no curso existe uma relação interdisciplinar entre as diferentes disciplinas das mais variadas áreas tentando contribuir para uma melhor conscientização ambiental, ou seja, uma política pedagógica voltada para a questão da interdisciplinaridade capaz de envolver discussões transversais.

Uma análise no Projeto Pedagógico do Curso de Ciências Contábeis da Universidade Federal de Campina Grande, CCJS, Campus Sousa, PB, verificou-se que o curso atualmente oferece apenas dois componentes curriculares obrigatórios (que são obrigatoriamente oferecidas nos períodos letivos) na área ambiental, que sejam contabilidade e educação ambiental com carga horária de trinta horas e direitos humanos e educação especial também de trinta horas.

Do exposto, pode-se inferir que, como no curso não existe uma projeto com um foco mais direcionado para a interdisciplinaridade (análise *in loco* verificou isso). Acredita-se que, ainda não existem práticas pedagógicas diferenciadas que possam tentar relacionar mais fortemente essas áreas e outras áreas do curso que têm em seu bojo um forte caráter disciplinar até por que há um fator bastante relevante na proposta atual do curso, a existência de outros componentes que envolvem assuntos na área ambiental (componentes flexíveis – não obrigatórios): contabilidade agrária, contratos agrários, desenvolvimento sustentável e direito ambiental.

Finalmente percebeu-se que o Projeto do Curso está sendo discutido pelo colegiado do curso de Ciências Contábeis e que supostamente espera-se que possa está discutindo aspectos que possam minimizar as argumentações expostas, visando efetivamente ter uma proposta com maior robustez, tentando eliminar um pouco dos vieses existentes e obter uma visão mais holística da realidade contábil e das demais áreas relacionadas tentando atender a propósitos estipulados pelo Ministério da Educação e Cultura.

Conclui-se que os resultados encontrados a partir das análises realizadas apontam quatro dimensões distintas que explicam 66,60% da variância dos dados coletados, o que nos leva a inferir e reconhecer que existem fatores ou dimensões não cobertos por este estudo e que também podem explicar a variabilidade das respostas dadas pelos alunos podendo supostamente fundamentar novos estudos sobre a temática estudada.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: terceiro e quarto ciclos: apresentação dos temas transversais. Brasília: MEC/SEF, 1998. 436 p.
- BECK, C. G; *et. al.* **Problemática dos Resíduos Sólidos Urbanos do Município de João Pessoa: Aplicação do Modelo P-E-R**. *Qualit@s* Revista Eletrônica, vol.8. nº 3, Campina Grande, PB, 2009.
- BRITO, F. A.; CÂMARA, J. B. D. **Democratização e Gestão Ambiental em Busca do Desenvolvimento Sustentável**. 3 ed. Petrópolis: Vozes, 2002.
- CASTELLS, M. O “verdejar” do ser: o movimento ambientalista. In: O poder da Identidade. Tradução:

Klauss Brandini Gerhardt. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

DANCEY, C. P.; REIDY, J. **Estatística sem Matemática para Psicologia usando o SPSS para Windows**. 3. ed. Tradução Lorí Viali. Porto Alegre: Artmed, 2006.

FERREIRA, A. C. de S. **Contabilidade Ambiental: uma informação para o desenvolvimento sustentável – Inclui Certificados de Carbono**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

FLORIANI, D. **Marcos Conceituais para o Desenvolvimento da Interdisciplinaridade**. In: PHILIPPI JR. A.; *et al.* Interdisciplinaridade em Ciências Ambientais. São Paulo: Signus Editora, 2000.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6. ed. São Paulo, Atlas, 2008.

GONÇALVES-DIAS, S. L.F.; *et al.* **Consciência Ambiental: Um estudo Exploratório sobre suas Implicações para o Ensino de Administração**. Revista RAE-eletrônica, v. 8, n. 1, Art. 3, jan./jun. 2009.

HAIR, J. F. Jr.; *et al.* **Análise Multivariada de Dados**. 5. ed., São Paulo: Bookman, 2005.

HOGAN, D. J.; PHILIPPI JR. A. **A Importância de Núcleos Interdisciplinares em Ensino, Pesquisa e Extensão**. In: Interdisciplinaridade em Ciências Ambientais / A. Philippi Jr., C. E. M. Tucci, D. J. Hogan, R. Navegantes. - São Paulo: Editora Signus, 2000.

JACOBI, P. **Educação Ambiental, Cidadania e Sustentabilidade**. Cadernos de Pesquisa, n. 118, mar. 2003.

_____. **Meio ambiente urbano e sustentabilidade: alguns elementos para a reflexão**. In: CAVALCANTI, C. (org.). Meio ambiente, desenvolvimento sustentável e políticas públicas. São Paulo: Cortez, 1997. p.384-390.

JOLLIVET, M.; PAVÉ, A. **Meio Ambiente: Questões e perspectivas para a pesquisa**. In: VIEIRA, P. F.; WEBER, J. Gestão de Recursos Naturais Renováveis e Desenvolvimento: Novos Desafios para a Pesquisa Ambiental. São Paulo: Cortez, 2002.

LAGES, N. S; VARGAS NETO, A. **Mensurando a consciência ecológica do consumidor: um estudo realizado na cidade de Porto Alegre**. XXVI Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação em Administração. Salvador/ BA, 2002.

LEFF, H. **Complexidade, Interdisciplinaridade e Saber Ambiental**. In: PHILIPPI JR. A.; *et al.* Interdisciplinaridade em Ciências Ambientais. São Paulo: Signus Editora, 2000.

_____. **Epistemologia ambiental**. São Paulo: Cortez, 2001.

_____. **Saber Ambiental: Sustentabilidade, Racionalidade, Complexidade, Poder**. Tradução de Lúcia Mathilde Endlich Orth. 7. Ed. – Petrópolis, RJ, Vozes, 2009.

LEIS, H. R.; D' AMATO, J. L. **O Ambientalismo como Instrumento Vital: Análise de suas Dimensões Histórica, Ética e Vivencial**. In: CAVALCANTI, C. Desenvolvimento e Natureza: Estudos para uma Sociedade Sustentável. São Paulo: Cortez; Recife: Fundação Joaquim Nabuco, 2003.

LIRA, W. S.; CÂNDIDO, G. A. **Análise dos Modelos de Indicadores no Contexto do Desenvolvimento Sustentável**. Revista Perspectivas Contemporâneas. Campo Mourão, v. 3, n. 1, p. 31-45, jan./jul. 2008.

LOUREIRO, B. **Repensar a educação ambiental: um olhar crítico** / Carlos Frederico, Bernardo Loureiro, Philippe Pomier Layrargues, Ronaldo Souza de Castro (orgs.). São Paulo: Cortez, 2009.

MARTINS, M. de F. **A influencia dos índices de desenvolvimento sustentável na competitividade sistêmi-**

ca: Um estudo exploratório no arranjo produtivo local de confecções em Campina Grande. Dissertação apresentada ao Programa de pós-graduação em engenharia de produção da Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa 2008.

MONTIBELLER, G. **O mito do desenvolvimento sustentável: meio ambiente e custos sociais no moderno sistema produtor de mercadorias**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2004.

PORTO-GONÇALVES, C. W. **Desenvolvimento, Tecnociência e Poder**. In: A globalização da natureza e a natureza da globalização. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006.

PROJETO PEDAGÓGICO DO CURSO DE CIÊNCIAS CONTÁBEIS – UFCG. Sousa, PB, 2004. Disponível em: www.ccjs.ufcg.edu.br. Acesso em: 10 jun. 2010.

SORRENTINO, M. **De Tbilisi a Tessaloniki, a educação ambiental no Brasil**. In: JACOBI, P. *et al.* (orgs.). Educação, meio ambiente e cidadania: reflexões e experiências. São Paulo: SMA.1998. p.27-32

PERCEÇÃO INTERDISCIPLINAR: UM OLHAR DOS DISCENTES DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS

*José Ribamar Marques de Carvalho
Ireneide Gomes de Abreu
José Mancinelli Lêdo do Nascimento
Gesinaldo Ataíde Cândido*

1 INTRODUÇÃO

As dificuldades que se colocam para a concepção de uma proposta de um programa de pós-graduação de caráter interdisciplinar, só podem ser conhecidas na medida em que se traz para a reflexão a problematização de temas que devem ser considerados em sua complexidade e que ultrapassam o âmbito teórico e metodológico de uma única disciplina. Sem essa compreensão, o conhecimento, dessa problemática, não tem a natureza e a extensão dessas dificuldades.

Um programa acadêmico, empresarial ou tecnológico que assuma uma postura interdisciplinar só ganha compreensão na medida em o fenômeno da interdisciplinaridade vai sendo conhecido, sentido, criticado ao nível teórico e prático, em articulação permanente. Esse contexto coloca de forma mais atenta a realidade de sua construção demandada pela articulação de especialistas de várias áreas do conhecimento confrontados pelos paradigmas dominantes da racionalidade.

Riojas (2003) afirma que dentro da própria universidade, o processo de fragmentação do conhecimento e adequação à funcionalidade social tomou a forma da estrutura de faculdades e departamentos que se aproximam ao trabalho de um âmbito específico do saber. Para o autor, o sentido do avanço do conhecimento resume-se mais em termos de progresso no desenvolvimento da disciplina, do que nas possíveis relações e pontos de confluência com outros teóricos e com as próprias faculdades ou departamentos.

Essa fragmentação no ambiente de ensino se manifesta a partir do momento que os docentes elegem suas disciplinas mais relevantes que as demais, considerando que aquele conhecimento é específico e totalmente independente das outras. A interdisciplinaridade, corresponde à necessidade de superar a visão fragmentada de produção do conhecimento, produzindo coerência entre os múltiplos fragmentos que estão postos no acervo da formação dos docentes.

Para Fazenda (2002) a interdisciplinaridade é antes de tudo uma questão de atitude, é algo que se vive. Compreender tal conceito como atitude torna necessário analisá-lo

mediante sua aplicabilidade, articulando o universo epistemológico e o universo acadêmico. O pensar e o agir interdisciplinar estão apoiados no princípio de que não existe fonte de conhecimento, por si só completa e que é necessário a interação com outras fontes de conhecimento, para compreender a realidade e a forma como se apresenta.

A interdisciplinaridade caracteriza-se pela colaboração entre as disciplinas diversas de uma determinada ciência enriquecida nas trocas provenientes da reciprocidade. É o ponto de encontro ante os movimentos de renovação dos problemas de ensino e pesquisa e o avanço do conhecimento científico. A interdisciplinaridade permite uma reflexão aprofundada, crítica e salutar sobre o funcionamento do saber unificado, apoiando o movimento de ciência e pesquisa.

A proposta de buscar diretamente os dados com os que vivenciam e/ou vivenciaram a experiência acadêmica interdisciplinar encontra subsídios em autores que se têm preocupado com o campo interdisciplinar. Paviani (2008, p. 79) diz que “descrever e analisar as dificuldades e as virtudes da experiência interdisciplinar, a partir de casos, é útil e necessário para esclarecer seu conceito”. O autor sustenta que a compreensão do conceito de interdisciplinaridade exige um constante esforço racional e crítico na direção de tornar explícitas suas práticas. Para ele, “de nada adianta afirmar que a interdisciplinaridade reside no diálogo entre conhecimentos, pois ela, antes de tudo, é uma categoria de ação”. (PAVIANI, 2008, p. 19).

Com base nas premissas expostas, surgiu o seguinte interesse: Qual a percepção interdisciplinar dos discentes do Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, PB no ano de 2010?

Para compor este estudo foi feito o uso da pesquisa exploratória, com natureza quantitativa e qualitativa por meio de questionário de pesquisa semi-estruturado. O método utilizado foi o dedutivo. Os procedimentos estatísticos foram compostos pelas técnicas da estatística descritiva e da análise fatorial.

O artigo está estruturado a partir desta introdução, seguido da fundamentação teórica, no qual são descritos aspectos relacionados à fragmentação do conhecimento, interdisciplinaridade e meio ambiente, acompanhados da metodologia utilizada, dos resultados encontrados e das considerações finais levantadas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 FRAGMENTAÇÃO DO CONHECIMENTO

Os limites hodiernos com que a ciência se confronta sinalizam que o conhecimento específico e isolado não é mais suficiente para compreender a complexidade das

mudanças, autores, como Bochniak (1998), considera a interdisciplinaridade como uma atitude de superação de todas e quaisquer visões fragmentadas pelo modelo da racionalidade científica, é poder entender o conhecimento em sua complexidade.

Essa discussão da interdisciplinaridade valoriza a formação da atitude de abertura do indivíduo frente aos demais que se reúnem, a partir de espaços diferentes do conhecimento, para um trabalho integrado e efetivo. Fazenda (2002) vê a interdisciplinaridade assentada na responsabilidade e na ousadia de cada indivíduo, nas práticas, na criação, na inovação e no desejo de ir além.

Nesse sentido, a intenção precípua de pensar uma concepção de interdisciplinaridade, à luz do que é proposta por algumas das epistemologias contemporâneas e tendo a educação como um processo contínuo, não pode distanciar-se da realidade concreta do educando e do educador, buscando a coerência entre o dizer e o fazer, entre o pensar e o agir, entre o sentir e falar.

Portanto, diante do desafio de uma temática atual no debate educacional, não se pode negar a necessidade urgente de mudança na concepção do ambiente acadêmico e mais precisamente do ensino e da aprendizagem, frente aos docentes que denotam um conhecimento fragmentado e passam uma imagem de professor especializado numa disciplina.

Bochniak (1998), afirma sua convicção na existência da interdisciplinaridade como paradigma emergente na educação, contrariamente ao questionamento de sua existência. Traça uma linha direta da interdisciplinaridade com a participação, com o desafio de superar visões fragmentadas que estão radicalmente além das fronteiras das disciplinas.

A produção do conhecimento deve ser caracterizada pela colaboração entre as disciplinas diversas de uma determinada ciência enriquecida nas trocas provenientes da reciprocidade, através da visão de totalidade, ligando a interdisciplinaridade à estratégia dos pequenos passos do cotidiano e à produção do conhecimento como um processo de busca constante, com clareza e certeza dos fins e o porquê da articulação do saberes.

A educação é um meio para que se opere a transformação, no entanto, essa mudança depende da práxis educativa do educador, que deve oferecer condições para que o educando se torne independente, crítico, consciente, livre, responsável com o mundo, com a vida e consigo mesmo. Freire (1981, *apud* GILES, 1989, p.104), destaca “[...] educar é firmar-se na prática da liberdade – liberdade que nunca é um dom, mas uma conquista constante.”

Educar é construir, é libertar o ser humano das cadeias do determinismo social, reconhecendo no processo histórico um tempo de possibilidades inesgotáveis. Desta forma podemos dizer que o processo educativo configura-se como um “ensinar a pensar de forma autônoma”. É um “que fazer dialogado, co-participado”, integrado e por isso não pode de modo algum tornar-se produto de uma mente “burocratizada” “estagnada”, ao contrário exige dos seus participantes uma reflexão crítica reflexiva da prática e do contexto histórico, político e cultural no qual encontra-se inserido. (FREIRE, 2010)

A educação, assim como a educação ambiental não se restringe apenas uma mera transferência de conhecimentos, mas sim um ato de compromisso, de conscientização e de testemunho de vida. Por conseguinte, “a educação terá um papel determinante na criação da sensibilidade social necessária para reorientar a humanidade.” (ASSMANN, 2001, p. 26)

A eficácia do processo educativo está ligada a uma educação que tem como prioridade o educando que é orientado a construir o seu próprio conhecimento dentro de uma visão crítica da realidade, buscando mudança, conscientização e crescimento. Para Rodrigues (1987, p.84) “O educador deve levar o aluno a compreender a realidade cultural, social e política, a fim de que se torne capaz de participar do processo de construção da sociedade”.

Entende-se que a função do educador é ser um agente facilitador desse processo e os currículos acadêmicos devem ser elaborados de tal maneira que haja a articulação das disciplinas para alcançar uma visão do todo, de modo que, os conteúdos isolados possam ser substituídos por planos de ação integrados com a realidade e o todo.

Dentro desse contexto, a questão da interdisciplinaridade passar a existir da necessidade de dar uma resposta à fragmentação do saber causado pela ciência positivista no século passado fruto da visão disciplinar que não percebe a realidade dentro de um contexto holístico.

As ciências se dividiram tanto que foi necessário pensar em uma forma de diálogo entre elas e dar uma resposta às indagações que vão além das questões disciplinares.

Nas instituições educacionais, a estrutura curricular, não propicia aos educandos a possibilidade de ver o mundo de forma mais complexa e mais crítica. Porém em todo processo de educação há sempre uma esperança.

Neste sentido, o fazer pedagógico deve apoiar-se nos princípios da interdisciplinaridade. A falta dessa questão compromete a qualidade do processo ensino e aprendizagem, prejudicando assim, o desenvolvimento do educando. O ponto de partida e de chegada de uma prática interdisciplinar está na ação. De acordo com Fazenda (2008, p. 81-89) os fundamentos básicos para que a interdisciplinaridade aconteça são:

Movimento Dialético: Exercício de dialogar com nossas próprias produções, com o propósito de extrair desse diálogo novos indicadores, novos pressupostos.

Recurso da Memória: Memória – registro, escrita e realizada em livros, artigos, resenhas, anotações, cursos, palestras, e a memória vivida e refeita no diálogo com todos esses trabalhos registrados.

Parceria: Tentativa de iniciar o diálogo com outras formas de conhecimento a que não estamos habituados, e nessa tentativa, a possibilidade de interpretação dessas formas.

Sala de Aula interdisciplinar: A sala de aula é o lugar onde a interdisciplinaridade habita[...] verificamos que os elementos que diferenciam uma sala de aula interdisciplinar de outra não interdisciplinar são a ordem e o rigor travestidos de uma nova ordem e de um novo rigor[...] a avaliação numa sala de aula interdisciplinar acaba por transgredir todas as regras de controle costumeiro utilizadas. respeito ao modo de ser de cada um A interdisciplinaridade decorre mais do encontro de indivíduos do que de disciplinas.

Projeto de vida: Um projeto interdisciplinar pressupõe a presença de projetos pessoais de vida e o processo de desvelamento de um projeto pessoal de vida é lento, exigindo uma espera adequada.

Busca da totalidade: O conhecimento interdisciplinar busca a totalidade do conhecimento, respeitando-se a especificidade das disciplinas: a escolha de uma bibliografia é sempre provisória, nunca definitiva. (FAZENDA, 2008, p.81-89) *Grifo nosso.*

Desse modo, a ação interdisciplinar pretende junto do trabalho didático-pedagógico e das práticas ambientais, superar a fragmentação do conhecimento. No entanto, esse é um importante viés a ser perseguido pelos educadores ambientais, onde se permite, pela compreensão mais globalizada do ambiente, trabalhar a interação em equilíbrio dos seres humanos com a natureza. Ao compartilhar idéias, ações e reflexões, onde cada participante é ao mesmo tempo ator e autor do processo.

É imprescindível estabelecer o sentido de unidade, mediante uma visão de conjunto que consinta ao homem ter sentido dos conhecimentos e informações, reconhecendo a identidade do saber multidisciplinar dos conhecimentos.

