



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.  
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

# **AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DO SETOR SUCROALCOOLEIRO: UMA APLICAÇÃO DO BAROMETER OF SUSTAINABILITY NO MUNICÍPIO DE PEDRAS DE FOGO - PB**

Bartira Pereira Amorim<sup>1</sup>; Gesinaldo Ataíde Cândido<sup>2</sup>

## **RESUMO**

---

Um novo paradigma de desenvolvimento surge em meio à crise socioambiental vivenciada pela sociedade, o Desenvolvimento Sustentável. As discussões acerca do tema despertaram para uma visão mais crítica no que se refere à problemática e o papel das atividades produtivas. Neste sentido, as atividades do setor sucroalcooleiro têm apresentado papel fundamental no processo de desenvolvimento das regiões onde estas atividades são preponderantes. Assim, o objetivo do artigo foi avaliar a sustentabilidade do município de Pedras de Fogo na Paraíba, com ênfase nas atividades do setor sucroalcooleiro, a partir do sistema de indicadores Barometer of Sustainability. A metodologia utilizada constituiu-se da utilização de dados secundários para o levantamento de informações relativas ao município, bem como os dados referentes aos indicadores de sustentabilidade para a proposição de um índice. Como resultado, obteve-se um índice de sustentabilidade de 50,23, considerado intermediário na escala do barômetro. Este índice é resultante do baixo nível de renda da população e uma concentração de rendimento considerada preocupante, além do déficit no sistema de abastecimento de água na zona rural e o extensivo período de seca que tem afetado a rentabilidade dos produtores. Bem como de aspectos relacionados à saúde da população no que diz respeito ao uso de insumos agrícolas, a representatividade do setor agropecuário para o PIB do município, a qualidade das águas do principal reservatório da região.

**Palavras-chave:** Desenvolvimento Sustentável; Setor Sucroalcooleiro; Indicadores de Sustentabilidade.

## **SUSTAINABILITY ASSESSMENT OF ETHANOL SECTOR: AN APPLICATION OF THE BAROMETER OF SUSTAINABILITY IN PEDRAS DE FOGO - PB**

### **ABSTRACT**

A new development paradigm emerges amid the socio-environmental crisis lived by society, Sustainable Development. The discussions on the subject awakened to a more critical view regarding the issue and the role of productive activities. In this sense, the activities of this ethanol sector have presented key role in development of the regions where these activities are prevalent. So, the objective of this work was to assess the sustainability of Pedras de Fogo in Paraíba, emphasising the activities of this sector using indicators proposed by Monteiro et al (2008) from the system of indicators Barometer of Sustainability. The methodology consisted of using secondary data for the survey of information regarding the municipality, as well as data on indicators of sustainability for proposing an index. As a result, we obtained a sustainability index of 50.23, considered intermediate scale of the barometer. This index is the result of the low income level of the population and a concentration of income considered alarming, besides the deficit in the system of water supply in rural areas and extensive drought that has affected the profitability of producers. As well as aspects related to the health of the population with regard to the use of agricultural inputs, the representativeness of the agricultural sector to the GDP of the city, the water quality of the region's main reservoir.

**Key-words:** Sustainable Development; Ethanol Sector; Sustainable Indicators.

---

<sup>1</sup> Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção PPGEP /UFPB. E-mail: bartira\_amorim@hotmail.com.

<sup>2</sup> Programas de Pós-Graduação em Recursos Naturais da UFCG e Engenharia de Produção PPGEP/UFPB. E-mail: gacandido@uol.com.br.

## 1. INTRODUÇÃO

Durante várias décadas o conceito de desenvolvimento estava ligado à noção de crescimento dotado principalmente sob a ótica do crescimento econômico. Era determinado a partir de fatores quantitativos da economia, como o aumento de renda das nações e o aumento do nível da produção. Entretanto, essa forma de desenvolvimento passou a ser contestada nos discursos de diversos estudiosos, à medida que se observava que a sociedade com o passar dos tempos apresentava cada vez mais níveis de renda desiguais, problemas de acesso à saúde, baixos níveis de escolaridade da população, e a utilização desenfreada dos recursos naturais (WCED, 1987; MEADOWS et al, 1972)

Neste contexto, surge o conceito de Desenvolvimento Sustentável, definido por Sachs (1997) como uma nova concepção dos limites e das fragilidades do planeta, ao passo que enfatiza os problemas socioeconômicos e a satisfação das necessidades básicas da população. Este conceito foi inicialmente discutido na década de 70 com o livro “Os limites do Crescimento no ano de 1972” (Meadows et al, 1972), a partir do qual a temática passou a ganhar repercussão a nível mundial. Um dos desafios no processo de construção do Desenvolvimento

Sustentável enfatizado na Agenda 21 (UNCED, 1992) é o de utilizar instrumentos de mensuração capazes de estabelecer linhas norteadoras para um posicionamento quanto ao que se espera de um ambiente sustentável. Neste sentido, os indicadores de sustentabilidade foram apresentados como instrumentos essenciais que contribuem como um guia e subsidiam o acompanhamento e a avaliação do progresso alcançado rumo ao Desenvolvimento Sustentável.

Observa-se, portanto, que as discussões acerca da sustentabilidade têm despertado uma visão mais crítica da sociedade no que se refere à problemática ambiental, acarretando, dentre outros fatores, na utilização de tecnologias alternativas capazes de reduzir os impactos ocasionados por algumas atividades econômicas na natureza. Neste contexto, as atividades do setor sucroalcooleiro têm apresentado um papel fundamental para as questões do desenvolvimento sustentável.

O Brasil é o maior produtor mundial de açúcar e segundo produtor mundial de etanol. Atualmente o país responde por aproximadamente 40% da produção mundial de etanol. Na região Nordeste todos os estados produzem cana-de-açúcar, o que torna essa atividade relativamente distribuída na região, havendo uma concentração em Alagoas (39,4%) e

Pernambuco (27,5%). A Paraíba está em terceiro lugar entre os estados nordestinos produtores da cana-de-açúcar.