Sendo assim, temos então a interdisciplinaridade como um campo aberto para que de um fazer fragmentado por especialidades seja possível estabelecer novas competências e habilidades através de uma postura pautada em uma visão holística do conhecimento e uma porta aberta para os processos transdisciplinares.

Ressalta-se assim, a importância do pensar e o agir interdisciplinar apoiados no princípio de que não existe uma única fonte de conhecimento, e sim interação com outras áreas, para se compreender a realidade e a forma como se apresenta. Portanto, a prática interdisciplinar nos envolve no processo de aprender a aprender, tornando-se cada vez mais importante termos uma formação com perspectivas crítico-reflexiva subsidiada por uma prática didático-pedagógica interdisciplinar que permita o desenvolvimento do cidadão criativo, pensante, analítico, crítico, flexível, ético e adaptável.

2.2 INTERDISCIPLINARIDADE E MEIO AMBIENTE

A interdisciplinaridade no meio universitário ganhou nova perspectiva quando se iniciou o atual debate sobre a questão ambiental em todo o mundo, nas décadas de 1960 e 1970. É claro que antes disso sempre ocorreu algum grau de comunicação entre as disciplinas, mas parece haver concordância geral no meio acadêmico de que a problemática sócio-ambiental requer uma atitude inovadora de cooperação sistemática entre diversas áreas do conhecimento humano. Enquanto nos países centrais, instituições de pesquisa de cunho ambiental vêm se desenvolvendo há décadas, no Brasil apenas recentemente – basicamente nos últimos 10 anos – a questão tem mobilizado conjuntamente profissionais das mais diversas ciências: Biologia, Economia, Geografia, Engenharia, Antropologia etc. (ROCHA, 2003)

Para Floriani (2000) não se questiona mais a importância da interdisciplinaridade como maneira de minimizar as relações de causa-efeito dos saberes disciplinares, visto que, “quando se fala de ciência, fala-se a partir de uma perspectiva identificadora do campo simbólico, cujos mecanismos são constitutivos de uma cultura científica moderna e tecnológica, com um ethos científico já construído.

Neste sentido, a discussão ambiental que perpassa a questão da interdisciplinaridade como meio propulsor entre os saberes científicos é bastante complexa e traz à tona o questionamento de quais aspectos devem ser considerados para desenvolver projetos e pesquisas que envolvam caráter interdisciplinar nas questões ambientais.

Leff (2000) descreve o fracionamento do conhecimento oriundo de uma visão disciplinar marcados pelo logocentrismo da ciência moderna, como também, o marco histórico da problemática ambiental que tentam internalizar na dimensão ambiental o método interdisciplinar, capaz de reintegrar o conhecimento para apreender a realidade complexa, marcando os limites que a natureza impõe à realidade econômica, propondo o desenvolvimento de uma educação ambiental fundada em uma visão holística da realidade e nos métodos da interdisciplinaridade passando da noção de ambiente que considera essencialmente os aspectos biológicos e físicos, a uma concepção mais ampla que dá lugar às questões econômicas e sócio-culturais que geram outros aspectos de natureza semelhante (sociais, econômicas e culturais).

Relata ainda os esforços concentrados, especificamente na América Latina e Caribe, em diversos programas interdisciplinares de investigação e formação ambiental, nos quais se desenvolvem estratégias acadêmicas e experiências muito diferentes que tentam enfrentar as ideologias teóricas geradas pela ecologia generalizada e pelo pragmatismo funcionalista. (LEFF, 2000)

Verifica-se no entendimento do autor que a busca pela interdisciplinaridade implica na inter-relação de processos, conhecimentos e práticas a partir da colaboração de profissionais com diferentes formações disciplinares, pautada na necessidade de voltar a uma reflexão crítica sobre os marcos conceituais e as bases epistemológicas que podem

impulsionar uma prática da interdisciplinaridade mais aprofundada e mais bem fundamentada em seus princípios teóricos e metodológicos, orientada ao manejo, gestão e a apropriação dos recursos naturais.

Dentro dessa contextualização Floriani (2000) destaca a dificuldade de determinar com exatidão o que faz mudar as bases epistemológicas do saber científico demonstrando que o desafio do cientista de hoje é ousar transpor a repetição, alterando os procedimentos convencionais na (re) produção do conhecimento, buscando a fonte de sua imaginação em diversos referenciais cognitivos; não apenas naquele de sua disciplina específica, mas também nos de natureza estética, ética, nos conhecimentos espontâneos, especialmente naqueles profundamente arraigados na cultura dos povos (do presente e do passado), recriando e restabelecendo o que foi esquecido ou obscurecido pelos procedimentos da racionalidade instrumental da modernidade, com vistas a restituir às culturas o reconhecimento de sua sabedoria, fazendo auto-crítica dos erros cometidos, conhecendo e reconhecendo os problemas do mundo a partir de uma reforma de pensamento, já que a relação do homem com a natureza não pode ser nem simples nem fragmentada, no intuito de conhecer e reconhecer os problemas do mundo a partir de uma reforma do pensamento.

De um modo geral, toda a problemática interdisciplinar deve emergir da confrontação das visões disciplinares, que modificam obrigatoriamente a visão particular de uns e de outros sobre os conceitos utilizados, os métodos escolhidos, os instrumentos empregados, as estratégias de amostragem. Fio condutor da pesquisa, a problemática comum deve ser entendida como um conjunto articulado de questões formuladas pelas diferentes disciplinas envolvendo um tema e um objeto comum. (ZANONI, p. 116)

Desse modo, o pensar interdisciplinar parte do princípio de que nenhuma forma de conhecimento é em si mesma racional. Tenta, pois, o diálogo com outras formas de conhecimento, deixando-se interpenetrar por elas. Um pensar nesta direção exige um projeto em que a causa e intenção coincidam. Um projeto interdisciplinar de pesquisa deve captar a profundidade das relações conscientes entre pesquisadores.

3 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

A pesquisa realizada pode ser caracterizada como um estudo exploratório e descritivo conduzido sob a forma de um estudo de caso. Foram utilizadas as técnicas da estatística descritiva e da análise fatorial (AF). Os resultados foram analisados a partir do uso do SPSS, versão 8.0 (*Statistic Package Social Science*) e o Microsoft Excel 2003.

De acordo com Stake (2000 *apud* Gil 2008) é possível identificar três modalidades de estudos de casos: intrínseco, instrumental e coletivo. Assim sendo, o estudo de caso aqui abordado pode ser classificado como coletivo, uma vez que seu propósito buscou analisar a percepção interdisciplinar dos discentes do Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais (mestrandos e doutorandos) da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG.

A escolha do programa deu-se pela peculiaridade relacionada à temática e ainda, por ser um programa que “supostamente” discute aspectos relacionados à interdisciplinaridade e ainda por ser um programa que enfatiza o ingresso de pesquisadores, estudantes e demais profissionais das mais variadas áreas, e que efetivamente precisa está discutindo aspectos acerca da problemática da interdisciplinaridade ambiental.

O método de investigação foi o dedutivo, método que segundo Gil (2008) parte do geral e, a seguir, desce ao particular. O instrumento de pesquisa foi construído especificamente a partir dos estudos de Leff (2000, 2001 e 2009), Floriani (2000), Fazenda (2002, 2008), Jollivet e Pavê (2002), Castells (1999), Hogan e Phillipi Jr. (2000), entre outros.

Primeiramente foi realizado o pré-teste junto a três pós-graduandos visando ajustar o entendimento do instrumento a partir da percepção de cada respondente. Após a resposta, procedeu-se o ajuste necessário, no qual ficou composto por perguntas que caracterizam os respondentes (perguntas iniciais do questionário) e a percepção interdisciplinar (vinte e uma assertivas). Nas assertivas se utilizou os procedimentos da escala de Likert de cinco pontos em que 1 corresponde a discordar totalmente com a assertiva; 2 discordar parcialmente; 3 neutralidade em relação a assertiva (nem concorda, nem discorda); 4 = concordar parcialmente; e 5 = concordar totalmente.

Após a rotação fatorial obteve-se 16 variáveis (distribuídas em quatro fatores distintos). O primeiro fator relacionado às perspectivas da percepção interdisciplinar do discente (sete variáveis); o segundo ao interesse discente pela interdisciplinaridade (três variáveis); o terceiro às estratégias para a interdisciplinaridade ambiental na pós-graduação (quatro variáveis); e por fim o quarto relacionado a relevância da temática e a falta de integração entre as disciplinas do programa (duas variáveis).

3.1 TRATAMENTO ESTATÍSTICO DO ESTUDO

A técnica que foi utilizada nesse estudo consistiu especificamente da estatística descritiva e da análise fatorial (AF), por ser de interesse ao estudo, destacando-se inclusive que, pesquisas puderam comprovar a utilidade dessa ferramenta, como é o caso de Hair *et al* (2005), Rodrigues e Paulo (2007), Dancey e Reidy (2006), Souki e Pereira (2004), Bezerra e Corrar (2006), dentre outras. Assim, e pelo entendimento de que a técnica da AF subsidiaria a resposta ao problema de pesquisa foi feita tal opção para o tratamento dos dados e a suposta análise das opiniões coletadas, conforme está demonstrada na seção de discussão dos resultados encontrados na etapa posterior da pesquisa.

Procedeu-se a AF na tentativa de encontrar quais as variáveis mais significantes conforme a opinião discente em relação à percepção interdisciplinar, seguindo os critérios, definidos por Hair *et al.* (2005):

- Os fatores encontrados devem responder, no mínimo, por 60% da variância.

- O teste *Kaisen-Meyer-Olkin* (KMO) - valores entre 0,5 e 1,0 denotam que a AF é adequada;
- Sugere-se que o teste de esfericidade (Sig.) não ultrapasse de 0,05. Se o valor de Sig. atingir 0,10 a AF é desaconselhável.

A justificativa para a escolha da técnica da AF se deu devido ao fato de que esta parte da estrutura de dependência existente entre as variáveis de interesse, permitindo a criação de um conjunto menor de variáveis (variáveis latentes ou fatores) obtidas como função das variáveis originais. Além disso, é possível saber o quanto cada fator está associado a cada variável e o quanto o conjunto de fatores explica da variabilidade geral dos dados originais. A técnica utilizada a partir da análise de componentes principais faz uso de alguns termos que descrevemos mais adiante.

Visando ainda, analisar a consistência interna do questionário foi aplicado o teste de consistência interna (*Alfa de Cronbach*) que se baseia na correlação média das variáveis investigadas e que demonstra a fidedignidade dos fatores. (RODRIGUES; PAULO, 2007)

3.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA DO ESTUDO

A população total do estudo concentrou-se nos discentes regularmente matriculados (mestrado e doutorado) e que ingressaram no Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba no ano de 2010.

Segundo informações da Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais (UFCG, 2010) ingressaram no ano de 2010, vinte e sete discentes, sendo 10 alunos do mestrado e 17 do doutorado. Destes, foram entrevistados 8 alunos que cursam o Mestrado em Recursos Naturais (que corresponde a 80% do total) e 16 alunos do doutorado (94,12%), durante os meses de junho, julho e agosto de 2010. No geral a amostra representativa corresponde a 88,89%, visto que a amostragem foi do tipo estratificada e por acessibilidade.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DOS ENTREVISTADOS

A seguir estão evidenciados os resultados da pesquisa relacionados à caracterização dos entrevistados e posteriormente as assertivas investigadas.

Na tabela 1 está evidenciada a quantidade e o gênero dos discentes. Observa-se que, dos 24 alunos que responderam ao questionário, 54,2% é do gênero masculino e 45,8% feminino.

TABELA 1 – GÊNERO DO ENTREVISTADO

	f	%	% ACUMULADO
MASCULINO	13	54,2	54,2
FEMININO	11	45,8	100
TOTAL	24	100	

Fonte: Dados da pesquisa, 2010.

Com relação à formação que obteve na graduação, o resultado é bem diversificado, visto a particularidade do Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais, profissionais das mais variadas áreas. Observe que no Programa tanto de Mestrado como de Doutorado existem profissionais de formações diversificadas. (ver tabela 2)

TABELA 2 – FORMAÇÃO NA GRADUAÇÃO

ÁREA	f	%	% ACUMULADO
Geografia	2	8,3	8,3
Enfermagem	2	8,3	16,7
Ciências Biológicas	2	8,3	25,0
Agronomia	3	12,5	37,5
Serviço Social	1	4,2	41,7
Administração	3	12,5	54,2
Direito	2	8,3	62,5
Economia	1	4,2	66,7
Geografia, Estatística e Ciências Sociais	1	4,2	70,8
Licenciatura plena em História	1	4,2	75,0
Ciências Contábeis	1	4,2	79,2
Turismo	2	8,3	87,5
Engenharia Civil	1	4,2	91,7
Pedagogia	2	8,3	100,0
Total	24	100,0	

Fonte: Dados da pesquisa, 2010.

No tocante a área de formação da pós-graduação (tabela 3), percebe-se também que existe uma variedade na formação em nível de pós-graduação. Observe que o mes-

trado em recursos naturais obteve o maior percentual (33,3%), seguido do Mestrado em Ciências da Sociedade. A opção não cursou especialização / não informou refere-se aos alunos que estão cursando o mestrado, visto que a grande maioria optou por cursar o mestrado ao invés da especialização.

TABELA 3 - FORMAÇÃO NA PÓS-GRADUAÇÃO

Área	f	%	% Acumulado
Não cursou especialização / não informou	5	20,8	20,8
Mestrado em Recursos Naturais	8	33,3	54,2
Especialização em Saúde Pública	1	4,2	58,3
Especialização em Geografia	1	4,2	62,5
Mestrado em Ciências da Sociedade	2	8,3	70,8
Mestrado em Ciências Contábeis	1	4,2	75,0
Mestrado em Desenvolvimento e Sociedade	1	4,2	79,2
Mestrado em Gestão de Negócios Turísticos	1	4,2	83,3
Mestrado em Administração Rural	1	4,2	87,5
Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental	1	4,2	91,7
Especialização em Ciências Ambientais	1	4,2	95,8
Mestrado em Educação Popular	1	4,2	100,0
Total	24	100,0	

Fonte: Dados da pesquisa, 2010.

Quando questionados se já haviam cursado alguma disciplina na graduação ou na pós-graduação que tivesse o enfoque interdisciplinar, percebeu-se que a grande maioria dos discentes, tanto do mestrado como do doutorado não tiveram essa oportunidade quando cursaram a graduação (58,3%). Verifica-se que somente na pós-graduação surgiu essa oportunidade, visto que 95,8% dos entrevistados opinaram positivamente.

TABELA 4 - CURSOU DISCIPLINA COM VIÉS INTERDISCIPLINAR

	GRADUAÇÃO			PÓS-GRADUAÇÃO		
	f	%	% ACUMULADO	f	%	% ACUMULADO
NÃO RESPONDEU	1	4,2	4,2	-	-	-
SIM	9	37,5	41,7	23	95,8	95,8
NÃO	14	58,3	100,0	1	4,2	100
TOTAL	24	100,0		24	100	

Fonte: Dados da pesquisa, 2010.

4.2 TESTE DE CONSISTÊNCIA INTERNA (ALFA DE CRONBACH) E ROTAÇÃO FATORIAL

O teste de consistência interna Alfa de *Cronbach* aplicado nas 21 assertivas do estudo foi de $\alpha = 0,615$, o que evidencia a fidedignidade dos dados.

Na avaliação das comunalidades, que são quantidades das variâncias (correlações) de cada variável explicada pelos fatores, a interpretação se deu da seguinte forma: quanto maior a comunalidade, maior será o poder de explicação daquela variável pelo fator. Dessa forma, ao analisar a AF, com 21 assertivas, verificou-se que seis assertivas, apresentaram comunalidades com cargas fatoriais insatisfatórias: Ass03, Ass04, Ass05, Ass08, Ass13, Ass14. Para melhorar o resultado, essas variáveis foram excluídas (HAIR *et. al.*, 2005) e a AF foi aplicada mais uma vez.

O teste KMO obtido (após a nova aplicação) foi de 0,534, indicando a adequação da técnica. O teste de esfericidade (Sig) que indica se existe relação suficiente entre os fatores ou dimensões para a aplicação da AF apresentou-se satisfatoriamente com um valor de 0,00. (observe a tabela 5).

TABELA 5 – KMO AND BARTLETT'S TEST – 16 ASSERTIVAS

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		0,534
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	226,224
	DF	120
	Sig.	0,00

Fonte: Dados da pesquisa, 2010.

As comunalidades encontradas demonstram que 16 assertivas apresentaram um coeficiente acima de 0,50¹⁴ (ver tabela das comunalidades). Isso denota variáveis importantes na análise segundo a percepção dos discentes. Hair *et. al.* (2005) dizem que o pesquisador deve identificar todas as variáveis com comunalidades menores que 0,50, como não tendo explicação suficiente. O método Extraído foi a Análise dos Componentes Principais.

TABELA 6 – COMUNALIDADES

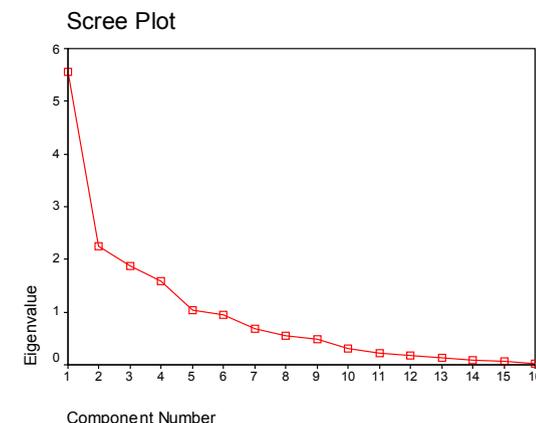
INICIAL		EXTRAÇÃO		INICIAL		EXTRAÇÃO		INICIAL		EXTRAÇÃO		INICIAL		EXTRAÇÃO			
Ass01	1,0	0,64	Ass7	1,0	0,65	Ass12	1,0	0,83	Ass18	1,0	0,64	Ass03	1,0	0,64	Ass04	1,0	0,60
Ass2	1,0	0,88	Ass9	1,0	0,70	Ass15	1,0	0,58	Ass19	1,0	0,60	Ass05	1,0	0,64	Ass08	1,0	0,64
Ass5	1,0	0,75	Ass10	1,0	0,79	Ass16	1,0	0,62	Ass20	1,0	0,64	Ass13	1,0	0,64	Ass14	1,0	0,73
Ass6	1,0	0,65	Ass11	1,0	0,82	Ass17	1,0	0,76	Ass21	1,0	0,73						

Fonte: Dados da pesquisa, 2010.

14 As informações que geraram os valores de algumas tabelas deste artigo estão disponíveis com os autores. Optou-se por excluir essas informações em razão da limitação do espaço.

A escolha do número de fatores seguiu o critério do gráfico de *Scree Plot* (gráfico 1). Como é possível verificar no gráfico abaixo, os primeiros quatro fatores se qualificam.

GRÁFICO 1 - SCREE PLOT (DEFINIÇÃO DOS QUATRO FATORES ESCOLHIDOS)



Fonte: Dados da pesquisa, 2010.

Os quatro fatores adotados no modelo, calculados pela AF, conseguem explicar 70,45% da variância total das opiniões, mostrando um razoável poder de explicação em relação aos fatores. Dancy e Reidy (2006, p. 437), afirmam que é importante observar quanto da variância os fatores conseguem extrair. O fator 1 explicou 28,33%, o fator 2, 15,02%, o fator 3, 13,71% e finalmente o fator 4, 13,39%. Verifica-se que o fator 1 é o mais importante seguido dos fatores 2, 3 e 4.

TABELA 7 – VARIÂNCIA TOTAL EXPLICADA

FATOR	% DA VARIÂNCIA	% ACUMULADO
1	28,33	28,33
2	15,02	43,35
3	13,71	57,07
4	13,39	70,45

Fonte: Dados da pesquisa, 2010.

4.3 MAPEAMENTO DA PERCEPÇÃO INTERDISCIPLINAR DISCENTE

Observou-se após a rotação da matriz pelo método *varimax* que a concentração de opiniões ficou direcionada conforme a descrição a seguir:

Assertivas 02, 09, 17, 07, 12, 16, 05 – Fator 1.

Assertivas 11, 18 e 01 – Fator 2.

Assertivas 19, 21, 15, 06 – Fator 3.

Assertivas 10 e 20 – Fator 4.

TABELA 8 – SOLUÇÃO DAS MATRIZES – MÉTODO VARIMAX

	FATORES			
	1	2	3	4
Ass02	0,84			
Ass09	0,82			
Ass17	0,80			
Ass07	0,77			
Ass12	0,74			
Ass16	-0,68			
Ass05	0,67			
Ass11		0,85		
Ass18		0,75		
Ass01		0,68		
Ass19			0,69	
Ass21			0,68	
Ass15			0,64	
Ass06			-0,61	
Ass10				0,85
Ass20				0,72

Fonte: Dados da pesquisa, 2010.

TABELA 9 – AGRUPAMENTO DAS ASSERTIVAS EM FATORES SEGUNDO A CONCENTRAÇÃO DAS CARGAS FATORIAIS

MAPEAMENTO DA PERCEÇÃO INTERDISCIPLINAR DISCENTE			
DIMENSÃO/FATOR 1 – PERSPECTIVAS DE UMA PRÁTICA INTERDISCIPLINAR	CARGA FATORIAL	MÉDIA	DESVIO PADRÃO
A pós-graduação tem me estimulado a desenvolver estratégias acadêmicas e experiências que enfocam o caráter interdisciplinar.	0,84	4,62	0,57
A interdisciplinaridade tem me chamado a atenção e acho ser importante para a sociedade.	0,82	4,87	0,45
Acredito que posso realizar tarefas e atividades que sejam interdisciplinares.	0,80	4,62	0,57
Procuro fazer inter-relações entre minhas atividades acadêmicas e a interdisciplinaridade.	0,77	4,50	0,59

Tenho interesse nessa área.	0,74	4,71	0,75
Acredito que a análise e o pensamento interdisciplinar é algo utópico e de difícil aplicação.	-0,68	1,96	1,12
Tenho procurado entender e trabalhar a interdisciplinaridade, vez que esse conhecimento é fundamental para o profissional que está cursando programa na área ambiental.	0,67	4,7	0,55
DIMENSÃO/FATOR 2 – INTERESSE DISCENTE PELA INTERDISCIPLINARIDADE	CARGA FATORIAL	MÉDIA	DESVIO PADRÃO
Cursaria mais de uma disciplina no curso que enfocasse a interdisciplinaridade.	0,85	4,6	0,97
Tenho procurado minimizar as limitações e fragmentações do meu conhecimento disciplinar em relação ao cenário ambiental.	0,75	4,30	0,81
A problemática ambiental deve tentar internalizar o caráter interdisciplinar.	0,68	4,75	0,67
DIMENSÃO/FATOR 3 – ESTRATÉGIAS PARA A INTERDISCIPLINARIDADE AMBIENTAL NA PÓS-GRADUAÇÃO	CARGA FATORIAL	MÉDIA	DESVIO PADRÃO
Acredito que o confronto de saberes disciplinares pode contribuir para minimizar a problemática da relação sociedade-natureza.	0,69	4,29	0,81
As disciplinas do programa contribuem para a mudança do paradigma ambiental e para uma nova atitude nas atividades diárias.	0,68	3,71	1,04
O tema é abordado no programa de maneira suficiente e que atende aos anseios dos alunos.	0,64	2,62	1,20
Os professores do programa têm procurado desenvolver e estimular no aluno práticas de pesquisas com o caráter disciplinar.	-0,61	3,29	1,23
DIMENSÃO/FATOR 4 – RELEVÂNCIA DA TEMÁTICA E FALTA DE INTEGRAÇÃO DAS DISCIPLINAS DO PROGRAMA	CARGA FATORIAL	MÉDIA	DESVIO PADRÃO
Acredito que é um tema atual e que está começando a ser valorizado nos programas de pós-graduação da área ambiental.	0,85	4,12	0,90
Existe integração entre as disciplinas do programa.	0,72	2,62	1,17

Fonte: Dados da pesquisa, 2010.

Os resultados encontrados no fator 1 demonstram que seis variáveis têm cargas positivas, e uma, negativa, com uma média de 1,90, denotando o grau de discordância em relação à assertiva. Isso faz sentido por que considerar “a análise e o pensamento interdisciplinar como algo utópico e de difícil aplicação” é uma declaração negativa e que não deve se contrapor as assertivas positivas, que direcionam a nomeação do fator Perspectiva de uma Prática Interdisciplinar. Todas as opiniões em relação às assertivas apresentaram concentração de respostas entre concorda parcialmente e concordar totalmente, quer sejam: A pós-graduação tem me estimulado a desenvolver estratégias acadêmicas e experiências que enfocam o caráter interdisciplinar (Média – M=4,6); A interdisciplinaridade tem me chamado a atenção e acho ser importante para a sociedade (M=4,9); Acredito que posso realizar tarefas e atividades que sejam interdisciplinares (4,6); Procuo fazer inter-relações entre minhas atividades acadêmicas e a interdisciplinaridade (M=4,5); Tenho interesse nessa área (4,7); Tenho procurado entender e trabalhar a interdisciplinaridade, vez que esse conhecimento é fundamental para o profissional que está cursando programa na área ambiental (M=4,7).

O fator 2 nomeado de Interesse Discente pela Interdisciplinaridade, obteve cargas acima de 0,67 e denotam que existe uma veemência em procurar minimizar as limitações e fragmentações do conhecimento disciplinar em relação ao cenário ambiental. Esses resultados se configuram desta maneira, sobretudo, porque as questões ambientais exigem

uma mudança de postura na atitude do pesquisador. Veja que nas três assertivas média geral foi acima de 4,00, ou seja, as opiniões estão entre concordar parcialmente totalmente em relação ao Interesse pela Interdisciplinaridade.

No que se refere ao fator 3, nomeado por Estratégias para a Interdisciplinaridade Ambiental na Pós-Graduação, percebeu-se que a grande maioria dos discentes, discordam que o tema é abordado no programa de maneira suficiente e que atende aos anseios dos alunos, ou seja, mesmo sendo um programa que deveria ter uma visão mais arrojada, ainda há muito a ser feito. Phillip Jr. *et. al.* (2000) destacam que “não é mais possível manter a atitude histórica de prevalecer o monopólio disciplinar, que tem estimulado o cientista a trabalhar solitariamente, ou, quando muito, com grupos monodisciplinares ou, no máximo, multidisciplinares.

Por sua vez, o fator 4 (Relevância da Temática e Falta de Integração das Disciplinas do Programa), denotou que a grande maioria dos alunos considera importante a temática da interdisciplinaridade no programa de pós-graduação na área ambiental (concentração de respostas entre concordar parcialmente e totalmente, M=4,12), todavia, percebe-se que os alunos discordam parcialmente ou estão neutros (nem concorda, nem discorda) em relação a integração das disciplinas do programa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse estudo teve como objetivo analisar a percepção interdisciplinar discente do Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, PB no ano de 2010.

Os resultados encontrados após a solução final da análise fatorial apontaram os dimensões/fatores relevantes em relação à percepção interdisciplinar dos discentes estudados. Do exposto, foi possível observar que o primeiro fator foi o mais relevante nomeado Perspectivas de uma prática Interdisciplinar – maior variância total explicada pelo fator – 28,33%; o segundo Interesse Discente pela Interdisciplinaridade – 15,020% da variância total; o terceiro relacionado à Estratégias para a Interdisciplinaridade Ambiental na Pós-Graduação – 13,71% da variância; e por fim o quarto Relevância da Temática e Falta de Integração das Disciplinas do Programa – variância total 13,39%.

As análises realizadas apontaram quatro fatores distintos que explicam 70,45% da variância dos dados coletados, o que nos leva a inferir e reconhecer que existem fatores ou dimensões não cobertos por este estudo e que também podem explicar a variabilidade das respostas dos alunos da pós-graduação em recursos naturais podendo supostamente fundamentar novos estudos sobre a temática estudada.

Essas evidências corroboram com os resultados encontrados por Rocha (2003), ao discutir a construção da interdisciplinaridade ambiental em quatro programas brasileiros de pós-graduação (Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre (ECMVS)

– Universidade Federal de Minas Gerais; Meio Ambiente e Desenvolvimento (MAD) – Universidade Federal do Paraná; Psicossociologia de Comunidade e Ecologia Social (EICOS) – Universidade Federal do Rio de Janeiro; e Ciência Ambiental (PROCAM) – Universidade de São Paulo. O autor concluiu que, dentre as principais questões da institucionalização de programas interdisciplinares de pós-graduação, os seus proponentes têm grandes desafios, mas também inúmeras possibilidades, uma vez que tal processo objetiva reunir excelentes profissionais em suas áreas de atuação em torno de uma problemática integradora. Por outro lado, a compartimentalização das ciências e da universidade caracteriza uma real dificuldade de se lidar com a colaboração e a cooperação científica, esbarrando em lutas de poder, competição e territorialismos acadêmicos, que devem ser sobrepujados ou ao menos amainados. Ou seja, é de extrema importância a institucionalização de programas que centralizem a questão sócio-ambiental nos campi universitários, embora não devesse haver conflito na difusão desta temática por toda a universidade – uma difícil mas viável relação entre fronteiras, duelo de forças que podem e devem buscar uma sinergia.

Do exposto, espera-se que os desafios para a inserção da interdisciplinaridade nos Programas de Pós-Graduação da área de Recursos Naturais sejam superados na medida em que essa questão, de fato, venha a ser tratada com maior consistência pelo colegiado, professores e discentes, de maneira que possam efetivamente refletir as necessidades que a área ambiental necessita. Um passo fundamental para isso é a compreensão efetiva da interdisciplinaridade por parte desses atores, visto que, a partir desse entendimento, poderão surgir abordagens diferenciadas para cada grupo envolvido de acordo com suas características comuns de construção de cada área de atuação, em busca de uma maior eficiência das relações profissionais. Igualmente, que surjam novas medidas mais eficazes e condizentes como forma de enfrentar os problemas ambientais (sejam em estratégias de postura individual ou coletiva), no intuito de minimizar ou corrigir as deficiências existentes, fruto de uma postura de caráter fortemente disciplinar, em que cada, disciplina ou área quer mostrar apenas seu “trabalho” sem discutir as relações entre outras áreas de conhecimento.

Finalmente, conclui-se que a internalização da sistemática interdisciplinar carece de muita discussão e de muito tempo para materializar-se dentro dos cursos da área ambiental, em especial de Recursos Naturais. Isso depende da adesão dos atuais docentes das instituições envolvidas de maneira que seja possível acontecer, “aquilo” que Henrique Leff (2000) chama de reconstrução do saber, ou seja, reconstituição a partir do diálogo com outros saberes, posto ser extremamente complicado discutir aspectos ambientais sem envolver a interdisciplinaridade.

REFERÊNCIAS

ASSMANN, H. *Reencantar a educação*. Rumo à sociedade aprendente. 5. ed. Petrópolis: Vozes, 2001.

BEZERRA, F. A.; CORRAR, L. J. Utilização da Análise Fatorial na Identificação dos Principais Indicadores para Avaliação do Desempenho Financeiro: Uma Aplicação nas Empresas de Seguros. *Revista de Contabilidade e Finanças – USP*. São Paulo, n.42, set/dez, 2006.

BOCHNIAK, R. *Questionar o conhecimento: A interdisciplinaridade na escola*. 2. ed. São Paulo: Loyola, 1998.

CASTELLS, M. *O “verdejar” do ser: o movimento ambientalista*. In: O poder da Identidade. Tradução: Klaus Brandini Gerhardt. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

DANCEY, C. P.; REIDY, J. *Estatística sem Matemática para Psicologia usando o SPSS para Windows*. 3. ed. Tradução Lorí Viali. Porto Alegre: Artmed, 2006.

FAZENDA, I. C. A. *Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro: efetividade ou ideologia?* 5. ed. São Paulo: Edições Loyola, 2002.

_____. *Interdisciplinaridade história teoria e pesquisa*. Campinas: 15. ed. Papirus, 2008.

FREIRE, P. *Pedagogia do Oprimido*. 49ª Reimpressão. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2010.

FLORIANI, D. *Marcos Conceituais para o Desenvolvimento da Interdisciplinaridade*. In: PHILIPPI JR. A.; et al. (Orgs.) *Interdisciplinaridade em Ciências Ambientais*. São Paulo: Signus Editora, 2000.

GIL, A. C. *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social*. 6. ed. São Paulo, Atlas, 2008.

GILES, T. R. *Filosofia da educação*. Cortez, São Paulo – SP, 1989.

HAIR, J. F. Jr.; et al. *Análise Multivariada de Dados*. 5. ed., São Paulo: Bookman, 2005.

HOGAN, D. J.; PHILIPPI JR. A. *A Importância de Núcleos Interdisciplinares em Ensino, Pesquisa e Extensão*. In: A. PHILIPPI Jr., TUCCI, C. E. M.; NAVEGANTES, D. J. H. (Orgs.) *Interdisciplinaridade em Ciências Ambientais – São Paulo: Editora Signus, 2000*.

JOLLIVET, M.; PAVÉ, A. *Meio Ambiente: Questões e perspectivas para a pesquisa*. In: VIEIRA, P. F.; WEBER, J. (Orgs.) *Gestão de Recursos Naturais Renováveis e Desenvolvimento: Novos Desafios para a Pesquisa Ambiental*. São Paulo: Cortez, 2002.

LEFF, H. *Complexidade, Interdisciplinaridade e Saber Ambiental*. In: PHILIPPI JR. A.; et al. (Orgs.) *Interdisciplinaridade em Ciências Ambientais*. São Paulo: Signus Editora, 2000.

_____. *Epistemologia ambiental*. São Paulo: Cortez, 2001.

_____. *Saber Ambiental: Sustentabilidade, Racionalidade, Complexidade, Poder*. Tradução de Lúcia Mathilde Endlich Orth. 7. Ed. – Petrópolis, RJ, Vozes, 2009.

PAVIANI, J. *Interdisciplinaridade: conceitos e distinções*. 2. ed. rev. Caxias do Sul: EDUCS, 2008.

PHILIPPI Jr. A.; et al. *Uma Visão Atual e Futura da Interdisciplinaridade em C & T Ambiental*. In: PHILIPPI JR. A.; et al. (Orgs.) *Interdisciplinaridade em Ciências Ambientais*. São Paulo: Signus Editora, 2000.

RIOJAS, Javier. *A Complexidade Ambiental na Universidade*. In: LEFF, H. (Coord.) *A Complexidade Ambiental*. Tradução de Eliete Wolff. São Paulo: Cortez, 2003

ROCHA, P. E. D. *Trajetórias e Perspectivas da Interdisciplinaridade Ambiental na Pós-Graduação Brasileira*. *Revista Ambiente & Sociedade* – Vol. VI nº. 2 jul./dez. 2003.

RODRIGUES, N. *Por uma nova escola: o transitório e o permanente na educação*. Cortez, São Paulo – SP, 1987.

RODRIGUES, A.; PAULO, E. *Introdução à Análise Multivariada*. In: CORRAR, L. J.; et al. (Coords.) *Análise Multivariada para os Cursos de Administração, Ciências Contábeis e Economia*. São Paulo: Atlas, 2007.

UFCG – Universidade Federal de Campina Grande, PB. *Informações dos alunos ingressantes no Programa de Pós-Graduação – Mestrado e Doutorado no ano de 2010*. Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais (UFCG), 2010.

SOUKI, G. Q.; PEREIRA, C. A. *Satisfação, Motivação e Comprometimento de Estudantes de Administração: Um Estudo Com Base nos Atributos de uma Instituição de Ensino Superior*. In: XVIII ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO. Curitiba, PR, 2004.

ZANONI, M. *Práticas Interdisciplinares em Grupos Consolidados*. In: PHILIPPI JR. A.; et al. (Orgs.) *Interdisciplinaridade em Ciências Ambientais*. São Paulo: Signus Editora, 2000.

APÊNDICE

QUESTIONÁRIO DE PESQUISA

Caracterização do Entrevistado

1) Sexo do entrevistado

() Masculino

() Feminino

2) Formação na Graduação: (especificar) _____

3) Formação na pós-graduação concluída (se positivo em nível de mestrado ou especialização):

Área: (especificar) _____

4) Nível de instrução que está cursando: () Mestrado () Doutorado

Caracterização da Percepção Interdisciplinar do Entrevistado

5) Você cursou alguma disciplina (componente curricular) na graduação que teve o viés interdisciplinar?

() Sim () Não

6) Você cursou/está cursando alguma disciplina (componente curricular) na pós-graduação que tem o viés interdisciplinar?

() Sim () Não

7) Abaixo consta uma série de assertivas que tentam investigar os aspectos relacionados a percepção interdisciplinar dos estudantes de pós-graduação em recursos naturais (mestrandos e doutorandos). Você deverá marcar a opção conforme o seu enquadramento (numa escala de 5 pontos), onde a primeira opção corresponde a Discordo Totalmente; a segunda Discordo Parcialmente; a terceira – Neutralidade em relação à assertiva; a quarta – Concordo Parcialmente e; a quinta – Concordo Totalmente.