De acordo com dados do IBGE (2010), a produção de cana-de-açúcar é a mais expressiva dentre as culturas temporárias na Paraíba. Atualmente, a produção canavieira concentra-se no litoral do estado, em torno de 90% do total produzido. O município que mais se destaca no cultivo da cana é Pedras de Fogo, que desde a década de 90 vem aumentando sua participação na área colhida no desenvolvimento desta cultura. Além disso, o cultivo da cana no município constitui-se o principal produto da lavoura temporária, com 30.000 hectares de área plantada de acordo com o IBGE (2010). Dada a representatividade desta cultura para o município Pedras de Fogo, o mesmo foi escolhido como local de estudo deste trabalho, considerando os aspectos e as relações existentes entre a produção da canavieira e a sustentabilidade local.

A atividade tem representado para as regiões Sudeste e Norte-Nordeste significativos ganhos econômicos, entretanto, requer uma atenção considerável quanto aos impactos gerados tanto no meio ambiente, quanto nos aspectos socioeconômicos. Na etapa inicial de preparo do solo ocorre a poluição do ar decorrente da queima do solo para o

plantio, o aumento das perdas por erosão, a consequente perda de solo e água e a destruição de grande parte da matéria orgânica. Durante o plantio, o uso de herbicidas, inseticidas e fungicidas caracteriza-se também como poluentes do solo, da água superficial e subterrânea, do trabalhador rural, das culturas e da vegetação natural no seu entorno, incluindo a biota do solo e da fauna em geral (BRAGATO; CORRÊA; SANTOS, 2012).

Outro impacto apresentado por Piacente (2005) está relacionado à compactação do solo através do tráfego de máquinas pesadas durante o plantio. O uso de maquinário no processo acarreta ainda impactos socioeconômicos, uma vez que a colheita mecanizada da cana demanda elevados investimentos, dificultando a aquisição destes pelos pequenos e médios produtores. Outro fator socioeconômico é a sazonalidade da mão-de-obra, da mudança de uso e ocupação do solo (substituição de culturas) e do aumento da pressão sobre a infraestrutura urbana dos municípios.

Na etapa industrial, Piacente (2005) apresenta como principais impactos a geração de resíduos potencialmente poluidores como a vinhaça e a torta de filtro, a utilização intensiva de água para o processamento industrial da cana-de-açúcar, e o forte odor gerado na fase de

fermentação e destilação do caldo para a produção de álcool.

Em contrapartida, existe o discurso de outros estudiosos que defendem que a produção da cana-de-açúcar está diretamente atrelada ao aumento da sustentabilidade, através da cogeração de energia a partir do bagaço da cana, ou pela produção do etanol como substituto de combustíveis derivados do petróleo. O etanol é considerado atualmente como um dos combustíveis mais limpos, cuja produção tem atingido valores significativos no Brasil. Esta mesma vertente defende que o setor sucroalcooleiro tem grande peso na geração de empregos e de renda, na capacitação da mão-de-obra e flexibilidade no uso de diversas tecnologias. Dos 14% dos empregos gerados pelo agronegócio brasileiro, 35% corresponde a atividade canavieira do PIB do agronegócio e reúne 6% dos empregos agroindustriais brasileiros. A atividade emprega cerca de um milhão de pessoas de forma direta e, aproximadamente, quatro milhões indiretamente no Brasil (BRAGATO; CORRÊA; SANTOS, 2012).

Independente do ponto vista a ser considerado, o que se conclui é a estreita relação que as atividades do setor sucroalcooleiro apresentam com os aspectos da sustentabilidade local, seja esta

relação determinada pelos impactos acarretados pelo desenvolvimento desta atividade, seja ela determinada pelos benefícios trazidos com a produção dos seus derivados.

Desse modo, entendendo-se o setor agrícola como principal atividade produtiva de uma região na qual existe a predominância do desenvolvimento de determinada cultura, é possível afirmar que quanto mais sustentáveis forem as práticas ligadas a este cultivo maior será sua contribuição para a sustentabilidade do município que desenvolve esta atividade, a exemplo do município paraibano de Pedras de Fogo, cuja principal cultura é o cultivo da cana-de-açúcar.

Partindo deste ponto de vista, das discussões acerca dos Indicadores de Sustentabilidade e da atuação do setor sucroalcooleiro nos aspectos relacionados ao Desenvolvimento Sustentável, este estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a sustentabilidade do município de Pedras de Fogo na Paraíba a partir do sistema de indicadores Barometer of Sustainability. Como forma de subsidiar esta avaliação neste estudo será utilizada proposta elaborada por Monteiro et al. (2008) na qual os autores apresentam indicadores selecionados pelo projeto SENSOR (Sustainability of land use in European regions), que se propõem a

descrever os principais impactos do cultivo da cana-de-açúcar, bem como realizar uma avaliação dos impactos à sustentabilidade desta atividade em diferentes cenários.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa tem como principal característica o levantamento de dados e informações que receberão tratamento cuja natureza será quantitativa e qualitativa. Dadas às características do estudo, pode-se afirmar que o mesmo busca a compreensão de fenômenos sociais a partir da localização, avaliação e síntese de dados e informações em determinado período, portanto, pode ser caracterizado como uma pesquisa exploratória e descritiva.

As técnicas de pesquisa a serem adotadas foram pesquisa bibliográfica, como subsídio ao embasamento teórico das temáticas centrais; a pesquisa documental para o levantamento de dados e informações necessárias do município em estudo, bem como os dados referentes aos indicadores de sustentabilidade para a construção do Índice de Desenvolvimento Sustentável a partir da utilização do Barometer of Sustainability e a observação não participante através de visitas realizadas ao município estudado.

O Barometer of Sustainability foi selecionado para os fins deste trabalho por

ser uma ferramenta que apresenta uma arquitetura aberta, possibilitando a escolha dos indicadores que serão utilizados e não há um número fixo para a quantidade destes. Além disso, quanto maior o número de dados por indicador, melhor (KRONEMBERGER et al, 2008). Consiste na única escala de desempenho que visa medir o bem-estar humano e do ecossistema conjuntamente, sem sobrepor um ao outro. Seus dois eixos permitem que indicadores socioeconômicos e ambientais sejam combinados independentemente, mantendo-os separados, possibilitando análises de interações pessoas-ecossistemas (LOUETTE, 2009).