Nº	ASSERTIVAS	DT	DP	N	CP	CT
1	A problemática ambiental deve tentar internalizar o caráter interdisciplinar.	01	02	03	04	05
2	A pós-graduação tem me estimulado a desenvolver estratégias acadêmicas e experiências que enfocam o caráter interdisciplinar.	01	02	03	04	05
3	A busca pela interdisciplinaridade implica em um processo de inter-relação de processos, conhecimentos e práticas a partir da colaboração de profissionais com diferentes formações.	01	02	03	04	05
4	Tenho necessidade de aprender uma estratégia epistemológica focada na interdisciplinaridade ambiental.	01	02	03	04	05
5	Tenho procurado entender e trabalhar a interdisciplinaridade, vez que esse conhecimento é fundamental para o profissional que está cursando programa na área ambiental.	01	02	03	04	05
6	Os professores do programa têm procurado desenvolver e estimular no aluno práticas de pesquisas com o caráter disciplinar.	01	02	03	04	05
7	Procuro fazer inter-relações entre minhas atividades acadêmicas e a interdisciplinaridade.	01	02	03	04	05
8	Procuro sair do meu campo de conhecimento (minha área específica de atuação) em busca de novos saberes.	01	02	03	04	05
9	A interdisciplinaridade tem me chamado a atenção e acho ser importante para a sociedade.	01	02	03	04	05
10	Acredito que é um tema atual e que está começando a ser valorizado nos programas de pós-graduação da área ambiental.	01	02	03	04	05
11	Cursaria mais de uma disciplina no curso que enfocasse a interdisciplinaridade.	01	02	03	04	05
12	Tenho interesse nessa área.	01	02	03	04	05
13	Já realizei iniciação científica sobre o assunto.	01	02	03	04	05
14	Há outras disciplinas mais importantes para a minha área.	01	02	03	04	05
15	O tema é abordado no programa de maneira suficiente e que atende aos anseios dos alunos.	01	02	03	04	05
16	Acredito que a análise e o pensamento interdisciplinar é algo utópico e de difícil aplicação.	01	02	03	04	05
17	Acredito que posso realizar tarefas e atividades que sejam interdisciplinares.	01	02	03	04	05
18	Tenho procurado minimizar as limitações e fragmentações do meu conhecimento disciplinar em relação ao cenário ambiental.	01	02	03	04	05
19	Acredito que o confronto de saberes disciplinares (disciplinas isoladas da engenharia, administração, sociologia, direito etc) pode contribuir para minimizar a problemática da relação sociedade-natureza.	01	02	03	04	05
20	Existe integração entre as disciplinas do programa.	01	02	03	04	05
21	As disciplinas do programa contribuem para a mudança do paradigma ambiental e para uma nova atitude nas atividades diárias.	01	02	03	04	05

Desde já agradecemos pela sua valiosa contribuição.

AValiação DA SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL DE MUNICÍPIOS PARAIBANOS ATRAVÉS DO MÉTODO MULTICRITERIAL PROMETHEE II

José Ribamar Marques de Carvalho
Wilson Fadlo Curi
Enyedja Kerlly Martins de A. Carvalho

1 INTRODUÇÃO

Dentro de uma mesma região pode-se perceber grandes diferenças nas áreas (econômica, social, ambiental, entre outras), que comprova as diversidades entre cidades, estados, país. É dentro deste contexto, que a avaliação de municípios segundo indicadores de sustentabilidade, se torna relevante para que se possa estimular o debate sobre o tema com o intuito de propor melhorias nas regiões que apresentam acentuadas diferenças.

Sob esse entendimento, a avaliação de níveis de sustentabilidade entre cidades se torna um problema complexo, que envolve diversas alternativas analisadas segundo multiatributos. É neste âmbito que o Apoio Multicritério a Decisão (AMD) pode ser utilizado como uma importante ferramenta no auxílio à tomada de decisão. (SILVÉRIO *et. al.* 2007)

De acordo com Gomes *et. al.* (2009) a AMD é um enfoque utilizado como elemento central da análise de decisões. Como tal, lança mão de informações sobre o problema, tendo como característica principal a análise de várias alternativas ou ações, sob vários pontos de vista. Para fazer essa análise, os decisores frequentemente têm que comparar as alternativas presentes no processo decisório.

Morais e Almeida (2002) argumentam que tomar decisões faz parte do dia a dia das pessoas, pois normalmente elas se deparam com problemas em que devem decidir sobre alguma coisa. Esta é uma atividade bastante complexa, embora quase despercebida, na qual envolve possíveis alternativas de ação, pontos de vista e formas específicas de avaliação, ou seja, considera múltiplos fatores.

Nesse sentido, os indicadores tem apresentado importante papel na tentativa de medir o grau de desigualdades sociais, econômicas, ambientais, culturais da sociedade construindo ferramentas que auxiliem no processo de elaboração de estratégias para melhorar o contexto no qual se encontram inseridos municípios. (SILVA, 2007)

Silva *et. al.* (2010) destacam que os indicadores de sustentabilidade são utilizados como ferramenta padrão em diversos estudos nacionais e internacionais, facilitando a compreensão das informações sobre fenômenos complexos, e atua como base para aná-

lise do desenvolvimento que abrange diversas dimensões (nelas incluídas fatores econômicos, sociais, culturais, geográficos e ambientais), uma vez que permite verificar os impactos das ações humanas no ecossistema.

Face ao exposto e através de uma análise baseada no Apoio Multicritério à Decisão (AMD) esse trabalho busca construir um índice de sustentabilidade que permita identificar e comparar quais cidades podem ser consideradas sustentáveis ou insustentáveis. Para isso baseia-se nas possibilidades contidas no Método Promethe II que faz parte da família AMD.

Dessa forma, o presente estudo objetiva avaliar as dezessete cidades da Região do Alto Curso do Rio Paraíba através da implementação do Método Promethee II (*Preference Ranking Method for Enrichment Evaluation*), estruturando o problema com a identificação das alternativas e dos critérios relevantes no intuito de se obter uma ordenação das cidades em relação à sustentabilidade ambiental.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DE INDICADORES HIDROAMBIENTAIS

Dentro do processo de decisão, em geral, são estabelecidos conflitos de interesse a partir das visões distintas dos decisores quer sejam econômicas, sociais, políticas, ambientais etc. Dessa forma, e por serem pessoas diferentes, é ao menos razoável aceitar que suas habilidades são desenvolvidas de maneira diferente e com comportamentos desiguais. Nesse sentido, a construção de indicadores de sustentabilidade a partir dos métodos da análise multicriterial pode proporcionar o tratamento simultâneo de vários aspectos, levando em consideração metas, objetivos e atributos de cada indivíduo inserido dentro do processo decisório.

A problemática da tomada de decisão nos dias atuais é caracterizada por um número crescente de alternativas e critérios conflitantes, dentre os quais os decisores necessitam selecionar, ordenar, classificar ou ainda descrever com detalhes as alternativas a serem selecionadas, considerando múltiplos critérios (ARAÚJO e ALMEIDA, 2009).

Assim, a abordagem da análise multicritério na construção de indicadores ambientais pode ser embasada nas colocações de Weber (2002), Jollivet e Pavé (2002) quando demonstram a importância da modelagem principalmente por dois motivos principais: 1) pela natureza dos problemas a serem considerados (extremamente complexos, com várias dimensões envolvidas); e 2) pela multiplicidade dos campos de especialização disciplinar envolvidos.

Para Pompermayer (2003, p.2) muito se sabe a respeito de ações potenciais

de conservação do meio ambiente, principalmente, daqueles em crescente escassez. No entanto, pouco se tem feito no sentido de evitar, num futuro próximo, sérios problemas diante das limitações desses recursos. Sendo assim, todo e qualquer esforço direcionado à recuperação, conservação e preservação dos recursos naturais deve ser avaliado, para dar continuidade ao desenvolvimento econômico de forma sustentável, assegurando o bem-estar da humanidade.

Para a autora, várias são as ferramentas e métodos utilizados no campo do planejamento e gestão ambiental, como instrumentos de suporte à tomada de decisão, orientadas para a gestão contínua e integrada e o uso racional dos recursos. Vários são, também, os atores e agentes que, de uma forma ou de outra, estão envolvidos nessa questão e que atuam no processo de decisão, uma vez que a utilização de recursos hídricos envolve interesses múltiplos e, às vezes, conflitantes (POMPERMAYER, 2003).

Braga e Gobetti (2002, p.361) destacam que raramente, uma decisão é tomada em função de um único objetivo. Mesmo em problemas corriqueiros do dia-a-dia, como a compra de um equipamento doméstico de informática, em geral não utilizamos puramente o critério de mínimo custo. Outros fatores pesam na decisão: durabilidade do produto, garantia de manutenção etc. Para esses autores o processo decisório envolve múltiplos objetivos e múltiplos decisores com visões diferenciadas acerca das metas a serem adotadas no planejamento e na gestão.

A relevância de uma metodologia de apoio à tomada de decisão multicritério deriva do fato de que na maioria das situações não existe apenas um objetivo e sim, vários pontos de vista, sendo eles, geralmente conflitantes entre si. Por isso, o processo de decisão, deve ser orientado por uma análise com métodos multicritério para apoiar o decisor na escolha das alternativas. Essa metodologia, por um lado visa auxiliar no processo de escolher, ordenar ou classificar as ações potenciais. Por outro, buscam incorporar múltiplos aspectos nesse processo, ao invés dos métodos monocritérios da pesquisa operacional tradicional (MORAIS e ALMEIDA, 2002).

Os métodos multicritérios visam apoiar o processo decisório (não necessariamente prover uma solução). Curi e Curi (2010) argumentam que os objetivos da análise multicriterial concentram-se basicamente na estrutura do problema e no processo de escolha entre duas ou mais alternativas de decisão. Na estruturação do problema os maiores desafios estão na representação e organização formalizada do problema para aprendizagem, investigação/análise, discussão e busca da solução. Por sua vez, na escolha entre duas ou mais alternativas surgem alguns problemas, por exemplo: leva-se em consideração diferentes critérios (consequências); podem ser contraditórios; podem existir vários decisores e diferentes opiniões; incorpora-se os juízos de valores dos decisores; a solução pode não satisfazer a todos decisores; usa-se dados qualitativos ou quantitativos (até com diferentes ordens de grandeza); pode-se ter mais de uma “solução ótima”. Esses autores destacam as etapas do processo de decisão envolvendo a análise multicritério, conforme demonstra a figura 1.

Nesse sentido, o que se pode perceber após tais entendimentos é que o processo de construção de indicadores ambientais de sustentabilidade pode levar em consideração

o uso dessas técnicas multivariadas, posto serem contextos nos quais envolvem múltiplos usuários e múltiplas variáveis o que o torna algo complexo e de difícil resolução, visto que a tentativa de resolver o (s) problema (s) a partir de objetivos conflitantes e com vários entendimentos podem acarretar uma abrangência diversa.

A análise multicritério é uma técnica conveniente para a avaliação dos problemas ambientais, uma vez que integra diferentes tipos de atributos e critérios permitindo a comparação entre aspectos ambientais, econômicos, sociais, institucionais etc., na busca de melhoria do cenário em questão.

Rotineiramente, tanto em nossa vida profissional como privada, deparamo-nos com problemas cuja resolução implica o que consideramos uma tomada de decisão complexa. De modo geral, tais problemas possuem pelo menos algumas das seguintes características:

“os critérios de resolução do problema são em número de, pelo menos, dois e conflitam entre si; tanto os critérios como as alternativas de solução não são claramente definidos e as consequências da escolha de dada alternativa com relação a pelo menos um critério não são claramente compreendidas; os critérios e as alternativas podem estar interligados, de tal forma que um critério parece refletir parcialmente outro critério, ao passo que a eficácia da escolha de uma alternativa depende de outra alternativa ter sido ou não também escolhida, no caso em que as alternativas não são mutuamente exclusivas; a solução do problema depende de um conjunto de pessoas, cada uma das quais tem seu próprio ponto de vista, muitas vezes conflitantes com os demais; as restrições do problema não são bem definidas, podendo mesmo haver alguma dúvida a respeito do que é critério e do que é restrição; alguns critérios são quantificáveis, ao passo que outros só o são por meio de julgamentos de valor efetuados sobre uma escala; a escala para dado critério pode ser cardinal, verbal ou ordinal, dependendo dos dados disponíveis e da própria natureza dos critérios; várias outras complicações podem surgir num problema real de tomada de decisão, mas esses sete aspectos anteriores caracterizam a complexidade de tal problema. Em geral, problemas dessa natureza são considerados mal estruturados”(GOMES, *et. al.* 2009).

Lyra (2008) argumenta que o uso dos métodos multicritério para apoio à decisão se baseia, no princípio de que para a tomada de decisão, a experiência e o conhecimento são pelo menos tão valiosos quanto os dados utilizados. Estes métodos analisam problemas incorporando critérios, tanto quantitativos como qualitativos. É certo que o aumento da complexidade do processo de decisão na escolha de indicadores ambientais se dá através da quantidade de variáveis envolvidas, volume de informações, critérios estabelecidos etc., tudo isso dificulta a elaboração de presunções confiáveis e adequadas. Nesse sentido, “[...] sem o uso de ferramentas quantitativas e qualitativas adequadas ter-se-á, naturalmente, a perda de precisão e de relevância nas informações pela limitação da capacidade humana de analisar todas as possíveis alternativas” (LYRA, 2008, p. 15).

Dentro desse contexto, o uso da análise multicritério na construção de índices ambientais tem por finalidade auxiliar o processo de decisão. No contexto das pesquisas exis-

te uma exposição de aplicações dessas técnicas na área ambiental. Nesse sentido, a seguir apresentados de maneira conceitual alguns aspectos interessantes sobre o método utilizado no estudo que podem subsidiar análises na construção de índices e indicadores ambientais.

2.2 MÉTODO PROMETHEE – PREFERENCE RANKING METHOD FOR ENRICHMENT EVALUATION

Os métodos da família PROMETHEE (*Preference Ranking Method for Enrichment Evaluation*), que objetivam construir relações de sobreclassificação de valores em problemas de tomada de decisão são ferramentas de suporte a decisão que fazem parte da escola francesa. Este método procura estabelecer uma estrutura de preferência entre as alternativas e os critérios que estão sendo avaliados.

Brans, Vincke e Mareschal (1986) apresentaram o método PROMETHEE como uma nova classe de métodos de sobreclassificação em análise multicritério. Suas principais características são simplicidade, clareza e estabilidade.

No processo de análise, o objetivo se decompõe em critérios e as comparações entre as alternativas são feitas no último nível de decomposição e aos pares, pelo estabelecimento de uma relação que acompanha as margens de preferência ditadas pelos agentes decisores (ARAÚJO e ALMEIDA, 2009).

Verifica-se segundo os estudiosos que o método PROMETHEE II estabelece uma estrutura de preferência entre as alternativas discretas, tendo uma função de preferência entre as alternativas para cada critério. Essa função indica a intensidade da preferência de uma alternativa em relação à outra, com o valor variando entre 0 (indiferença) e 1 (preferência total).

É um método não compensatório que requer informações intercritério correspondente a relativa importância entre os vários objetivos, ou seja, pesos dos critérios. Esses pesos podem ser decorrentes de cálculos técnicos ou de expressões de julgamento de valor. Assim, esses métodos favorecem as ações mais balanceadas, que possuem melhor *performance* média (MORAIS e ALMEIDA, 2002).

Nesse método o analista (considere o decisor ou o interessado no modelo) irá julgar alternativas em relação a cada critério de modo que seja capaz de montar uma matriz de preferência. A partir disso analisará os fluxos positivos e negativos dos critérios nas alternativas obtendo assim a melhor (es) alternativa (s) no processo de decisão.

Os passos necessários para operacionalização do Promethee II são elencados por Silva (2007):

- 1) O primeiro passo consiste em calcular para cada par de alternativas (critério a critério) as diferenças existentes entre os pares segundo o critério em questão. Essas diferenças são representadas por *d*. Em outras palavras o cálculo de *d* tem como

finalidade identificar a diferença de desempenho da alternativa a com a alternativa b em relação ao critério j , ou seja, tenta medir o quanto a supera b ($a S b$);

- Já na segunda etapa de operacionalização do Promethee II, têm-se um processo de avaliação da função de preferência relativa P (representa o grau de preferência do decisor quando este escolhe uma alternativa em relação à outra) para cada critério j , de acordo com o modelo de critério de decisão.

Brans, Mareschal e Vincke (1986) consideram seis tipos de função de preferência (Método Promethee II), que são apresentadas na figura a seguir. No caso da função de preferência do tipo 1, existe indiferença entre duas alternativas a e b , somente se $f(a)=f(b)$; se as avaliações forem diferentes, há preferência estrita pela alternativa de avaliação melhor. Neste caso, não há necessidade de definição de parâmetros. Na função do tipo 2, duas alternativas são indiferentes se a diferença entre suas avaliações não exceder o limiar de indiferença q ; caso contrário, há preferência estrita (CAVASSIN, 2004).

De acordo com Almeida e Costa (2002) o método Promethee se diferencia dos outros da Escola Francesa nos tipos de critérios utilizados. Podem-se empregar seis tipos de funções para descrever os critérios avaliados na implementação do método. Cada tipo de critério é caracterizado por uma função que busca representar a preferência do decisor. A Função de Preferência $P_j(a_i, a_k)$ que descreve cada critério assume valores entre 0 e 1.

Para a função do tipo 3 é definido o limiar de preferência estrita p . Se a diferença entre avaliações de duas alternativas for menor que p , a preferência aumenta linearmente; se essa diferença for maior que p , existe preferência estrita pela alternativa de melhor avaliação. A função do tipo 4 utiliza os limiares de indiferença e preferência estrita, p e q respectivamente. Se $d(a,b)$ estiver entre q e p , existe preferência fraca pela alternativa a ; se $d(a,b)$ for menor que q , existe indiferença e se for maior que p , há preferência estrita pela alternativa a (CAVASSIN, 2004). A figura 1 mostra os tipos de funções do método.

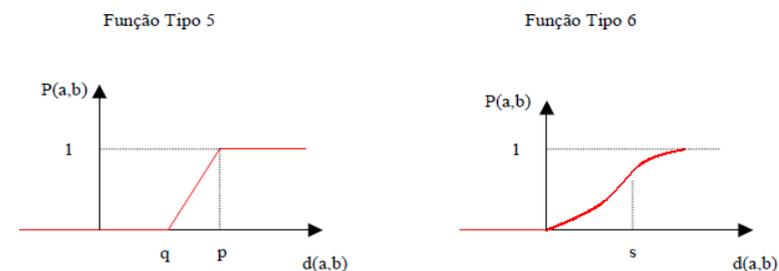
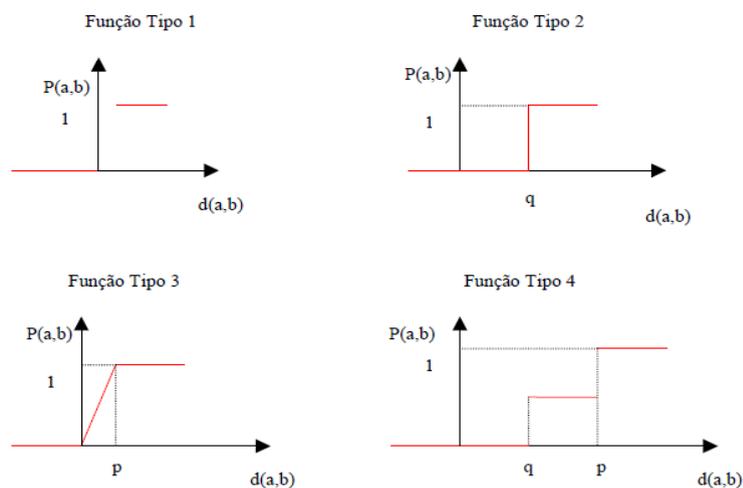


Figura 1 – Funções de Preferência – Promethee
 Fonte: Cavassin (2004).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos adotados neste trabalho consistiram em uma pesquisa documental e exploratória, na qual fez o uso da análise multicritério (Método Promethee II). Foram escolhidos nesta primeira fase oito indicadores ambientais (critérios) de maneira que fosse possível identificar aspectos da sustentabilidade ambiental das cidades estudadas.

Esses municípios estudados localizam-se na sub-bacia hidrográfica do Rio Paraíba, conhecida como Sub-bacia do Alto Curso do Rio Paraíba, PB, vez que é um espaço geográfico definido segundo as características hidrológicas do Estado da Paraíba. Nesta sub-bacia estão localizados 17 municípios: Amparo, Barra de São Miguel, Boqueirão, Cabaceiras, Camalaú, Congo, Coxixola, Monteiro, Ouro Velho, Prata, São Domingos do Cariri, São João do Cariri, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Serra Branca, Sumé e Zabelê. A figura 2 destaca a localização da área da pesquisa.

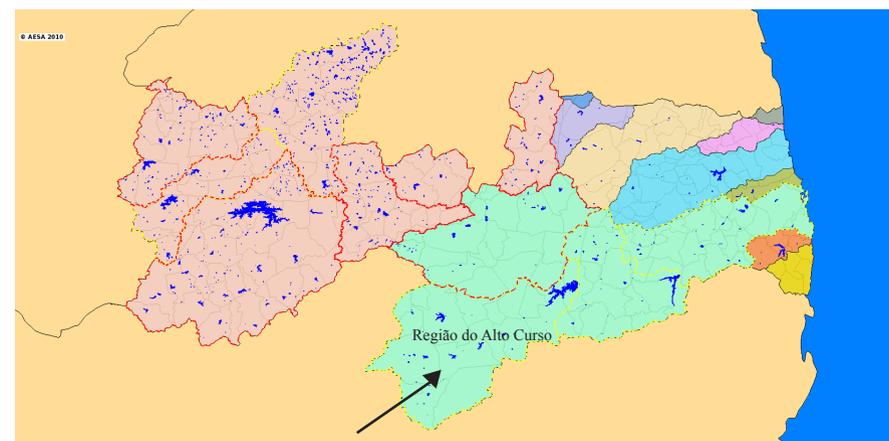


Figura 2 – Localização da área de estudo | Fonte: AESA, 2011.

As dimensões, os critérios (indicadores) e respectivas fontes escolhidos para avaliar a sustentabilidade ambiental dos municípios localizados na região da sub-bacia hidrográfica do Alto Curso do Rio Paraíba (dezessete municípios), foram:

TABELA 1 – DIMENSÕES, CRITÉRIOS E FONTES UTILIZADAS NO ESTUDO

DIMENSÃO DO CRITÉRIO	CRITÉRIO / FONTE
Social	C1 - Taxa de Alfabetização C3 - IDH-M (Ambos do IDEME-PB, 2008)
Demográfica	C2 - Densidade Demográfica (IBGE, 2010)
Econômica	C4 - PIB <i>per capita</i> (IBGE, 2008) C5 - Transferências do SUS por habitante (IBGE, 2002)
Ambiental	C6 - Índice de Abastecimento de água por rede geral (IBGE, 2002) C7 - Percentual de lixo coletado (IBGE, 2002) C8 - Percentual da população que não dispõe de instalação sanitária (IBGE – 2002)

Fonte: Dados da pesquisa, 2011.

O significado e a justificativa da escolha de cada dos indicadores estão pautados nos estudos realizados por Sepúlveda (2005), Waquil *et. al.* (2005), Cândido e Martins (2008), Vasconcelos *et. al.* (2011), quando avaliaram a sustentabilidade ambiental em contextos geográficos (municípios e territórios rurais), a partir do uso de indicadores envolvendo várias dimensões/categorias.

A seguir são expostas as principais razões, além das expostas acima, que fizeram com que os indicadores da proposta fossem utilizados:

C1 – Indicador Taxa de Alfabetização – mede o grau de alfabetização da população. O grau de alfabetização representa a proporção da população adulta que é alfabetizada, ou seja, expressa a relação entre as pessoas adultas capazes de ler e escrever e a população adulta total. A justificativa para a utilização deste indicador concentra-se no fato de que o desenvolvimento de uma nação poderá ser sustentável, a partir do momento em que exista o acesso à educação de modo que possa contribuir para a busca da conscientização ambiental beneficiando assim o desenvolvimento em bases sustentáveis.

C2 – Indicador Densidade Demográfica que consiste na quantidade de pessoas em uma determinada área geográfica, representando a quantidade de habitantes por Km². A quantidade de pessoas em uma determinada área geográfica é um aspecto que influencia diretamente na qualidade de vida da população a partir da disponibilidade de espaço e infra-estrutura para viver em condições humanas de habitação. Dessa forma, é um índice que está relacionado com os aspectos sociais, ambientais e econômicos, uma vez que a concentração inadequada de pessoas em uma determinada área geográfica pode causar degradação ambiental, pobreza, incidência de doenças, desemprego, etc. (MARTINS e CÂNDIDO, 2008).

C3 – Indicador Índice de Desenvolvimento Humano Municipal que combina três dimensões fundamentais da vida humana: longevidade, educação e renda. Essas três

dimensões são medidas pela renda *per capita* anual, uma medida de educação refletindo a taxa de analfabetismo de maiores de 15 anos e o número médio de anos de estudo, e esperança de vida em anos ao nascer. Estas três variáveis são transformadas em sub-índices que variam de zero a um e sua média ponderada resulta em um indicador síntese, o IDH. Quanto mais próximo estiver de 1 o IDH, melhor será o nível de desenvolvimento apresentado (DUTT-ROSS *et. al.* 2010).

C4 Indicador PIB *per capita* – esse indicador é definido através da razão entre o valor do Produto Interno Bruto (PIB) e a população residente. O Produto Interno Bruto *per capita* indica o nível médio de renda da população em um país ou território e sua variação é uma medida do ritmo do crescimento econômico dessa região. O PIB *per capita* sinaliza o estado do desenvolvimento econômico, e o estudo de sua variação informa o comportamento da economia ao longo do tempo. Dessa forma, apresenta uma relação positiva com o desenvolvimento local porque mostra o comportamento da economia.

C5 – Indicador Transferências do SUS por habitante explicita o percentual de transferências recebidas pelo município por habitante. O cálculo consiste na razão entre o total de transferência do Sistema Único de Saúde pelo Governo Federal e o número de habitantes do município. Foi utilizado este indicador posto que o acesso universal aos serviços de saúde é condição básica para a conquista e manutenção da qualidade de vida da população que, por sua vez, é um dos pré-requisitos para o desenvolvimento sustentável. As transferências com saúde por habitante são um indicador relevante por expressar os gastos destinados à oferta dos serviços básicos de saúde por habitante.

C6 – Indicador de Abastecimento de água por rede geral expressa o percentual da população que utiliza o abastecimento de água por rede geral. A justificativa da escolha deste indicador concentra-se no fato de que o acesso à água tratada é fundamental para a melhoria das condições de saúde e higiene e que pode contribuir para o acompanhamento das políticas públicas de saneamento básico e ambiental.

C7 – Indicador Percentual de lixo coletado esse indicador evidencia as informações relacionadas ao percentual que a população tem do serviço de coleta de lixo. Trata-se de uma informação relevante, já que está associada tanto à saúde da população quanto à proteção do ambiente, visto que os resíduos gerados pela população e não coletados ou dispostos em locais inadequados contribuem para a proliferação de vetores de doenças e podem contaminar o solo e os corpos d'água e conseqüentemente a saúde da população.

C8 – Indicador Percentual da população que não dispõe de instalação sanitária expressa o percentual da população que não dispõe de formas adequadas de esgotamento sanitário. As variáveis utilizadas são a população total residente em domicílios particulares. Seu uso se justifica, pois a existência de esgotamento sanitário é fundamental na avaliação das condições de saúde da população, uma vez que o acesso ao saneamento básico é essencial para o controle e a redução de doenças e conseqüentemente melhoria da sustentabilidade ambiental.

Por sua vez, o motivo da escolha do Método Promethee II justifica-se em primeiro lugar, pelo seu fácil entendimento, potencializando, pois, a transparência do processo

decisório e também pelo fato de que a modelagem de preferências – procedimento que permite o ordenamento das alternativas segundo os vários critérios – é simples, e os conceitos e parâmetros envolvidos em sua aplicação – indiferença, preferência fraca e preferência forte – têm um significado tangível para o decisor (JANNUZZI *et. al.* 2009).

Já a definição dos pesos (w_j) para os (n) critérios presentes na análise do problema de decisão, pode ser visualizado na tabela a seguir. A atribuição de pesos aos critérios adotados no estudo foi igual ($0,125 = 100/8$). Adotou-se a estratégia de que cada um dos indicadores apresenta igual peso para a análise da sustentabilidade ambiental dos municípios a serem estudados, posto que nenhum indicador apresenta melhor poder de explicação em relação ao outro. Portanto, todos exerciam a mesma intensidade sobre o índice a ser proposto.

TABELA 2 – MATRIZ DE PESOS DOS CRITÉRIOS

Crítérios	c1	c2	c3 ...	cj ...	cn
Pesos	w1	w2	w3 ...	wj ...	wn

Fonte: Elaboração própria, 2011.

Analisando os dados coletados foram escolhidos os critérios gerais e parâmetros do estudo e a função de preferência. No caso a função de preferência do tipo 1 foi escolhida. Nessa função o raciocínio deve ser realizado da seguinte forma: existe indiferença entre duas alternativas a e b , somente se $f(a)=f(b)$; se as avaliações forem diferentes, há preferência estrita pela alternativa de avaliação melhor. Neste caso, não há necessidade de definição de parâmetros. Ou seja, para o caso da pesquisa atribuiu-se 0 se o indicador fosse indiferente ou pior do que aquele que se foi comparado, 1 se o indicador fosse melhor.

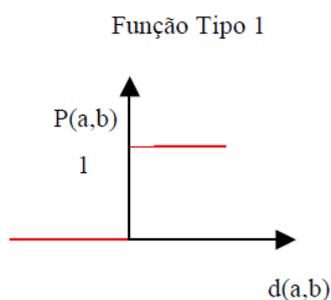


Figura 1 – Função de Preferência utilizado no estudo Tipo 1 Usual
Fonte: Cavassin, 2004.

Por sua vez, os fluxos positivos e negativos do método adotados no estudo foram calculados tomando como base as fórmulas abaixo.

TABELA 3 – FÓRMULAS DOS FLUXOS POSITIVOS E NEGATIVOS DO MÉTODO PROMETHEE II

O índice de agregação de preferência (A_p, A_k), dado por:	$\pi(A_i, A_k) = \sum_{j=1}^n w_j P_j(A_i, A_k)$
O fluxo de entrada, que representa o Fluxo de Sobreclassificação Positivo, expressa o quanto uma alternativa “A” sobreclassifica as outras e é calculado através da fórmula:	$\phi^+(A_i) = \sum_{j=1}^m \pi(A_i, A_k)$
O fluxo de saída, que representa o Fluxo de Sobreclassificação Negativo, expressa o quanto uma alternativa “A” é sobreclassificada por outras alternativas e é calculado através da fórmula:	$\phi^-(A_i) = \sum_{j=1}^m \pi(A_i, A_k)$
Para o método Promethee II é necessário calcular o fluxo líquido:	$\phi(A_i) = \phi^+(A_i) - \phi^-(A_i)$

Fonte: Adaptado de Silvério e colaboradores (2007).

O programa PRADIN (Programa para Apoio à Tomada de Decisão baseada em Indicadores) versão 3.0 foi usado para gerar os relatórios das análises paritárias entre as cidades e os critérios (indicadores).

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 ANÁLISE DESCRITIVA DOS INDICADORES

A seguir estão evidenciados os resultados relacionados à caracterização dos indicadores de cada uma das dimensões analisadas e consideradas no estudo. A análise foi feita de forma comparativa entre os dezessete municípios analisados e que fazem parte da sub-bacia Alto Curso do Rio Paraíba (Bacia do Rio Paraíba).

Uma análise individual sobre cada indicador coletado demonstra que no geral a média do indicador taxa de alfabetização (C1) 67,39, valor mínimo 53,23 e valor máximo de 80,30. O município com melhor desempenho em relação a este indicador foram Cabaceiras e Serra Branca. No tocante ao indicador densidade demográfica (C2), as maiores concentrações populacionais encontram-se nas cidades de Boqueirão, Monteiro e Ouro Velho, a média geral foi de 16,43, valor mínimo de 5,39 e valor máximo 45,40. Por sua vez, o indicador IDH-M (C3) apresentou valores melhores nas cidades de Cabaceiras, São João do Cariri, Sumé e Serra Branca, a média geral foi de 0,62, valor mínimo de 0,53 e valor máximo 0,68. O indicador PIB *per capita* (C4) se comportou melhor nos municípios de Congo, Boqueirão e Coxixola, a média geral dos municípios foi de 4.451,84, valor mínimo 3.423,36 e valor máximo 5.862,29. O indicador transferências do SUS por habitante (C5), se apresentou melhor em Sumé, Serra Branca e Monteiro, a média geral das cidades foi de 138,66. Já o indicador de abastecimento por rede geral

(C6) apresentou uma média geral de 46,29. O indicador relacionado à coleta de lixo (C7) foi melhor nas cidades de Sumé e Boqueirão. Finalmente o indicador relacionado ao percentual de instalação sanitária (C8) que mostra as cidades com piores desempenhos: São João do Tigre e Camalaú, a média geral desse indicador foi de 37,67, demonstrando uma situação preocupante em relação a esse cenário.

TABELA 4 – MATRIZ DESEMPENHO DOS MUNICÍPIOS

CIDADES ALTERNATIVAS	CRITÉRIOS							
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
Amparo	65,56	17,12	0,60	4498,21	189,61	27,93	30,00	52,00
Barra de São Miguel	69,12	9,43	0,61	3949,75	98,19	56,62	38,39	34,47
Boqueirão	66,56	45,40	0,61	5338,76	190,96	64,89	64,15	20,95
Cabaceiras	80,30	11,12	0,68	4175,25	110,09	48,07	38,83	30,75
Camalaú	59,88	10,57	0,58	3921,34	113,51	36,30	34,58	55,40
Congo	64,86	14,06	0,63	5862,29	90,24	47,95	26,41	45,91
Coxixola	72,80	10,43	0,64	5033,32	126,47	50,46	38,04	42,41
Monteiro	64,48	31,28	0,60	4757,57	191,40	46,83	60,16	33,91
Ouro Velho	70,45	22,63	0,63	4423,59	96,68	64,46	65,75	33,54
Prata	64,87	20,07	0,61	4291,18	143,55	53,88	60,00	28,47
São Domingos do Cariri	72,38	11,06	0,68	4540,91	118,58	41,25	19,00	47,56
São João do Cariri	75,33	6,65	0,67	4481,98	113,60	39,35	40,14	32,51
São João do Tigre	53,23	5,39	0,53	3423,36	115,43	23,62	16,50	61,34
São Sebastião do Umbuzeiro	59,81	7,02	0,57	4217,54	105,04	61,18	60,58	33,04
Serra Branca	72,99	18,89	0,66	4436,87	192,26	0,04	49,47	27,17
Sumé	69,92	19,16	0,66	3917,53	233,66	62,32	68,10	24,40
Zabelê	63,05	18,97	0,60	4411,78	127,93	61,86	47,38	36,56
Média	67,39	16,43	0,62	4451,84	138,66	46,29	44,56	37,67
Mínimo	53,23	5,39	0,53	3423,36	90,24	0,04	16,50	20,95
Máximo	80,30	45,40	0,68	5862,29	233,66	64,89	68,10	61,34

Fonte: Dados da pesquisa, 2011.

4.2 COMPARAÇÃO PARITÁRIA DOS MUNICÍPIOS COM OS RESPECTIVOS CRITÉRIOS

As análises realizadas com o auxílio do PRADIN 3.0, subsidiaram a elaboração da tabela 5. É possível observar que o município de São João do Tigre foi o que apresentou o menor Indicador de Sustentabilidade Multicriterial (IMC = -0,6250), seguido dos municípios de Camalaú= (IMC = -0,4062), São Sebastião do Umbuzeiro (IMC = -0,3281), Barra de São Miguel (-0,2187), Congo (IMC = -0,0703), Amparo (-0,031), São João do Cariri (IMC = -0,0156). No outro ponto os municípios que apresentam melhor sustentabilidade são: Boqueirão (se destaca apresentando melhor indicador – IMC = 0,396), seguido dos municípios de Sumé (IMC = 0,2891), Ouro Velho (IMC = 0,257),

Monteiro (IMC = 0,187), Coxixola (IMC = 0,187), São Domingos do Cariri e Serra Branca (ambos com IMC = 0,133), Zabelê (IMC = 0,047), Prata (IMC = 0,047) e Cabaceiras (IMC = 0,023).

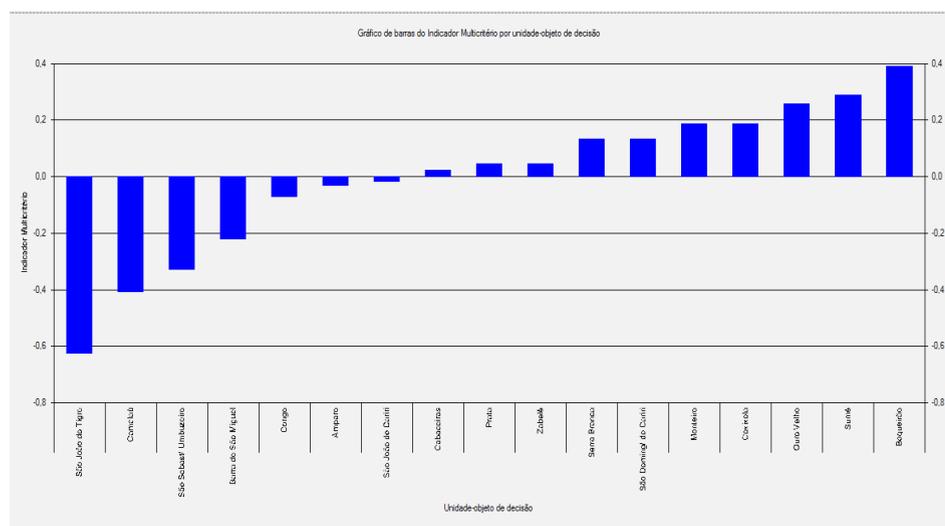
Com os resultados apresentados na tabela 5 pode-se ainda identificar a posição do município segundo o Indicador Multicriterial de Sustentabilidade, numa escala de 0 a 100, bem como a ordem decrescente (posição ordinal do IMC), por exemplo, as cidades de Boqueirão, Sumé e Ouro Velho obtiveram os maiores valores quanto ao IMC ocupando as posições 17, 16 e 15 respectivamente, sendo estas as cidades que apresentam o maior indicador de sustentabilidade ambiental conforme os parâmetros de escolha dos oito indicadores analisados. Enquanto que São João do Tigre, Camalaú e São Sebastião do Umbuzeiro tiveram as menores cifras quanto ao IMC ocupando a 1ª, 2ª e 3ª posições, ou seja, se configuram como cidades menos sustentáveis. Veja o comportamento de cada município no *ranking* do gráfico 1. O uso do *ranking* dos municípios se torna essencial, já que permite visualizar o desempenho de cada município e ainda permite a comparação dos municípios ao longo do tempo.