Conforme mencionado anteriormente, o sistema foi projetado de maneira que comportasse o maior número possível de questões relacionadas ao desenvolvimento sustentável. Esta característica, portanto, possibilita ao pesquisador fazer uso desta ferramenta em diversos tipos de estudos, inclusive nos que pretendem considerar a sustentabilidade de atividades econômicas que estejam diretamente relacionadas com a problemática da sustentabilidade em uma dada localização, como é o caso do setor sucroalcooleiro no município de Pedras de Fogo.

## 2.1 Delineamento do estudo

A etapa inicial é considerada uma das mais importantes no âmbito dos sistemas de indicadores de sustentabilidade

é a escolha dos indicadores, que neste caso foi feita a partir do trabalho desenvolvido por Monteiro et al. (2008), conforme pode ser visualizado no Quadro 01, abaixo.

**Quadro 01:** Dimensões e indicadores.

| Subsistemas         | Dimensões                 | Indicadores   |
|---------------------|---------------------------|---|
| Bem-estar humano    | Saúde e população         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Exposição a químicos por classe toxicológica</li> <li>- Uso de agrotóxicos</li> <li>- Uso de fertilizantes</li> </ul>  |
|                     | Riqueza                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Taxa de desemprego</li> <li>- Pessoal ocupado no setor agropecuário</li> <li>- Coeficiente GINI</li> <li>- Balança comercial</li> <li>- Participação por setor no PIB</li> <li>- Valor / Tarifa energia</li> </ul> |
|                     | Comunidade                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Índice de preços do consumidor</li> <li>- Renda média domiciliar per capita</li> <li>- PIB / per capita</li> <li>- Comparecimento nas eleições</li> </ul>  |
| Bem-estar ecológico | Terra                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Terras em uso de lavoura permanente e Temporária</li> <li>- Maquinário: Número tratores nos est. agrícolas</li> </ul>  |
|                     | Água                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Acesso a sistema de abastecimento de água</li> <li>- Índice pluviométrico</li> <li>- Índice de qualidade das águas</li> </ul>  |
|                     | Biodiversidade e paisagem | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Áreas de conservação</li> </ul>  |
|                     | Riscos ambientais         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Risco de incêndio florestal</li> </ul>   |

Fonte: elaborado com base em Monteiro et al (2008).

De posse das dimensões que compõem os subsistemas (bem-estar humano e bem-estar ecológico) e suas variáveis, conforme exposto no Quadro 01 acima, foram realizadas pesquisas para obtenção de dados secundários para

elaboração das escalas, onde serão estabelecidos os parâmetros a partir dos intervalos entre os valores mínimos e máximos encontrados para cada indicador. Estes intervalos podem ser visualizados na Tabela 01.

**Tabela 01:** Indicadores, critérios e definições dos valores máximo e mínimo.

| Indicadores  | Parâmetros para os limites da escala de desempenho  | Valor Pedras de Fogo      | Fonte                 |
|--|---|---------------------------|-----------------------|
| <b>BEM-ESTAR HUMANO</b>                                    |   |                           |                       |
| <b>Saúde e população</b>                                   |   |                           |                       |
| Uso de Agrotóxicos   | [0,19; 7,62]  | 0,55                      | IBGE (2010)           |
| Uso de fertilizantes                                       | [6,7; 242]  | 19,85                     | IBGE (2010)           |
| <b>Riqueza</b>   |   |                           |                       |
| Taxa de desemprego   | [0,8; 21,23]  | 10,09                     | DATASUS (2010)        |
| Pessoal ocupado no setor Agropecuário                      | [45; 7961]  | 4.765                     | IBGE (2006)           |
| Coefficiente de GINI                                       | [0,4575; 0,588]   | 0,5399                    | DATASUS (2010)        |
| Balança comercial  | [-8.727.446.676,00; 12.865.927.274,00]  | 0,00                      | IDSM (2008)           |
| Participação do setor no PIB                               | [223.935; 22.715.843]   | 115.411                   | IBGE (2006)           |
| Valor / Tarifa energia                                     | [0,19729; 0,45352]  | 0,31088                   | ANEEL (2012)          |
| <b>Comunidade</b>  |   |                           |                       |
| Índice de preços ao consumidor                             | [-0,18; 1,27]   | 0,98                      | BCB (2012)            |
| Renda média domiciliar <i>per capita</i>                   | [164,07; 958,75]  | 268,38                    | DATASUS (2010)        |
| PIB / <i>per capita</i>                                    | [3.232,31; 44.980,59]   | 10.297,65                 | DATASUS (2008)        |
| Comparecimento nas eleições                                | [59,26; 98,01]  | 81.80                     | IDSM (2008)           |
| <b>BEM-ESTAR ECOLÓGICO</b>                                 |   |                           |                       |
| <b>Terra</b>   |   |                           |                       |
| Terras em uso de lavoura temporária                        | [6; 17.932]   | 17.932                    | IBGE (2006)           |
| Maquinário: Número tratores nos estabelecimentos agrícolas | [3; 146]  | 118                       | IBGE (2006)           |
| <b>Água</b>  |   |                           |                       |
| Acesso a sistema de abastecimento de água                  | Rede urbana= [44,80; 97,38]<br>Rede rural = [2,95; 36,43]   | Urb: 77.63<br>Rural: 6.77 | IDSM (2008)           |
| Índice pluviométrico                                       | [0,1; 100]  | 23,3                      | AESA (2012)           |
| Índice de qualidade das águas – IQA                        | 79 < IQA <= 100 = ótima<br>51 < IQA <= 79 = boa<br>36 < IQA <= 51 = aceitável<br>19 < IQA <= 36 = ruim<br>IQA <= 19 = péssima | 70                        | SUDEMA/ CONAMA (2008) |
| <b>Biodiversidade e paisagem</b>                           |   |                           |                       |
| Áreas de conservação                                       | [0; 85]   | 0                         | IBGE (2009)           |
| <b>Riscos ambientais</b>                                   |   |                           |                       |
| Risco de incêndio florestal                                | [1; 340]  | 10                        | INPE (2012)           |

Fonte: elaborado a partir do IBGE (2006, 2008, 2010); CONAMA/SUDEMA (2008); IDSM (2008); DATASUS (2010); Banco Central do Brasil (2011); ANEEL (2012); AESA (2012) e INPE (2012).