TABELA 5 – RANKING DO INDICADOR MULTICRITÉRIO DE SUSTENTABILIDADE DOS MUNICÍPIOS

RANKING / MUNICÍPIOS	INDICADOR MULTICRITÉRIO (IMC)	Esc 0 – 100	POSIÇÃO	FLUXO POSITIVO	FLUXO NEGATIVO
12º Amparo	-0,031	58,4	6	47,6	50,7
14º Barra de São Miguel	-0,219	40,0	4	38,2	60,1
1º Boqueirão	0,391	99,99	17	68,7	29,6
10º Cabaceiras	0,023	63,8	8	50,7	48,4
16º Camalaú	-0,407	21,5	2	29,6	70,3
13º Congo	-0,071	54,6	5	46,0	53,1
4º Coxixola	0,187	80,0	14	59,3	40,6
5º Monteiro	0,187	80,0	13	58,5	39,8
3º Ouro Velho	0,257	86,9	15	62,4	36,7
9º Prata	0,047	66,1	9	51,5	46,8
6º São Domingos do Cariri	0,133	74,6	12	56,2	42,9
11º São João do Cariri	-0,015	60,0	7	49,2	50,7
17º São João do Tigre	-0,625	0,00	1	18,7	81,2
15º São Sebastião do Umbuzeiro	-0,329	29,2	3	33,5	66,4
7º Serra Branca	0,133	74,6	11	56,2	42,9
2º Sumé	0,289	90,0	16	64,0	35,1
8º Zabelê	0,047	66,1	10	51,5	46,8

Fonte: Dados da pesquisa, 2011.

GRÁFICO 1 – RANKING DO INDICADOR MULTICRITÉRIO DE SUSTENTABILIDADE DOS MUNICÍPIOS



Fonte: Dados da pesquisa, 2011, com base no Pradin, versão 3.0.

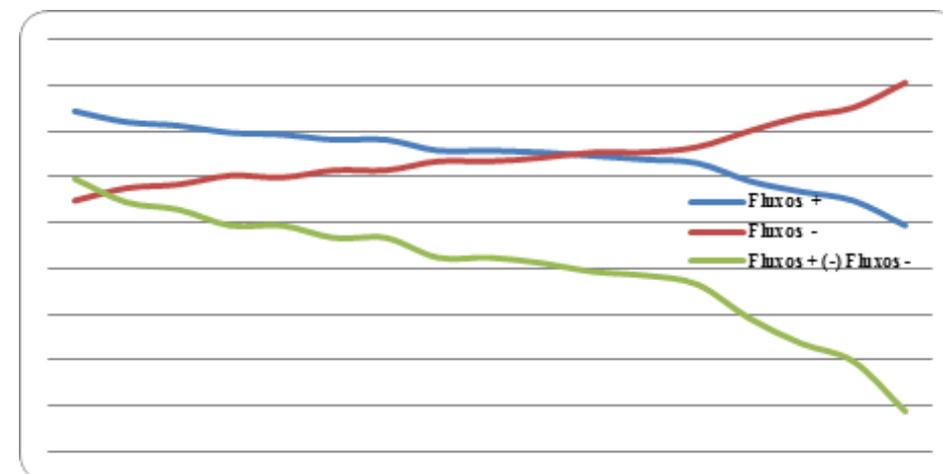
Os fluxos de superação são representados por (fluxo positivos e negativos). Eles indicam o percentual de comparações de indicadores (duas a duas) em que o município superou ou foi superado pelos demais conforme a função de preferência definida (neste caso o Critério Usual). Observe que Boqueirão apresentou maior fluxo de superação positiva quando comparado com cada um dos outros municípios estudados, superou-os em 68,7% das comparações e foi superado em aproximadamente 29,6%. Em outras palavras, isso quer dizer que em se tratando de sustentabilidade ambiental, Boqueirão, seguido de Sumé, Ouro Velho, Coxixola, Monteiro, São Domingos do Cariri, Serra Branca e Zabelê, não estão em situação desfavorável, uma vez que seus indicadores superam os demais municípios na grande maioria das comparações realizadas, principalmente os três primeiros. Observe a tabela 6 e o gráfico 2.

TABELA 6 – FLUXOS POSITIVOS E NEGATIVOS DAS ANÁLISES PARITÁRIAS

Municípios	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Fluxos +	68,7	64	62,4	59,3	58,5	56,2	56,2	51,5	51,5	50,7	49,2	47,6	46	38,2	33,5	29,6	18,7
Fluxos -	29,6	35,1	36,7	40,6	39,8	42,9	42,9	46,8	46,8	48,4	50,7	50,7	53,1	60,1	66,4	70,3	81,2
Fluxos + (-) Fluxos -	39,1	28,9	25,7	18,7	18,7	13,3	13,3	4,7	4,7	2,3	-1,5	-3,1	-7,1	-21,9	-32,9	-40,7	-62,5

Fonte: Dados da pesquisa, 2011.

GRÁFICO 2 – FLUXOS POSITIVOS E NEGATIVOS DAS ANÁLISES PARITÁRIAS



Fonte: Dados da pesquisa, 2011.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As principais descobertas encontradas com essa metodologia se configuram como de grande importância ao estudo, uma vez que contribui com mais um olhar para a região estudada, capaz de estabelecer um índice de sustentabilidade hidroambiental para bacias hidrográficas através da análise de indicadores e dimensões.

A ordenação obtida através do método *Preference Ranking Method for Enrichment Evaluation* (Promethée II) enfatiza a distinção entre as cidades mais e menos sustentáveis. Enquanto o município de Boqueirão foi considerado como mais sustentável com um fluxo líquido de 68,7, o de São João do Tigre obteve o pior fluxo líquido (negativo) de -81,2.

Observe que as cidades de Boqueirão, Sumé, Ouro Velho, Coxixola, Monteiro, São Domingos do Cariri, Serra Branca, Zabelê, Prata, Cabaceiras apresentam os melhores indicadores, enquanto que as cidades de São João do Cariri, Amparo, Congo, Barra de São Miguel, São Sebastião do Umbuzeiro, Camalaú e São João do Tigre apresentam os piores.

Notadamente, fica evidente que a aplicação do Método Promethée II no estudo de caso pode apresentar outros resultados se os parâmetros das funções de preferências forem outros, posto ser uma característica intrínseca do método. Com a finalização deste estudo é possível então fazer uma análise crítica da situação das cidades da região que detêm melhor situação de sustentabilidade, oferecendo uma pequena contribuição para esta área, de modo que seja feita uma reflexão acerca do nível de desenvolvimento das

idades investigadas e supostamente possa dar subsídios a formulação de melhores políticas públicas.

Apesar de os resultados gerados pela aplicação prática da metodologia serem considerados satisfatórios, já que permite entender melhor o contexto paraibano, espera-se que surjam novas inquietações e diferentes possibilidades analíticas a partir dos resultados de sustentabilidade mensurados propostos, principalmente porque o conhecimento associado à mensuração de sustentabilidade no contexto geográfico, ainda encontra-se em fase de amadurecimento e desenvolvimento científico.

A limitação do estudo concentra-se no fato de que existem muitas limitações na construção de um índice de sustentabilidade ambiental e ainda algumas arbitrariedades, dentre elas, se será um indicador constituído por várias dimensões ou apenas uma, bem como qual (is) dimensão (ões) entrará (ão) na composição do indicador, bem como a definição de seus pesos, configurando-se como passos arbitrários pela razão de não existir dimensões, pesos e índices impostos pela sociedade, conforme argumentam Santos (2004) e Dutt-Ross *et. al.* (2010).

Destaque-se ainda que no presente estudo foi feita a opção por selecionar apenas 8 indicadores e 17 cidades no intuito de viabilizar a metodologia, de modo que em etapas posteriores seja possível ampliar o número de indicadores e dimensões (social, econômica, ambiental, político-institucional etc).

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e a CAPES pelo auxílio financeiro que possibilitou a realização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

AESA – Agência Estadual de Águas. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br> Acesso em: 03 mar. 2011.

ALMEIDA, A. T. de; COSTA, A. P. C. S. Modelo de Decisão Multicritério para Priorização de Sistemas de Informação com base no Método Promethee. **Revista Gestão da Produção**, v.9, n.2, pp.201-214, ago. 2002.

ARAÚJO, A. G. de; ALMEIDA, A. T. de. Apoio à decisão na seleção de investimentos em petróleo e gás: uma aplicação utilizando o método PROMETHEE. *Revista Gest. Prod.*, São Carlos, v. 16, n. 4, p. 534-543, out.-dez. 2009.

BRAGA; B.; GOBETTI, L. **Análise Multiobjetivo**. In.: Técnicas Quantitativas para o Gerenciamento de Recursos Hídricos. (Org) Rubem La Laina Porto et. al. 2ª edição. Porto Alegre: Editora da UFRGS/Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2002.

BRANS, J. P.; VINCKE, P.; MARESCHAL, B. How to select and how to rank projects: the PROMETHEE method. **European Journal of Operational Research**, v. 24, n. 2, 1986, p. 228-238.

CAVASSIN, S. A. **Uso de Metodologias Multicritério na Avaliação de Municípios do Paraná com Base no Índice de Desenvolvimento Humano Municipal**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Métodos Numéricos em Engenharia – Programação Matemática, Setores de Tecnologia e Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

CURI, W. F.; CURI, R. C. **Análise Multicriterial**. Slides da disciplina de Otimização em Recursos Naturais (Slides). Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais (Doutorado) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB, Ago/Out, 2010.

DUTT-ROSS, S.; RIBEIRO, R. O. de A.; SANT’ANNA, A. P. Ranking de Municípios para Políticas Públicas de Educação: Comparação entre Avaliações Multicritério a partir do IDH. **Pesquisa Operacional para o Desenvolvimento**, Rio de Janeiro, v.2, n.2, maio a agosto de 2010, p. 156-169.

GOMES, L. F. A. M; SIMÕES GOMES, C. F.; ALMEIDA, A. T. de. **Tomada de Decisão Gerencial: Enfoque Multicritério**. 3. ed. Revista e Ampliada. São Paulo: Atlas, 2009.

GOMES, L. F. A. M; ARAYA, M. C. G.; CARIGNAMO, C. **Tomada de Decisão em Cenários Complexos**. Introdução aos Métodos Discretos do Apoio Multicritério à Decisão. Tradutora Técnica Marcella Cecília Gonzáles Araya. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br> Acesso em 05 mar. 2011.

IDEME – PB. Instituto de Desenvolvimento Municipal e Estadual da Paraíba. Anuário Estatístico da Paraíba. João Pessoa: IDEME, 2008.

JANNUZZI, P. de M.; MIRANDA, W. L. de; SILVA, D. S. G. da. Análise Multicritério e Tomada de Decisão em Políticas Públicas: Aspectos Metodológicos, Aplicativo Operacional e Aplicações. **Revista Informática Pública**, ano 11 (1), 2009, pp. 69 - 87.

JOLLIVET, M.; PAVÉ, A. **Meio Ambiente: Questões e perspectivas para a pesquisa**. In: VIEIRA, P. F.; WEBER, J. *Gestão de Recursos Naturais Renováveis e Desenvolvimento: Novos Desafios para a Pesquisa Ambiental*. São Paulo: Cortez, 2002.

LYRA, L. W. C. de. Análise Hierárquica dos Indicadores Contábeis sob a Óptica do Desempenho Empresarial. Tese de doutorado. Departamento de Contabilidade e Atuária da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade – Universidade de São Paulo, 2008.

MARTINS, M. F.; CÂNDIDO, G. A. Índice de Desenvolvimento Sustentável para Municípios (IDSM): metodologia para análise e cálculo do IDSM e classificação dos níveis de sustentabilidade – uma aplicação no Estado da Paraíba. João Pessoa: SEBRAE, 2008.

MORAIS, D. C.; ALMEIDA, A. T. de. Avaliação Multicritério para Adequação de Sistemas de Redução de Perdas de Água. In: **Anais... XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. Curitiba – PR, 23 a 25 de outubro de 2002, p. 8.

POMPERMAYER, R. de S. Aplicação da Análise Multicritério em Gestão de Recursos Hídricos: Simulação para as Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola. Campinas, SP, 2003.

PRADIN – Programa para Apoio à Tomada de Decisão baseada em Indicadores: versão 3.0. **Associação Nacional das Instituições de Planejamento, Pesquisa e Estatística – ANIPES**. Disponível em: <http://www>.

anipes.org.br. Acesso em: 06 mar. 2011.

SANTOS, W. G. Censos, Cálculos, Índices e Gustave Flaubert. *Jornal do Brasil*, Rio de Janeiro, 2004.

SEPÚLVEDA, S. Desenvolvimento microregional sustentável: métodos para planejamento local. Brasília: II-CA, 2005, p. 292.

SILVA, A. M. da; CORREIA, A. M. M.; CÂNDIDO, G. A. Ecological Footprint Method: Avaliação da Sustentabilidade no Município de João Pessoa, PB. In: CÂNDIDO, G. A. Desenvolvimento Sustentável e Sistemas de Indicadores de Sustentabilidade: Formas de aplicações em contextos geográficos diversos e contingências específicas. Campina Grande, PB: Ed. UFCG, 2010, pp. 236-271.

SILVA, D. S. G. da. Construção de Indicadores de Condições de Vida através da Análise Multicritério: estudo Aplicado aos Municípios da Baixada Fluminense. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Estudos Populacionais e Pesquisas Sociais (Mestrado). Escola Nacional de Ciências Estatísticas. Rio de Janeiro, 2007, p. 148.

SILVERIO, L. B.; FERREIRA, A. S.; RANGEL, L. A. D. Avaliação das Cidades da Região Sul Fluminense empregando o Método PROMETHEE II. In: *Anais...* XVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 09 a 11 de outubro de 2007, p. 10.

VASCONCELOS, A. C. F. de. Índice de Desenvolvimento Sustentável Participativo: Uma Aplicação no Município de Cabaceiras, PB. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal da Paraíba, 2011, p. 159.

WAQUIL, P. D.; *et al.* Para Medir o Desenvolvimento Territorial Rural: Validação de Uma Proposta Metodológica. In: XLV CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL. *Anais...* Universidade Estadual de Londrina, PR, 22 a 25 de julho, 2007, p.22.

WEBER, J. Gestão de Recursos renováveis: Fundamentos Teóricos de um Programa de Pesquisas. In: VIEIRA, P. F.; WEBER, J. (Orgs.). *Gestão de Recursos Naturais Renováveis e Desenvolvimento: Novos Desafios para a Pesquisa Ambiental*. Tradução Anne Sophie de Pontbriand Vieira, Christilla de Lassus. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2002.

METODOLOGIA PARA AVALIAR A SAÚDE AMBIENTAL: UMA APLICAÇÃO EM MUNICÍPIOS PARAIBANOS EMPREGANDO A ANÁLISE MULTICRITERIAL

José Ribamar Marques de Carvalho
Enyedja Kerlly Martins de Araújo Carvalho
Wilson Fadlo Curi
Rosires Catão Curi
Gesinaldo Ataíde Cândido

1 INTRODUÇÃO

Dentro de um mesmo contexto geográfico é possível perceber grandes diferenças nas áreas de saúde, econômica, demográfica, tratamento e coleta de lixo entre outras, que vem confirmar a tendência de desigualdade existente no país. É dentro deste cenário que a avaliação de cidades segundo indicadores de saúde ambiental se torna um estudo relevante para que se possa estimular a discussão sobre a temática com vistas a propor melhorias nesses cenários.

Atualmente se observa muitas maneiras de abordar a complexidade dos aspectos relacionados à saúde pública. Uma delas é a relação entre os seres humanos e o meio ambiente, especificamente através de indicadores de saúde ambiental.

A avaliação de determinantes ambientais que interferem na saúde humana no âmbito das responsabilidades municipais pouco se difundiu até o presente momento no Brasil. Entretanto, a dramática mudança climática e a evolução da sociedade brasileira exigem que o acompanhamento público das ações do governo em direção às “cidades saudáveis” seja efetivamente valorizado (SOUZA, *et al.* 2009).

Para Minayo (2008) todo o debate sobre saúde e ambiente parte de dois pressupostos básicos: o primeiro é a essencialidade da relação entre os seres humanos e a natureza. O segundo, derivado dessa relação, é de que o conceito de ambiente, tal como o entendemos, é construído pela ação humana. Dessa forma ele é histórico e pode ser pensado, repensado, criado e recriado tendo em vista nossa responsabilidade presente e futura com a existência, as condições e a qualidade da vida da sociedade em geral e toda a biosfera.

Os temas relativos à saúde e à higiene foram sendo incorporados às pautas de reivindicações dos trabalhadores. A partir da primeira metade do século XIX desenvolveu-se um forte movimento denominado medicina social, juntando trabalhadores, sindicalistas, políticos e médicos, sobretudo na Alemanha, Inglaterra e França, em torno da concepção de saúde como resultante de condições de vida e ambientais (MINAYO, 2008).

O estudo clássico de epidemiologia realizado por John Snow, em 1854, sobre a transmissão do cólera correlacionada com a água de abastecimento em Londres, iniciou uma nova fase na análise das condições de saúde e doença dos agrupamentos humanos. A partir desse momento verificou-se a importância e a necessidade da intervenção do Estado em ações sanitárias no meio urbano, no abastecimento de água, no esgotamento sanitário, na urbanização, não só para o conforto e bem estar, mas também para prevenir e controlar as enfermidades (PHILIPPI JR.; SILVEIRA, 2004).

A Organização Mundial de Saúde (OMS) estima que cerca de três milhões de crianças morrem anualmente por causas relacionadas a problemas de água e de contaminação. Cerca de 80% a 90% dos casos de diarreia são causados por fatores ambientais (MINAYO, 2008 *apud* LEBEL, 2005).

As ameaças de queda na qualidade de vida e a difusão de doenças tornaram-se reais por conta das aglomerações urbanas excessivas aliadas a desequilíbrios ecológicos. Segundo a Organização Mundial de Saúde – OMS, em termos globais, 23% das mortes prematuras podem ser atribuídas a fatores ambientais, como poluição do ar e da água e exposição a substâncias químicas. Em especial nas mortes de crianças, podem ser citados o envenenamento, as infecções respiratórias, a diarreia e a malária (SOUZA *et al.*, 2009 *apud* EPA, 2008).

Especificamente, a questão do saneamento básico no Brasil ganha forte dimensão com a promulgação da Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece os marcos regulatórios do setor, nos seus quatro componentes: abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e manejo de águas pluviais (BRASIL, 2007).

Em 2010, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE publicou a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, onde demonstra a realidade brasileira em relação a essas questões. De acordo com o IBGE (2010) cerca de 35 milhões de brasileiros, ou 18% da população, vive em residências nas quais não há serviço de coleta de esgoto.

Segundo as informações do relatório, que utiliza dados recolhidos em 2008, dos 5.564 municípios do país, 45,7% contavam dois anos atrás com acesso a redes de esgoto, acima dos 33,5% registrados em 2000. Apesar da metade (54,3%) das cidades do país carecer desse serviço, a percentagem da população afetada era de 18%, já que os estados mais povoados são precisamente os que mais contam com redes de esgoto.

Verifica-se que existe uma carência de redes de esgoto, visto que, apenas 28,5% dos municípios brasileiros tratavam a água em 2008 (IBGE, 2010). No entanto, a percentagem de esgoto colhida que é tratada saltou de 35,3% em 2000 para 68,8% em 2008, muito embora seja um percentual que necessita de melhorias.

No que se refere ao abastecimento de água, apenas 33 municípios do Brasil careciam totalmente do serviço em 2008 e estavam concentrados nos estados de Rondônia e Paraíba. O número é muito inferior ao de 2000, quando 116 cidades não contavam com fornecimento de água.

Mesmo com esse cenário, essas informações são preocupantes, visto que, essa atual conjuntura afeta diretamente a saúde pública brasileira. De acordo com Queiroz

et al. (2009), em 2005 foi registrada a internação por desidratação causada pela falta de saneamento básico (especificamente da diarreia), no Sistema Único de Saúde (SUS), de mais de 28 mil crianças de zero a cinco anos de idade.

Acrescente-se ainda o fato de que a infraestrutura sanitária deficiente desempenha uma nítida interface com a situação de saúde e com as condições de vida das populações dos países em desenvolvimento, nos quais as doenças infecciosas continuam sendo uma importante causa de morbidade e mortalidade. A prevalência dessas doenças constitui um forte indicativo da fragilidade dos sistemas públicos de saneamento (CALIJURI *et al.* 2009 *apud* DANIEL, 2001).

Expostos tais entendimentos e dada à importância da temática em busca de um melhor entendimento de como os processos sócio-espaciais são produzidos, a análise ecológica de dados epidemiológicos e ambientais torna-se primordial. Nessa perspectiva a problemática dessa proposta consiste em propor uma metodologia baseada em indicadores de saúde ambiental e análise multicritério no intuito de analisar a situação da saúde em cidades, permitindo comparar dados ambientais entre municipalidades que integram a Região do Alto Curso do Rio Paraíba.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 INDICADORES DE SAÚDE AMBIENTAL

O conceito de saúde é de difícil expressão. No final da década de 40, a Organização Mundial de Saúde (WHO) adotou em sua constituição a definição: Saúde é um estado de completo bem estar físico, mental e social e não somente a ausência de doença (MALTA, 2005).

A problemática da relação saúde-ambiente é caracterizada pela multidisciplinaridade dos fatores que a compõe. Eles podem ser de ordem política, econômica, social, cultural, psicológica, genética, biológica, física e química (CALIJURI *et al.*, 2009).

De acordo com Sobral e Freitas (2010) o tema dos determinantes sociais e suas relações com o processo saúde-doença entre diferentes grupos populacionais é de grande relevância para a Saúde Pública e vêm ganhando cada vez mais destaque.

Os indicadores de saúde passam a ser utilizados, na prática, quando se mostram relevantes, ou seja, quando são capazes de retratar com fidedignidade e praticidade, seguidos os preceitos éticos, os aspectos da saúde individual ou coletiva para os quais foram propostas (PEREIRA, 2007). Para o autor alguns pontos devem ser considerados na escolha e utilização de indicadores em avaliações na área da saúde, dentre eles: 1) Complexidade do conceito de saúde; e 2) Facetas a serem consideradas para avaliação.

Complexidade do conceito de saúde – a tarefa de mensurar a saúde é extremamente complexa, visto que existem vários ângulos que podem ser enfocados: a mortalidade, a morbidade, a incapacidade física e a qualidade de vida, entre outros. Nesse sentido, para cada um deles existem numerosos indicadores, o que torna impraticável empregar todos ao mesmo tempo.

Segundo o autor, essa múltipla possibilidade resulta em que não haja um indicador único, passível de uso em todas as ocasiões. As diferentes situações clamam por diferentes indicadores, embora muitos tendam a correlacionar-se estreitamente em si.

Facetas a serem consideradas para avaliação – Pereira (2007) destaca que a escolha do indicador mais apropriado depende de cada situação, em especial da questão científica formulada, assim como de aspectos metodológicos, éticos e operacionais.

No intuito de entender melhor as facetas que devem ser consideradas são comentados a seguir os pontos que Pereira (2007) enfatiza como relevantes para esse contexto.

Validade – no processo de seleção de um indicador a ser utilizado para refletir uma dada situação, a tarefa inicial é a de delimitação do problema, condição, tema ou evento que necessita ser observado ou medido e para o qual se escolhe o indicador e se elabora a respectiva definição operacional.

Confiabilidade (reprodutibilidade ou fidedignidade) – alto grau de confiabilidade significa a obtenção de resultados semelhantes, quando a mensuração é repetida.

Representatividade (cobertura) – analisa a representatividade populacional ou amostral.

Questão ética – é imperativo ético que a coleta de dados não acarrete malefícios ou prejuízos as pessoas investigadas. A questão ética também se impõe no tocante ao sigilo dos dados individuais, embora este aspecto seja mais importante em clínica do que em diagnósticos epidemiológicos, pois neste caso, a informação divulgada refere-se ao conjunto da população sob a forma anônima de estatística.

O Ângulo Técnico-Administrativo – destaca a questão da simplicidade, flexibilidade, facilidade de obtenção, custo operacional compatível e oportunidade. Ou seja, destaca a disponibilidade de dados para se obter informações confiáveis e de fácil manipulação em relação aos indicadores de saúde.

Além dessas peculiaridades expostas acima, pode-se afirmar que os indicadores têm como papel principal a transformação de dados em informações relevantes para os tomadores de decisão e o público. Em particular, eles podem ajudar a simplificar um arranjo complexo de informações sobre saúde, meio ambiente e desenvolvimento, pos-

sibilitando uma visão “sintetizada” das condições e tendências existentes (CALIJURI *et al.* 2009 *apud* VONSCHIRNDING, 2002).

Dito isso, observa-se que a incorporação de indicadores ambientais juntamente com os de saúde, permite trabalhar com uma concepção ampliada de saúde, buscando superar a visão fragmentada do processo saúde-doença que ainda prevalece nas análises da situação de saúde ou mesmo no uso de indicadores ambientais que incluem o tema saúde (SOBRAL; FREITAS, 2010).

Alguns indicadores de saúde ambiental estão estreitamente relacionados com o nível socioeconômico da população, entre os quais as condições de moradia e do domicílio. Um importante ângulo da questão ambiental refere-se à cobertura e à qualidade dos serviços de saneamento básico: abastecimento de água, de esgotos, de coleta de lixo e de águas pluviais. Um indicador muito utilizado é a proporção da população que dispõe de um sistema adequado de abastecimento de água, de eliminação de dejetos e de coleta regular de lixo (PEREIRA, 2007).

Assim, os aspectos relacionados à industrialização, a urbanização e o aumento da circulação das pessoas têm enorme potencial de alterar o meio ambiente (PEREIRA, 2007). Daí a preocupação desse estudo em selecionar indicadores capazes de medir níveis de natalidade, mortalidade, morbidade, programas de saúde (por exemplo, cobertura do Programa de Saúde da Família), densidade demográfica, despesas com saúde por habitante, transferências do SUS para a saúde, dentre outros, com seus desdobramentos.

2.2 ANÁLISE MULTICRITÉRIO – MÉTODO PROMETHEE II

A seguir são discutidos alguns aspectos relacionados à análise multicritério, especialmente via método PROMETHEE II.

Os métodos da família PROMETHEE (*Preference Ranking Method for Enrichment Evaluation*), que objetivam construir relações de sobreclassificação de valores em problemas de tomada de decisão são ferramentas de suporte a decisão que fazem parte da escola francesa. Este método procura estabelecer uma estrutura de preferência entre as alternativas e os critérios que estão sendo avaliados (CARVALHO, *et al.* 2011)

É um método não compensatório que requer informações intercritério correspondente a relativa importância entre os vários objetivos, ou seja, pesos dos critérios. Esses pesos podem ser decorrentes de cálculos técnicos ou de expressões de julgamento de valor. Assim, esses métodos favorecem as ações mais balanceadas, que possuem melhor *performance* média (MORAIS; ALMEIDA, 2002).

No processo de análise, o objetivo se decompõe em critérios e as comparações entre as alternativas são feitas no último nível de decomposição e aos pares, pelo estabelecimento de uma relação que acompanha as margens de preferência dadas pelos agentes decisores (ARAÚJO; ALMEIDA, 2009).

Observa-se segundo os autores que o método PROMETHEE II (um dos métodos da família PROMETHEE) estabelece uma estrutura de preferência entre as alternativas discretas, tendo uma função de preferência entre as alternativas para cada critério. Essa função indica a intensidade da preferência de uma alternativa em relação à outra, com o valor variando entre 0 (indiferença) e 1 (preferência total).

De acordo com Silva (2007), os passos necessários para operacionalização do PROMETHEE II são:

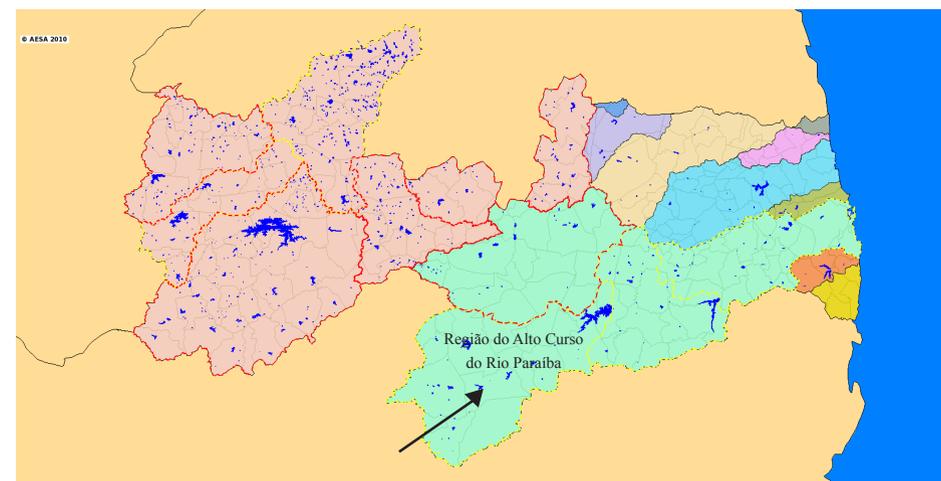
- 1) O primeiro passo consiste em calcular para cada par de alternativas (critério a critério) as diferenças existentes entre os pares segundo o critério em questão. Essas diferenças são representadas por d . Em outras palavras o cálculo de d tem como finalidade identificar a diferença de desempenho da alternativa a com a alternativa b em relação ao critério j , ou seja, tenta medir o quanto a supera b ($a S b$;
- 2) Já na segunda etapa de operacionalização do PROMETHEE II, têm-se um processo de avaliação da função de preferência relativa P (representa o grau de preferência do decisor quando este escolhe uma alternativa em relação à outra) para cada critério j , de acordo com o modelo de critério de decisão.

Almeida e Costa (2002) enfatizam que o método PROMETHEE se diferencia dos outros da Escola Francesa nos tipos de critérios utilizados. Observa-se que esse método pode empregar seis tipos de funções para descrever os critérios considerados na implementação do método. Para esses autores cada tipo de critério é caracterizado por uma função que busca representar a preferência do decisor. A Função de Preferência $P_j(a_i, a_k)$ que descreve cada critério assume valores entre 0 e 1.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos adotados neste trabalho consistiram em uma pesquisa documental e exploratória, na qual fez o uso da análise multicritério (Método PROMETHEE II). Foram escolhidos nesta primeira fase oito indicadores de saúde ambiental (critérios) de maneira que fosse possível identificar aspectos do contexto geográfico estudado.

Essas cidades localizam-se na sub-bacia hidrográfica do Rio Paraíba, conhecida como Sub-bacia do Alto Curso do Rio Paraíba, PB, vez que é um espaço geográfico definido segundo as características hidrológicas do Estado da Paraíba. Nesta sub-bacia estão localizados 17 municípios: Amparo, Barra de São Miguel, Boqueirão, Cabaceiras, Camalaú, Congo, Coxixola, Monteiro, Ouro Velho, Prata, São Domingos do Cariri, São João do Cariri, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Serra Branca, Sumé e Zabelê. A figura 2 destaca a localização da área da pesquisa.



Fonte: AESA, 2012.

As dimensões, os critérios (18 indicadores) e respectivas fontes escolhidos para avaliar a sustentabilidade ambiental dos municípios localizados na região da sub-bacia hidrográfica do Alto Curso do Rio Paraíba (dezesete municípios), foram:

TABELA 1 – INDICADORES (CRITÉRIOS) E RELAÇÃO

CATEGORIA	INDICADOR DE SAÚDE AMBIENTAL (CRITÉRIO)	RELAÇÃO DO INDICADOR
INDICADORES DE SAÚDE	Ind1 - Mortalidade infantil	Negativa - SIM (2008)
	Ind2 - Taxa de hospitalização por desidratação em menores de 5 anos, por 1000	Negativa - SIAB-DATASUS (2009)
	Ind3 - Taxa de mortalidade infantil por diarreia (por 1.000 nascidos vivos)	Negativa - SIAB-DATASUS (2009)
	Ind4 - Percentual da população coberta Programa Saúde da Família	Positiva - SIAB-DATASUS (2009)
	Ind5 - Quantidade de estabelecimentos de saúde	Positiva - IBGE (2009)
	Ind6 - Algumas doenças infecciosas e parasitárias	Negativa - SIH/SUS (2009)
	Ind7 - Percentual de mortalidade por algumas doenças infecciosas e parasitárias	Negativa - SIH/SUS (2009)
	Ind8 - Cobertura vacinal Rotavírus Humano	Positiva - SI/PNI (2009)
	Ind9 - Total das vacinas contra a tuberculose	Positiva - SI/PNI (2009)
INDICADORES DE DEMOGRÁFICOS	Ind10 - Densidade demográfica	Positiva - IBGE (2010)
	Ind11 - População urbana	Positiva - IBGE (2010)
	Ind12 - População rural	Positiva - IBGE (2010)
	Ind13 - Relação entre população urbana e rural	Positiva - IBGE (2010)

INDICADORES ECONÔMICOS	Ind14 - Despesa total com saúde por habitante	Positiva - SIOPS-DATASUS (2010)
	Ind15 - PIB per capita	Positiva - IBGE (2010)
	Ind16 - Transferência do SUS por habitante	Positiva SIOPS-DATASUS (2010)
INDICADORES DE COLETA DE ESGOTO	Ind17 - Relação entre percentual de transferência SUS e despesa total com saúde	Positiva - SIOPS-DATASUS (2010)
	Ind18 - Percentual da rede sanitária via esgoto	Positiva - DATASUS, IBGE (2002)
	Ind19 - Percentual rede sanitária via fossa séptica	Negativa - DATASUS, IBGE (2002)
INDICADORES DE COLETA DE LIXO	Ind20 - Percentual que não dispõe de instalação sanitária	Negativa - DATASUS, IBGE (2002)
	Ind21 - Percentual de lixo coletado	Negativa - DATASUS, IBGE (2002)
INDICADORES RELACIONADOS AO ACESSO À ÁGUA E A QUALIDADE DA ÁGUA	Ind22 - Percentual de lixo queimado	Negativa - DATASUS, IBGE (2002)
	Ind23 - Incidência das análises de turbidez fora do padrão (%)	Negativa - SNIS (2008)
	Ind24 - Incidência das análises de cloro residual fora do padrão (%)	Negativa - SNIS (2008)
	Ind25 - Incidência das análises de coliformes totais fora do padrão (%)	Negativa - SNIS (2008)
	Ind26 - Índice de abastecimento via rede geral (%)	Positiva - SNIS (2008)

Fonte: Elaboração própria.

O significado e a justificativa da escolha dos indicadores pauta-se primeiramente na disponibilidade dos dados, bem como na análise da relação positiva/negativa que cada um tinha com os aspectos relacionados à saúde ambiental. Por exemplo, percentual da população coberta pelo Programa Saúde da Família (PSF), entende-se que quando maior for esse indicador, melhor será a situação do município em relação às questões que permeiam a saúde ambiental de determinada localidade (relação positiva), ou seja, quanto maior for o atendimento à população pelo PSF, atenção primária (atenção primária – trabalhar a promoção da saúde), melhor será esse cenário da saúde ambiental local. De outro modo, quanto maior for o indicador taxa de mortalidade infantil, pior será o desempenho daquela localidade (área de estudo) em relação à saúde ambiental. Raciocínios análogos foram feitos para os demais indicadores escolhidos na pesquisa, levando-se em consideração estudos realizados que utilizaram esse mesmo entendimento: Waquil *et al.* (2007), Martins e Cândido (2008), Carvalho *et al.* (2011).

Nessa fase procurou observar o entendimento Calijuri *et al.* (2009), quando enfatizam que a problemática da relação saúde-ambiente é caracterizada pela multidisciplinaridade dos fatores que a compõe. Eles podem ser de ordem política, econômica, social, cultural, psicológica, genética, biológica, física e química. Observe que os indicadores selecionados relacionam-se com as questões da saúde ambiental, que sejam: 9 indicadores de saúde, 4 indicadores demográficos, 3 econômicos, 3 de coleta de esgoto, 2 de coleta de lixo e 4 indicadores relacionados ao acesso à água e a qualidade da água.

Para este trabalho, foram buscados dados cujas diferenças temporais fossem os menores possíveis e ainda que levassem em consideração a disponibilidade dos mesmos e o critério de escolha dos autores.

A escolha do Método Promethee II como subsídio a elaboração da metodologia proposta nesta pesquisa se justifica em primeiro lugar, pelo seu fácil entendimento, potencializando, pois, a transparência do processo decisório e também o ordenamento das alternativas segundo os vários critérios – é simples, e os conceitos e parâmetros envolvidos em sua aplicação – indiferença, preferência fraca e preferência forte – têm um significado tangível para o decisor (JANNUZZI *et al.* 2009).

Já a definição dos pesos (w_j) para os (n) critérios presentes na análise do problema de decisão, pode ser visualizado na tabela a seguir. Atribuiu-se pesos iguais aos indicadores. Adotou-se a estratégia de que cada um dos indicadores apresenta igual peso para a análise da saúde ambiental das cidades a serem estudadas, posto que partiu-se do pressuposto que nenhum indicador apresenta melhor poder de explicação em relação ao outro. Portanto, todos exerciam a mesma intensidade sobre o índice a ser proposto.

TABELA 2 – MATRIZ DE PESOS DOS CRITÉRIOS

Crítérios	$c1$	$c2$	$c3 \dots$	$cj \dots$	cn
Pesos	$w1$	$w2$	$w3 \dots$	$wj \dots$	wn

Fonte: Elaboração própria.