Os dados foram obtidos a partir de pesquisas realizadas junto aos bancos de dados dos órgãos responsáveis. Depois de realizada a coleta dos dados secundários, o passo seguinte consiste na atribuição dos valores encontrados à escala do barômetro. Para tanto, faz-se necessário classificar os indicadores conforme a sua relação: se positiva, quanto maior o seu valor, melhor e/ou quanto menor for seu valor, pior; ou se é negativa, ou seja, quanto maior for o valor do indicador, pior e/ou quanto menor for o seu valor, melhor.

Para criação dos intervalos e das respectivas escalas de desempenho, utilizou-se a metodologia de distribuição de frequência de Montgomery e Runger (2003), onde são estabelecidas as amplitudes de cada classe, e, por conseguinte são determinadas as distâncias entre os intervalos, a partir da Equação 01:

$$h \cong \frac{At}{K} \quad (01)$$

Onde:

h = amplitude de cada classe;

At = amplitude total da distribuição;

K = número de intervalos.

Com a aplicação desta fórmula obtém-se a escala de desempenho de cada indicador considerando os intervalos apresentados na Tabela 01.

A escala de desempenho é elaborada com valores que variam na escala do Barometer of Sustainability de insustentável a sustentável.

- (0-20) Insustentável;
- (21-40) Potencialmente insustentável;
- (41-60) Intermediário;
- (61-80) Potencialmente sustentável;
- (81-100) Sustentável.

Dessa forma, os intervalos que representam os indicadores referentes ao bem-estar humano e ao bem-estar ecológico são apresentados na Tabela 02.

A próxima etapa é a atribuição do grau na escala do Barometer of Sustainability. O método para obtenção do grau dos indicadores referentes à escala do barômetro se deu através da interpolação linear simples, através da qual se obteve a Equação 02 para o cálculo do grau:

$$BS_x = \left\{ \left[ \frac{(DN_a - DN_x)(BS_a - BS_p)}{(DN_a - DN_p)} \right] x(-1) \right\} + BS_a \quad (02)$$

Onde:

DN = Escala de desempenho;

BS = Escala do Barômetro;

a = limite anterior do intervalo contendo X;

p = Limite superior do intervalo que contém X.



**Tabela 02:** Valores da escala de desempenho do bem-estar humano.

| <b>BEM-ESTAR HUMANO</b>                                   |  |                                     |                       |                                   |                         |                |
|---|--|-------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|-------------------------|----------------|
| <b>Indicador</b>  | <b>Escala do Barometer of Sustainability</b> |                                     |                       |                                   |                         |                |
|   | <b>0 – 20</b>                                | <b>21 – 40</b>                      | <b>41 – 60</b>        | <b>61 – 80</b>                    | <b>81 - 100</b>         |                |
|   | <b>Insustentável</b>                         | <b>Potencialmente insustentável</b> | <b>Intermediário</b>  | <b>Potencialmente sustentável</b> | <b>Sustentável</b>      |                |
| <b>Escalas de Desempenho dos indicadores selecionados</b> |  |                                     |                       |                                   |                         |                |
| <b>Saúde e população</b>                                  |  |                                     |                       |                                   |                         |                |
| Uso de agrotóxicos  | 7,62 – 6,134                                 | 6,133 – 4,647                       | 4,646 – 3,16          | 3,15 – 1,664                      | 1,663 – 0,19            |                |
| Uso de fertilizantes                                      | 242 – 194,94                                 | 194,93 – 147,87                     | 147,68 – 100,8        | 100,7 – 53,64                     | 53,63 – 6,7             |                |
| <b>Riqueza</b>  |  |                                     |                       |                                   |                         |                |
| Taxa de desemprego  | 21,23 – 17,157                               | 17,156 – 13,07                      | 13,06 – 8,974         | 8,973 – 4,887                     | 4,886 – 0,8             |                |
| Pessoal ocupado no setor Agropecuário                     | 45 – 1.628,2                                 | 1.628,3 – 3.211,5                   | 3.211,6 – 4.7994,8    | 4.7994,9 – 6.378,1                | 6.378,2 – 7.961         |                |
| Coefficiente de GINI                                      | 0,588 – 0,5667                               | 0,5666 – 0,544                      | 0,543 -0,5204         | 0,5203 – 0,4977                   | 0,4976 – 0,475          |                |
| Balança comercial   | 0 – 264.028,6                                | 264.028,7 – 528.057,3               | 528.057,4 – 792.086   | 792.086,1 – 1.056.115,6           | 1.056.115,7 – 1.320.143 |                |
| Participação do setor no PIB                              | 0,08 – 8,176                                 | 8,177 – 16,273                      | 16,274 – 24,37        | 24,38 – 32,476                    | 32,477 – 40,56          |                |
| Valor / Tarifa energia                                    | 0,45352 – 0,399587                           | 0,399586 – 0,34834                  | 0,34833 – 0,297084    | 0,297083 – 0,248537               | 0,248537 – 0,19729      |                |
| <b>Comunidade</b>   |  |                                     |                       |                                   |                         |                |
| Índice de preços ao consumidor                            | 1,27 – 1,02                                  | 1,01 – 0,72                         | 0,71 – 0,42           | 0,41 – 0,12                       | 0,11 – (-0,18)          |                |
| Renda média domiciliar per capita                         | 164,07 – 323,006                             | 323,007 – 481,943                   | 481,944 – 640,88      | 640,89 – 799,826                  | 799,827 – 958,75        |                |
| PIB / per capita  | 3.232,31 – 11.581,96                         | 11.581,97 – 19.931,62               | 19.931,63 – 28.281,28 | 28.281,29 – 36.630,94             | 36.630,95 – 44.980,59   |                |
| Comparecimento nas eleições (%)                           | 59,26 – 67,01                                | 67,02 – 74,77                       | 74,78 – 82,53         | 82,54 – 90,29                     | 90,3 -98,01             |                |
| <b>BEM-ESTAR ECOLÓGICO</b>                                |  |                                     |                       |                                   |                         |                |
| <b>Terra</b>  |  |                                     |                       |                                   |                         |                |
| Terras em uso de lavoura temporária (het)                 | 6 – 3.591,2                                  | 3.591,3 – 7.176,5                   | 7.176,6 – 10.761,8    | 10.761,9 – 14.347,1               | 14.347,2 – 17.932       |                |
| Maquinário: Número tratores nos est. agrícolas            | 143 – 115,4                                  | 115,3 – 87,3                        | 87,2 – 59,2           | 59,1 – 31,1                       | 31- 3                   |                |
| <b>Água</b>   |  |                                     |                       |                                   |                         |                |
| Acesso a sistema de abastecimento de água                 | Urb  | 44,80 – 55,316                      | 55,317 – 65,833       | 65,834 – 76,35                    | 76,36 – 86,876          | 86,877 – 97,38 |
|   | Rur  | 2,95 – 9,696                        | 9,697 – 16,343        | 16,344 – 23,04                    | 23,05 – 29,746          | 29,747 – 36,43 |
| Índice de qualidade das águas – IQA                       | 19 – 35,2                                    | 35,3 – 51,5                         | 51,6 – 67,8           | 67,9 – 84,1                       | 84,2 – 100              |                |
| Índice pluviométrico                                      | 0,1 – 20,08                                  | 20,09 – 40,07                       | 40,08 – 60,06         | 60,07 – 80,05                     | 80,06 - 100             |                |
| <b>Biodiversidade e paisagem</b>                          |  |                                     |                       |                                   |                         |                |
| Áreas de conservação                                      | 0 -17  | 17,1 – 34,1                         | 34,2 – 51,2           | 51,3 – 68,3                       | 68,4 – 85               |                |
| <b>Riscos florestais</b>                                  |  |                                     |                       |                                   |                         |                |
| Risco de incêndio florestal                               | 340 – 272,6                                  | 272,5 – 204,7                       | 204,6 – 136,8         | 136,7 – 68,9                      | 68,8 – 1                |                |