Analisando os dados coletados foram escolhidos os critérios gerais e parâmetros do estudo e a função de preferência. No caso a função de preferência do tipo 1 foi escolhida. Nessa função o raciocínio deve ser realizado da seguinte forma: existe indiferença entre duas alternativas a e b , somente se $f(a)=f(b)$; se as avaliações forem diferentes, há preferência estrita pela alternativa de avaliação melhor. Neste caso, não há necessidade de definição de parâmetros. Ou seja, para o caso da pesquisa atribuiu-se 0 se o indicador fosse indiferente ou pior do que aquele que se foi comparado, 1 se o indicador fosse melhor.

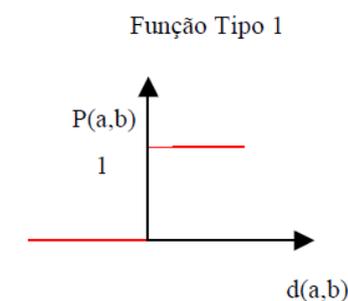


Figura 1 – Função de Preferência utilizado no estudo Tipo 1 Usual
Fonte: Cavassin, 2004.

Por sua vez, os fluxos positivos e negativos do método adotados no estudo foram calculados tomando como base as fórmulas abaixo.

TABELA 3 – FÓRMULAS DOS FLUXOS POSITIVOS E NEGATIVOS DO MÉTODO PROMETHEE II

O índice de agregação de preferência (A_i, A_k), dado por:	$\pi(A_i, A_k) = \sum_{j=1}^n w_j P_j(A_i, A_k)$
O fluxo de entrada que representa o Fluxo de Sobreclassificação Positivo, expressa o quanto uma alternativa "A" sobreclassifica as outras e é calculado através da fórmula:	$\phi^+(A_i) = \sum_{j=1}^m \pi(A_i, A_k)$
O fluxo de saída que representa o Fluxo de Sobreclassificação Negativo, expressa o quanto uma alternativa "A" é sobreclassificada por outras alternativas e é calculado através da fórmula:	$\phi^-(A_i) = \sum_{j=1}^m \pi(A_k, A_i)$
Para o método Promethee II é necessário calcular o fluxo líquido:	$\phi(A_i) = \phi^+(A_i) - \phi^-(A_i)$

Fonte: Adaptado de Silvério *et al.* (2007).

O programa PRADIN (Programa para Apoio à Tomada de Decisão baseada em Indicadores) versão 3.0 foi usado para subsidiar a elaboração dos relatórios via análises paritárias entre as cidades e os critérios (indicadores).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 COMPARAÇÃO PARITÁRIA DOS MUNICÍPIOS COM OS RESPECTIVOS CRITÉRIOS

Os resultados encontrados após as comparações realizadas entre os municípios e os respectivos indicadores (26 no total) estão contidas no Apêndice desse estudo. A síntese geral realizada (tabela 4), demonstram que o município de São Domingos do Cariri foi o que apresentou o menor Indicador Multicritério de Saúde Ambiental (IMSA = -0,2332), seguido dos municípios de Amparo (IMSA = -0,2260), Zabelê (IMSA = -0,2163), São João do Tigre (IMSA = -0,2019), Congo (IMSA = -0,1659), Coxixola (IMSA = -0,0986), São Sebastião do Umbuzeiro (IMSA = -0,0745), Barra de São Miguel (-0,0745), Cabaceiras (-0,0721), Camalaú (-0,0409), Ouro Velho (-0,0120) e São João do Cariri (-0,2332) já que estes municípios apresentaram IMSA negativo, ou seja, que necessitam de melhores estratégias de gestão públicas no intuito de melhorar esse cenário. Por sua vez, as cidades com melhores desempenhos, IMSA positivos foram: Monteiro (IMSA = 0,4519), Boqueirão (IMSA = 0,3750), Sumé (0,3149), Serra Branca (0,1562), Prata (0,1202).

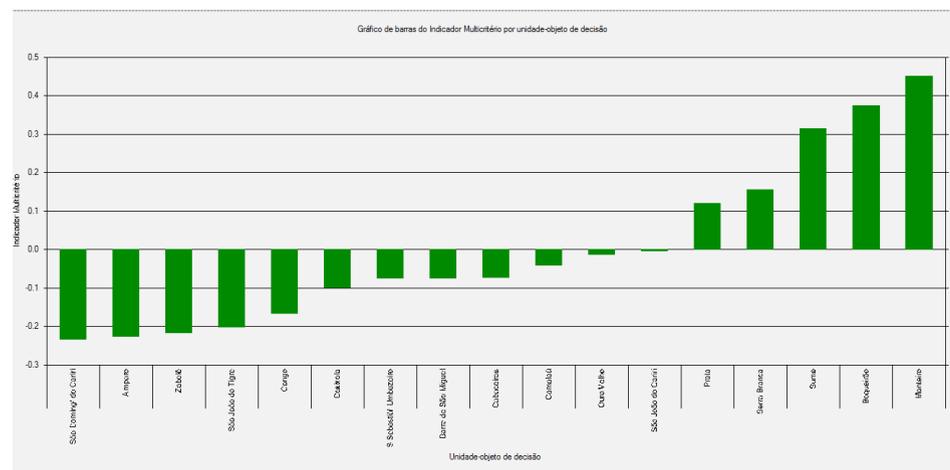
Com os resultados apresentados na tabela 4 pode-se ainda identificar a posição do município segundo o Indicador Multicritério de Saúde Ambiental, numa escala de 0 a 100, bem como a ordem decrescente (posição ordinal do IMSA), por exemplo, as cidades de Monteiro, Boqueirão, Sumé e Serra Branca obtiveram os maiores valores quanto ao IMSA ocupando as posições 17, 16, 15 e 14 respectivamente, sendo estas as cidades que apresentam o maior indicador de saúde ambiental conforme os parâmetros de escolha dos vinte e seis indicadores analisados. Enquanto que São Domingos do Cariri, Amparo, Zabelê e São João do Tigre tiveram as menores cifras quanto ao IMSA ocupando a 1ª, 2ª, 3ª e 4ª posições, ou seja, se configuram como cidades situação inversa e que necessitam de maiores investimentos e políticas públicas condizentes com cada realidade local. Veja o comportamento de cada município no *ranking* do gráfico 1. O uso do *ranking* dos municípios se torna essencial, já que permite visualizar o desempenho de cada município e ainda pode permitir a comparação dos municípios ao longo do tempo.

TABELA 4 – RANKING DO INDICADOR MULTICRITÉRIO DE SAÚDE AMBIENTAL DOS MUNICÍPIOS (IMSA)

RANKING/MUNICÍPIOS	INDICADOR MULTICRITÉRIO (IMSA)	ESC 0 – 100	POSIÇÃO	FLUXO POSITIVO	FLUXO NEGATIVO
1º Monteiro	0,4519	99,9	17	70,9	25,7
2º Boqueirão	0,3750	88,7	16	65,1	27,6
3º Sumé	0,3149	80,0	15	62,2	30,7
4º Serra Branca	0,1562	56,8	14	53,6	37,9
5º Prata	0,1202	51,5	13	52,8	40,8
6º São João do Cariri	-0,2332	0,0	12	46,1	46,3
7º Ouro Velho	-0,0120	32,2	11	45,4	46,6
8º Camalaú	-0,0409	28,0	10	43,0	47,1
9º Cabaceiras	-0,0721	23,5	9	42,7	49,9
10º Barra de São Miguel	-0,0745	23,1	8	41,5	49,0
11º São Sebastião do Umbuzeiro	-0,0745	23,1	7	40,3	57,8
12º Coxixola	-0,0986	19,6	6	41,3	51,2
13º Congo	-0,1659	9,8	5	36,7	53,3
14º São João do Tigre	-0,2019	4,5	4	34,8	55,0
15º Zabelê	-0,2163	2,4	3	32,6	54,3
16º Amparo	-0,2260	1,0	2	32,6	55,2
17º São Domingos do Cariri	-0,2332	0,0	1	32,2	55,5

Fonte: Dados da pesquisa.

GRÁFICO 1 – RANKING DO INDICADOR MULTICRITÉRIO DE SAÚDE AMBIENTAL DOS MUNICÍPIOS



Fonte: Dados da pesquisa, com base no Pradin, versão 3.0.

Os fluxos de superação são representados por fluxos positivos e negativos (tabela 5). Eles indicam o percentual de comparações de indicadores (duas a duas) em que o município superou ou foi superado pelos demais conforme a função de preferência definida (neste caso o Critério Usual). Observe que Monteiro apresentou maior fluxo de superação positiva quando comparado com cada um dos outros municípios estudados, superou em 70,9% das comparações e foi superado em aproximadamente 25,7%, Boqueirão superou 65,1% e foi superado em 27,6%. Em outras palavras, isso quer dizer que em se tratando de saúde ambiental, Monteiro, Boqueirão, Sumé, Serra Branca e Prata não estão em situação desfavorável, uma vez que seus indicadores superam os demais municípios na grande maioria das comparações realizadas.

TABELA 5 – FLUXOS POSITIVOS E NEGATIVOS DAS ANÁLISES PARITÁRIAS

Fluxos/Municípios	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Fluxos +	70,9	65,1	62,2	53,6	52,8	46,1	45,4	43,0	42,7	41,5	40,3	41,3	36,7	34,8	32,6	32,6	32,2
Fluxos -	25,7	27,6	30,7	37,9	40,8	46,3	46,6	47,1	49,9	49,0	57,8	51,2	53,3	55,0	54,3	55,2	55,5
Fluxos + (-) Fluxos -	45,2	37,5	31,5	15,7	12,0	2,8	(-1,2)	(4,1)	(7,2)	(7,5)	(17,5)	(9,9)	(16,6)	(20,2)	(21,7)	(22,6)	(23,3)

Fonte: Dados da pesquisa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As principais descobertas encontradas com essa metodologia se configuram como de grande importância ao estudo, uma vez que contribui com mais um olhar para a região

estudada, capaz de estabelecer um índice de saúde ambiental para os municípios através da análise de indicadores e dimensões.

A ordenação obtida através do método *Preference Ranking Method for Enrichment Evaluation* (Promethée II) enfatiza a distinção entre as cidades mais e menos saudáveis dentro do contexto ambiental. Enquanto o município de Monteiro foi considerado como mais sustentável (melhor saúde ambiental) com um fluxo líquido de 45,2, o de São Domingos do Cariri obteve o pior fluxo líquido (negativo) de -23,3.

Notadamente, fica evidente que a aplicação do Método Promethée II no estudo de caso pode apresentar outros resultados se os parâmetros das funções de preferências forem outros, posto ser uma característica intrínseca do método. Com a finalização deste estudo é possível então fazer uma análise crítica da situação das cidades da região que detêm melhor situação de saúde ambiental, oferecendo uma contribuição para esta área, de modo que seja feita uma reflexão acerca do nível de desenvolvimento das cidades investigadas e supostamente possa dar subsídios a formulação de melhores políticas públicas.

Apesar de os resultados gerados pela aplicação prática da metodologia serem considerados satisfatórios, já que permite entender melhor o contexto paraibano em estudo, espera-se que surjam novas inquietações e diferentes possibilidades analíticas a partir dos resultados de saúde ambiental mensurados propostos, principalmente porque o conhecimento associado à mensuração de sustentabilidade e de saúde ambiental no contexto geográfico em apreço, ainda encontra-se em fase de amadurecimento e desenvolvimento científico.

A limitação do estudo concentra-se no fato de que existem muitas limitações na construção de um índice de saúde ambiental (e por que não dizer de sustentabilidade ambiental) e ainda algumas arbitrariedades, dentre elas, se será um indicador constituído por várias dimensões ou apenas uma, bem como qual (is) dimensão (ões) entrará (ão) na composição do indicador, bem como a definição de seus pesos, configurando-se como passos arbitrários pela razão de não existir dimensões, pesos e índices impostos pela sociedade, conforme argumentam Santos (2004) e Dutt-Ross *et. al.* (2010).

Destaque-se ainda que no presente estudo foi feita a opção por selecionar apenas 26 indicadores e 17 cidades. Espera-se que esses resultados estimulem o desenvolvimento de novas pesquisas, de modo que seja possível ampliar o número de indicadores e dimensões (social, econômica, ambiental, político-institucional etc).

AGRADECIMENTOS

Ao *CNPq* (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e a *CAPES* (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo auxílio financeiro que possibilitou a realização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- AESA – AGÊNCIA ESTADUAL DE ÁGUAS. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br> Acesso em: 30 set. 2011.
- ALMEIDA, Adiel Teixeira de; COSTA, Ana Paula C. Seixas. *Modelo de Decisão Multicritério para Priorização de Sistemas de Informação com base no Método Promethee*. **Revista Gestão da Produção**, v.9, n.2, pp.201-214, ago. 2002.
- ARAÚJO, A. G. de; ALMEIDA, Adiel Teixeira de. *Apoio à decisão na seleção de investimentos em petróleo e gás: uma aplicação utilizando o método PROMETHEE*. *Revista Gest. Prod.*, São Carlos, v. 16, n. 4, p. 534-543, out.-dez. 2009.
- BRASIL. *Diretrizes Nacionais de Saneamento Básico*. Lei Nº 11.445 de 5 de Janeiro de 2007. Disponível em: www.planalto.gov.br. Acesso em 23 ago. 2010.
- _____. *Indicadores de Saúde - Aspectos Conceituais*. Disponível em: http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/curso_indicadores.pdf. Acesso em: 04 out. 2011.
- CARVALHO, José Ribamar M. de; CARVALHO, Enyedjka Kerlly M. Araújo; CURI, Wilson Fadlo. *Avaliação da Sustentabilidade Ambiental de Municípios Paraibanos: Uma Aplicação Utilizando o Método Promethee II*. **Revista Gestão & Regionalidade**, v. 27, nº 80, Mai-Ago/2011, pp. 71-84.
- CARVALHO, José Ribamar M. de; CURI, Wilson F.; ARAÚJO CARVALHO, Enyedja K. M. A.; CURI, Rosires C. *Indicadores de Sustentabilidade Hidroambiental: Um Estudo na Região do Alto Curso do Rio Paraíba, PB*. **Revista Sociedade & Natureza**, Uberlândia, ano 23 n. 2, maio/ago, 2011, pp. 295-310.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, 2010. Disponível em:** www.ibge.gov.br **Acesso em: 22 ago. 2010.**
- CALIJURI, Maria Lúcia; SANTIAGO, Aníbal da Fonseca; CAMARGO, Rodrigo de Arruda; MOREIRA NETO, Ronan Fernandes. *Estudo de indicadores de saúde ambiental e de saneamento em cidade do Norte do Brasil*. **Revista Eng. Sanit. Ambiental**, v. 14 , n.1, jan/mar 2009, pp. 19-28.
- CAVASSIN, Sirlei Aparecida. *Uso de Metodologias Multicritério na Avaliação de Municípios do Paraná com Base no Índice de Desenvolvimento Humano Municipal*. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Métodos Numéricos em Engenharia – Programação Matemática, Setores de Tecnologia e Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.
- MARTINS, Maria de Fátima; CÂNDIDO, Gesinaldo Ataíde. *Índice de Desenvolvimento Sustentável para Municípios (IDSM): metodologia para análise e cálculo do IDSM e classificação dos níveis de sustentabilidade – uma aplicação no Estado da Paraíba*. João Pessoa: Sebrae, 2008.
- JANNUZZI, Paulo de M.; MIRANDA, Wilmer L. de; SILVA, Daniela Santos G. da. *Análise Multicritério e Tomada de Decisão em Políticas Públicas: Aspectos Metodológicos, Aplicativo Operacional e Aplicações*. **Revista Informática Pública**, ano 11 (1), 2009, pp. 69 - 87.
- PEREIRA, Maurício Gomes. *Epidemiologia – Teoria e Prática*. 11. reimpressão. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.
- PHILIPPI JR. Arlindo; SILVEIRA, Vicente Fernando. *Saneamento Ambiental e Ecologia Aplicada*. In: Curso de Gestão Ambiental (Orgs.) Arlindo Philippi Jr.; Marcelo de Andrade Rômero; Gilda Collet Bruna. Barueri, SP: Manole, 2004, pp. 19-52.
- PRADIN – Programa para Apoio à Tomada de Decisão baseada em Indicadores: versão 3.0. *Associação Nacional das Instituições de Planejamento, Pesquisa e Estatística – ANIPES*. Disponível em: <http://www.anipes.org.br>. Acesso em: 06 mar. 2011.
- MALTA, Roberto Carlos Grassi. *Estudo Epidemiológico dos Parasitas Intestinais em Crianças no Município de Votuporanga - SP*. Dissertação de Mestrado. Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP, 2005, 124 p.
- MINAYO, Maria Cecília de Souza. *Saúde e Ambiente: Uma Relação Necessária*. In: Tratado de Saúde Coletiva. Gastão Wagner de Sousa Campos, et. al. São Paulo: Hucitec, Rio de Janeiro. Ed. Fiocruz, 2008, pp.81-107.
- MORAIS, Daniele Costa; ALMEIDA, Adiel Teixeira de. *Avaliação Multicritério para Adequação de Sistemas de Redução de Perdas de Água*. In: XXII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Curitiba – PR, Brasil. **Anais...** Curitiba, ENEGEP, 23 a 25 de outubro de 2002, p. 8.
- QUEIROZ, Josiane Teresina M. de; HELLER, Léio; SILVA, Sara Ramos da. *Análise da Correlação de Ocorrência da Doença Diarreica Aguda com a Qualidade da Água para Consumo Humano no Município de Vitória-ES*. **Revista Saúde e Sociedade**, USP, São Paulo, v.18, n.3, 2009, pp.479-489.
- SILVA, Daniela Santos Gomes da. *Construção de Indicadores de Condições de Vida através da Análise Multicritério: estudo Aplicado aos Municípios da Baixada Fluminense*. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Estudos Populacionais e Pesquisas Sociais (Mestrado). Escola Nacional de Ciências Estatísticas. Rio de Janeiro, 2007, p. 148.
- SILVERIO, Lidiane B.; FERREIRA, Alice S.; RANGEL, Luís Alberto D. *Avaliação das Cidades da Região Sul Fluminense empregando o Método PROMETHEE II*. In: **Anais...** XVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 09 a 11 de outubro de 2007, p. 10.
- SOBRAL, André; FREITAS, Carlos Machado de. *Modelo de organização de indicadores para operacionalização dos determinantes socioambientais da saúde*. **Revista Saúde e Sociedade**, USP, São Paulo, vol.19, n.1, pp. 35-47, 2010.
- SOUZA, José Henrique; PAULELLA, Ernesto Dimas; TACHIZAWA, Takeshy; POZO, Hamilton. *Desenvolvimento de Indicadores Síntese para o Desempenho Ambiental*. **Revista Saúde e Sociedade**, USP, São Paulo, v.18, n.3, p.500-514, 2009.
- WAQUIL, Paulo Dabd; et al. *Para Medir o Desenvolvimento Territorial Rural: Validação de Uma Proposta Metodológica*. In: XLV CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL. Universidade Estadual de Londrina, PR, Brasil. **Anais...** SOBER, 22 a 25 de julho, 2007, p.22.

FORMATO *16x23 cm*
TIPOLOGIA *Times New Roman*
PAPEL *Polén Soft 80 g/m²*
Nº DE PÁG. *188*

EDITORA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE- EDUF CG