Com a aplicação da Equação 02 ocorre a conversão dos valores dos indicadores em índices que permite a uniformização das medidas. O cálculo dos índices foi realizado em uma planilha do Software Microsoft Excel. Estes índices foram combinados para formar o índice dos elementos, que por sua vez deram origem ao índice das dimensões, e que conseqüentemente originaram o índice dos subsistemas, que formaram a base do índice do sistema como um todo.

O mapeamento dos índices ocorreu através de uma representação gráfica em um plano cartesiano, onde é possível visualizar o índice de desenvolvimento sustentável de Pedras de Fogo com foco nas atividades do setor sucroalcooleiro e o seu posicionamento no plano.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

#### **3.1 Área da pesquisa - características do município de Pedras de Fogo – PB**

Pedras de Fogo é um município paraibano localizado na microrregião do Litoral Sul, distando 42,4 km da capital João Pessoa. É considerado o principal concentrador de área colhida em cana-de-açúcar do estado da Paraíba de acordo com o IBGE (2010). A produção da cana-de-açúcar é realizada por pequenos produtores, engenhos e pela Usina GIASA (Gramame Industrial e Agrícola S.A.). O

município possui um total de 1.813 estabelecimentos agrícolas que ocupam uma área de 21.247 hectares (CENSO AGROPECUÁRIO, 2006). No ano de 2011 o município produziu 1.625.00 hectares de cana-de-açúcar, com um rendimento médio de 65.000 Kg/ha e cujo valor da produção foi equivalente a R\$104.000,00. O valor da produção corresponde a mais de 32% do valor total do estado, e a área plantada e a área colhida correspondem 24,25% da área total na Paraíba.

#### **3.2 Índice de sustentabilidade do setor sucroalcooleiro no município de Pedras de Fogo a partir do Barometer of Sustainability**

A partir da definição das escalas de cada indicador e da conversão destes indicadores em índices por meio da utilização do Sistema de Indicadores Barometer of Sustainability, foi possível classificar estes índices de acordo com o grau de sustentabilidade estabelecido nos parâmetros deste sistema. Os resultados obtidos para os sub-sistemas humano e ecológico seguem nos itens a seguir.

##### **3.2.1 Bem-estar humano**

O sub-sistema bem-estar humano é composto por elementos relativos a saúde da população, riqueza e comunidade. As variáveis, seus respectivos índices e sua classificação quanto à sustentabilidade podem ser visualizados na Tabela 03.

**Tabela 03:** Índices do subsistema humano

|                                       | Indicadores             | Grau do BS               | Classificação na escala do BS |
|---------------------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------------|
|                                       | <b>BEM-ESTAR HUMANO</b> | <b>Saúde e população</b> |                               |
| Uso de Agrotóxicos                    |                         | 85,64                    | Sustentável                   |
| Uso de fertilizante                   |                         | 86,32                    | Sustentável                   |
| <b>Riqueza</b>                        |                         |                          |                               |
| Taxa de desemprego                    |                         | 46,19                    | Intermediário                 |
| Pessoal ocupado no setor Agropecuário |                         | 59,64                    | Intermediário                 |
| Coefficiente de GINI                  |                         | 43,61                    | Intermediário                 |
| Balança comercial                     |                         | 0,00                     | Insustentável                 |
| Participação do setor no PIB          |                         | 100,00                   | Sustentável                   |
| Valor/tarifa de energia               |                         | 53,89                    | Intermediário                 |
| <b>Comunidade</b>                     |                         |                          |                               |
| Índice de preços ao consumidor        |                         | 38,03                    | Potencialmente insustentável  |
| Renda média domiciliar per capita     |                         | 13,13                    | Insustentável                 |
| PIB / per capita                      |                         | 16,92                    | Insustentável                 |
| Comparecimento nas eleições           |                         | 58,21                    | Intermediário                 |

O elemento saúde e população é composto pelos indicadores “uso de agrotóxicos” e “uso de fertilizante”, os quais foram avaliados positivamente em relação à sustentabilidade, uma vez que ambos apresentaram índices cuja classificação é sustentável. A utilização destes insumos é feita de forma moderada pelos pequenos produtores, já a usina e os engenhos realizam a aplicação através de um pulverizador e orientam para o uso dos equipamentos de segurança. De acordo com o Censo Agropecuário (IBGE, 2006) não foram constatados casos de intoxicação em função do uso destes agentes, a incidência foi mínima.

No elemento riqueza a avaliação variou de insustentável a sustentável. A taxa de desemprego do município é considerada intermediária e de acordo com o caderno de informações do DATASUS

(2010) o percentual de pessoas que se encontram nesta situação é de 10,09%, o que representa uma participação considerável da população para a geração de renda no município. A variável pessoal ocupado no setor agropecuário apresentou um índice intermediário de sustentabilidade igual a 59,64. O número exato para o município de Pedras de Fogo é de 4.765, dentre as quais 3.270 trabalham com lavoura temporária (IBGE, 2006). O indicador relativo ao coeficiente de Gini está relacionado à distribuição de rendimentos de uma população. No caso do município estudado obteve-se um nível relativo de desigualdade a partir de um índice de 43,61, considerado intermediário, fato este que não contribui para a sustentabilidade local. É necessário reduzir a concentração dos rendimentos, para que a população possa conviver com distribuição

equitativa de renda e dispor de condições de vida e sobrevivência mais adequadas.

Em se tratando do saldo da balança comercial, o índice é totalmente insustentável o que remete para a necessidade da busca de alternativas para que o município consiga alcançar mercados a nível mundial, de maneira que isso venha a contribuir com a economia local. O único indicador que apresentou uma análise totalmente sustentável neste elemento foi 'participação do setor no PIB', pois Pedras de Fogo é o município paraibano que tem a maior participação do setor agropecuário no seu PIB. É importante ressaltar que o município encontra-se no grupo onde estão inseridos os maiores PIBs do estado. Por fim, o indicador referente ao valor da tarifa de energia apresentou um índice intermediário. Apesar de ser um município paraibano a concessionária que fornece energia para Pedras de Fogo é pernambucana, os moradores se queixam em relação às altas tarifas cobradas, bem como a falta de iluminação pública na zona rural, pois são cobrados mensalmente pelo pagamento deste serviço.

Os indicadores relativos ao elemento comunidade não apresentaram uma análise positiva. A variável relativa ao índice de preço ao consumidor, que diz respeito à variação dos preços do conjunto fixo de

bens e serviços componentes das despesas habituais das famílias, obteve um índice potencialmente insustentável. Isto representa um aumento significativo nas despesas com itens básicos de sobrevivência para os moradores do município de Pedras de Fogo, reduzindo a sua capacidade de compra, uma vez que o nível da renda destas pessoas não acompanha o crescimento e os reajustes dos preços dos itens. A renda média per capita da população de Pedras de Fogo apresentou um dos piores índices de sustentabilidade (13,13), considerado totalmente insustentável, de acordo com dados do IBGE (2010) a maior parte da população sobrevive com uma renda média de um salário mínimo.

O município de Pedras de Fogo com um índice referente ao PIB per capita de 16,92, revela um nível de total insustentabilidade. Esse índice denota que o município necessita da elaboração de políticas que fortaleça a geração de renda local. O comparecimento nas eleições representa um indicativo da participação da sociedade na escolha daqueles que serão responsáveis pela elaboração políticas públicas que atendam os interesses da população e do município. O índice para esta variável encontra-se em um nível intermediário, requerendo que a população se conscientize cada vez mais da

importância de se exercer esse exercício de cidadania, de modo que sua participação seja cada vez mais efetiva na condução dos rumos do município.

Assim, o índice final encontrado para o subsistema bem-estar humano foi de 56,04, considerado intermediário, mas que é composto por uma quantidade considerável de indicadores que não

obtiveram uma avaliação positiva para a sustentabilidade do município.

### 3.2.2 Bem-estar ecológico

O sub-sistema bem-estar ecológico é composto por elementos relativos a terra, água, biodiversidade e paisagens e riscos florestais. As variáveis, respectivos índices e classificação quanto à sustentabilidade podem ser visualizados na Tabela 04.

**Tabela 04:** Índices do subsistema ecológico.

|                            | Indicadores                                      | Grau do BS | Representação gráfica        |
|----------------------------|--|------------|------------------------------|
| <b>BEM-ESTAR ECOLÓGICO</b> | <b>Terra</b>                                     |            |                              |
|                            | Terras em uso de lavoura temporária              | 100        | Sustentável                  |
|                            | Número de máquinas agrícolas                     | 1,88       | Insustentável                |
|                            | <b>Água</b>                                      |            |                              |
|                            | Acesso a sistema de abastecimento de água Urbana | 63,29      | Potencialmente sustentável   |
|                            | Acesso a sistema de abastecimento de água Rural  | 11,33      | Insustentável                |
|                            | Índice pluviométrico                             | 24,05      | Potencialmente insustentável |
|                            | Índice de qualidade das águas – IQA              | 63,46      | Potencialmente sustentável   |
|                            | <b>Biodiversidade e paisagem</b>                 |            |                              |
|                            | Áreas de conservação                             | 0,00       | Insustentável                |
|                            | <b>Riscos florestais</b>                         |            |                              |
|                            | Risco de incêndio florestal                      | 83,52      | Sustentável                  |

O elemento terra é composto pelos indicadores terras em uso de lavoura temporária e número de tratores nos estabelecimentos agrícolas. Em se tratando da variável quantidade de terras em uso de lavoura temporária, a mesma obteve o índice máximo (100), totalmente sustentável. Considerando que quanto maior a quantidade de terras disponíveis para o desenvolvimento de lavoura temporária, maiores as chances da cidade

desenvolver uma diversidade maior de cultivos temporários, a exemplo da cana-de-açúcar, o abacaxi, a batata-doce e a mandioca, que são consideradas as culturas que mais geram renda para o município. O valor do índice encontrado para esta variável é resultado do fato de Pedras de Fogo ser o município paraibano que dispõe da maior quantidade de hectares de terra para lavoura temporária, seguido de Santa Rita e Mamanguape (IBGE, 2006).

Em contrapartida, a variável relacionada ao uso de máquinas agrícolas, a exemplo de tratores, apresentou um índice totalmente insustentável (1,88). Atribui-se o desempenho deste indicador a pressão negativa acarretada pelo uso destas máquinas nos solos das plantações. O uso das máquinas agrícolas é um dos principais fatores que acarretam, por exemplo, a compactação e a infertilidade do solo, apesar de facilitar o processo produtivo.

No elemento água estão contemplados os indicadores referentes ao sistema de abastecimento, índice pluviométrico e qualidade das águas. O sistema de abastecimento de água na zona urbana de Pedras de Fogo apresentou um índice parcialmente sustentável de 63,29. Considerando que a rede de abastecimento é a forma adequada de levar água de qualidade para a população, a avaliação que se faz desta variável positiva, entretanto, não se pode desconsiderar a parcela da população que ainda não está sendo atendida por este serviço. Na zona rural, o sistema de abastecimento de água apresentou um índice considerado potencialmente insustentável de 11,33. O valor deste índice é decorrente da pequena cobertura do sistema para os moradores da zona rural, pouco deles dispõe de água encanada e a alternativa encontrada é a criação de poços ou “cacimbas” para captação da água de consumo próprio.

Com relação ao índice pluviométrico, o município apresentou um índice considerado potencialmente insustentável no valor de 24,05. Este índice corrobora com o extensivo período de seca que ocorreu no ano de 2012, sobretudo na região Nordeste. Com relação ao índice de qualidade das águas da região, observa-se um índice potencialmente sustentável (63,46). Neste caso considerou-se o índice de qualidade das águas do Rio Gramame, aferido pela Superintendência de Administração do Meio Ambiente da Paraíba (SUDEMA). O rio banha os municípios de Alhandra, Conde, Cruz do Espírito Santo, João Pessoa, Santa Rita, São Miguel de Taipu, mas suas nascentes encontram-se em Pedras de Fogo.

No elemento biodiversidade e paisagem encontra-se a variável “unidades de conservação”, que apresentou um índice totalmente insustentável, equivalente a 0,00. A Paraíba possui no total 30 unidades de conservação, no entanto, nenhuma delas está no município de Pedras de Fogo.

Com relação aos riscos florestais, a variável risco de incêndios florestais foi medida a partir da densidade de focos de calor encontrados por 1000 km<sup>2</sup> em 2012, a partir do monitoramento realizado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. No município de Pedras de Fogo, a incidência de focos foi mínima, e isso

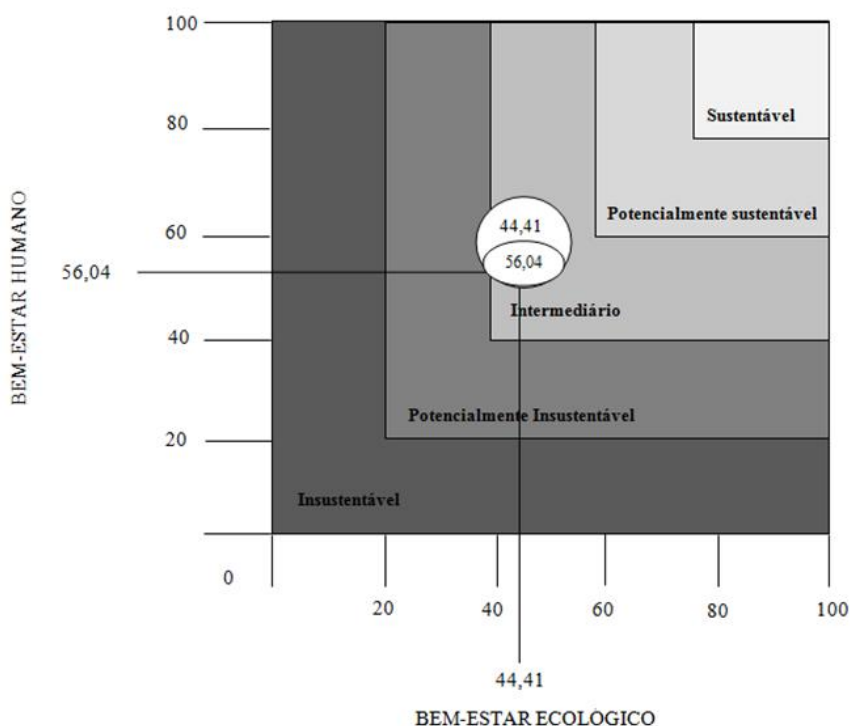
resultou em um índice potencialmente sustentável de 83,52 para esta variável.

Sendo assim, o índice final encontrado para o subsistema bem-estar também foi intermediário, e inferior ao índice do bem-estar humano, 44,41. Este índice denota a necessidade de ações voltadas para os elementos que apresentaram uma avaliação negativa para a sustentabilidade do município, sobretudo ações voltadas para reduzir os impactos causados pela seca na região.

### 3.3 Representação gráfica da situação do município a partir do Barometer of Sustainability

De maneira geral, o nível de sustentabilidade para Pedras de Fogo mensurado a partir do Barometer of Sustainability é intermediário, uma vez que subsistemas bem-estar humano e ecológico apresentam-se como intermediário. O índice final foi de 50,23, conforme representado graficamente na Figura 01.

**Figura 01:** Representação gráfica da sustentabilidade de Pedras de Fogo através do Barometer of Sustainability.



Os resultados encontrados com a aplicação do sistema de indicadores Barometer of Sustainability corroboram com avaliações anteriormente realizadas por Barbosa (2010) em seu estudo cujo um dos objetivos era avaliar a sustentabilidade

do município de Pedras de Fogo a partir do índice de Desenvolvimento Sustentável para Municípios – IDSM. Apesar de se tratar de metodologias distintas que avaliam indicadores também distintos, os resultados encontrados foram semelhantes

no que diz respeito aos fatores sociais e econômicos. O índice de sustentabilidade do município encontrado por Barbosa (2010) classifica-se como estado de alerta, principalmente pelas questões culturais avaliadas pela autora, porém não consideradas no presente estudo.

#### 4. CONCLUSÕES

As atividades relacionadas ao cultivo da cana-de-açúcar e as demais atividades do setor sucroalcooleiro caracterizam-se como elementos-chave na concepção e no que diz respeito à sustentabilidade do espaço onde estas atividades estão sendo desenvolvidas. Desse modo, a avaliação do desenvolvimento desta atividade a partir do Barometer of Sustainability possibilitou uma visão ampla dos principais aspectos sociais, econômicos e ambientais característicos de Pedras de Fogo - PB.

Os resultados encontrados com o levantamento dos dados remetem para o baixo nível de renda da população e uma concentração de rendimento considerada preocupante, as altas tarifas cobradas para o fornecimento de energia, além do déficit no sistema de abastecimento de água na zona rural, o extensivo período de seca que tem afetado a rentabilidade dos produtores e a ausência de unidades de conservação na região. Esta situação se configura em um índice de sustentabilidade intermediário.

Este trabalho possibilitou, portanto, a construção de um documento ou uma espécie de diagnóstico situacional que retrata as condições como são desenvolvidas as atividades no setor sucroalcooleiro, que fatores demandam maior atenção, e que fatores apresentaram um melhor desempenho e as suas implicações para o município.

#### 5. REFERÊNCIAS

- AESA – PB. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. **Monitoramento Pluviométrico**. Disponível em: < <http://site2.aesa.pb.gov.br/aesa/monitoramentoPluviometria.do?metodo=listarChuvasAnuaisAnterior> > Acesso em: Fevereiro de 2012.
- BARBOSA, M. de F.N. Práticas Ambientais, Competitividade e Sustentabilidade: um estudo exploratório em empresa do setor sucroalcooleiro no município de Pedras de Fogo - PB. 2010. 262f. (Tese de Doutorado em Recursos Naturais) - Pós-Graduação em Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, p. 141 e 142.
- BRAGATO, I. R. ; CORRÊA, D. A. ; SANTOS, M. R. Responsabilidade Social Corporativa No Setor Sucroalcooleiro: Um Estudo Sobre Percepções Das Externalidades Junto Ao Público Externo. **Revista de Administração da Unimep**. v.10, n.3, 2012.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Informações de Saúde Demográficas e Socioeconômicas**, 2010.



- Disponível em: <  
<http://tabnet.datasus.gov.br> >  
 Acesso em: Fevereiro de 2012.
- CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE .  
**Resolução CONAMA nº 357.**  
 Disponível em: <  
<http://www.mma.gov.br/port/conama> >. Acesso em 20 de Fevereiro de 2012.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Censo Agropecuário 2006.** Disponível em: <  
<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/ca/default.asp?z=p&o=2#2> > Acesso em Janeiro, 2012.
- \_\_\_\_\_. **Produção agrícola municipal 2010.** Vol. 37, 2010. CD-Rom. ISSN: 0101-3963.
- INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Portal do Monitoramento de Queimadas e Incêndios.** 2012. Disponível em <  
<http://www.inpe.br/queimadas/> >  
 Acesso em: 20 de Fevereiro de 2012.
- KRONEMBERGER, D. M. P.; CLEVELARIO Junior, J.; NASCIMENTO, J. A. S. do; COLLARES, J. E. R.; SILVA, L. C. D. da. **Desenvolvimento sustentável no Brasil: uma análise a partir da aplicação do barômetro da sustentabilidade.** Sociedade & natureza, Uberlândia, v.20, n.1, p.25-50, jun. 2008.
- LOUETTE, A. (org.) **Gestão do Conhecimento** Volume II: Compêndio de Indicadores de Sustentabilidade de Nações. 1.<sup>a</sup> edição. São Paulo: Antakarana Cultura Arte Ciência Ltda, 2009.
- MEADOWS, Donella, MEADOWS, Dennis, RANDERS, Jorgen, BEHRENS, William. **Os limites do crescimento.** Editora Qualitymark. 1<sup>a</sup> edição. 1972.
- MONTEIRO, J. M.; VEIGA, L. B. E.; COUTINHO, H. L. C. **Indicadores de desenvolvimento sustentável para avaliação de impactos associados à expansão da cana-de-açúcar para a produção de biocombustíveis: uma análise baseada nos indicadores de desenvolvimento sustentável da União Européia.** In: MALHEIROS, T. F.; PHILIPPI JUNIOR, A.; COUTINHO, S. M. V. Governança ambiental e indicadores de sustentabilidade: resultados do II workshop internacional de pesquisa de em indicadores de sustentabilidade – WIPIS 2008. São Carlos: EESC/USP, 2008.
- MONTGOMERY, D. C.; RUNGER, G. C. **Applied statistics and probability for engineers** (3ed). John Wiley & Sons, USA, 2003.
- PIACENTE, F. J. A Agroindústria canavieira e o sistema de Gestão das Usinas Localizadas nas Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá. 2005. 181 f. Dissertação (Mestrado). Unicamp, Campinas: Unicamp, 2005.
- SACHS, I. **Desenvolvimento Sustentável, bio-industrialização descentralizada e novas configurações rural-urbana: os casos da Índia e do Brasil.** In: VIEIRA, P. F., WEBER, J. Gestão de recursos naturais renováveis e desenvolvimento: novos desafios para a pesquisa ambiental. São Paulo, Editora Cortez, 1997, p. 469 – 494.
- UNCED - United Nations Conference on Environment and Development. **Agenda 21, the United Nations Programme of Action from Rio.** New York, UN Department of Public Information, 1992.
- WCED - World Commission on Environment and Development. **Our Common Future.** Oxford and New York: Oxford University Press, 1987.