ECONOMIA DA ENERGIA

TEXTOS SELECIONADOS

AUTORES

YOLANDA VIEIRA DE ABREU
ALAIZA LUIZ FURTADO
CIBELE RESPLANDE MARTINS
FELÍCIO ANTÔNIO DUARTE
FLÁVIO RAFAEL BONAMIGO
HÉLIDA CRISTINA NORONHA FIGUEIREDO
INGRID LORRANE DA SILVA
MARCIA CRISTINA GONÇALVES GOMES
RODRIGO SILVA DUTRA
THIAGO SANTOS RODRIGUES

Digitized by Google

ECONOMIA DA ENERGIA:

TEXTOS SELECIONADOS

Autores

NÚCLEO EM INTERUNIDADES EM DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, SOCIAL E ENERGÉTICO. UFT-TO-BR.

CURSO DE ECONOMIA E MESTRADO EM AGROENERGIA. UFT-TO-BRASIL

Profª Drª YOLANDA VIEIRA DE ABREU

yolanda@uft.edu.br

GRADUADOS EM ECONOMIA.UFT-TO-BRASIL

ALAIZA LUIZ FURTADO

THIAGO SANTOS RODRIGUES

PESQUISADORES EM AGROENERGIA.UFT–TO -BRASIL

Profª Drª YOLANDA VIEIRA DE ABREU

CIBELE RESPLANDE MARTINS

FELÍCIO ANTÔNIO DUARTE

HÉLIDA CRISTINA NORONHA FIGUEIREDO

INGRID LORRANE DA SILVA

RODRIGO SILVA DUTRA

MESTRE EM AGROENERGIA (UFT.TO.BR) E PROFESSORA IFTO-TO-BR

Profª MSc MARCIA CRISTINA GONÇALVES GOMES

MESTRE EM AGROENERGIA (UFT. TO. BR) E PROFESSOR FACDO-TO-BR

Prof. MSc FLÁVIO RAFAEL BONAMIGO

REVISORES

MARIANA DA COSTA MASCARENHAS MARTINS

NICOLE ALVES VIEIRA BORGES

Palmas (TO), Brasil

Digitized by Google

CONSELHO EDITORIAL
EUMED.NET
Universidad de Málaga. Espanha

Dr. Ramon Rivera Espinosa: Universidad Autónoma Chapingo y Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. Universidad Nacional Autónoma de México.

Dr. Jorge Alberto Lera Mejia. Universidad Autónoma de Tamaulipas.

Dra. Dulce María Quintero Romero. Universidad Autónoma de Guerrero.

PSIC. Arely Ramírez Cortés. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. UNAM.

Dra. Ana Mercedes Ocampo Hoyos, Phd. UNICUCES y Universidad Libre de Colombia, Seccional Cali.

Dr Jorge Ramon Gomez Peres. Conaculta. Mx.

Dra. Gloria Yaneth Flórez-Yepes. Universidad Católica de Manizales, Colombia.

Mtra. Laura Catalina Ossa Carrasquilla. Grupo de Investigación Aliados con el planeta. Facultad de Ingeniería. Universidad de Antioquia.

Mtro. Rigoberto Lárraga Lara. Universidad Autónoma de San Luis Potosí, UASLP.

Profesor José Alberto Martínez González. Universidad de La Laguna, España.

Profesor Isaías Covarrubias Marquina. Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado, Venezuela.

Catedrático Xochitl Tamez Martínez. Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.

Digitized by Google

EUMED.NET

ECONOMIA DA ENERGIA: TEXTOS SELECIONADOS

Autores e infomación del libro

Yolanda Vieira De Abreu
Alaiza Luiz Furtado
Cibele Resplande Martins
Felício Antônio Duarte
Flávio Rafael Bonamigo
Hélida Cristina Noronha Figueiredo
Ingrid Lorrane Da Silva
Marcia Cristina Gonçalves Gomes
Rodrigo Silva Dutra
Thiago Santos Rodrigues

Universidade Federal do Tocantins, Brasil

yolanda@uft.edu.br

ISBN-13: 978-84-17583-39-2

Para citar este libro puede utilizar el siguiente formato:

Yolanda Vieira De Abreu y col. (2019): "Economia da energia. Textos selecionados", Biblioteca virtual de Derecho, Economía, Ciencias Sociales y Tesis Doctorales (enero 2019). En línea:
https://www.eumed.net/libros/1804/index.html

Descargar en PDF

URL: https://www.eumed.net/libros/index.html
Sitio editado y mantenido por Servicios Académicos Intercontinentales S.L. B-93417426.

Digitized by Google

AGRADECIMENTOS

À família, aos amigos e aos alunos dos
Curso de Ciências Econômicas e do
Mestrado de Agroenergia
da Universidade Federal do Tocantins.

Núcleo em Interunidades em Desenvolvimento
Econômico, Social e Energético
UFT/TO. Brasil

Digitized by Google

"*Deus é a Lei e o legislador do Universo*"

Albert Einstein

Digitized by Google

RESUMO

Os pesquisadores do Núcleo em Interunidades em Desenvolvimento Econômico, Social e Energético da Universidade Federal do Tocantins (TO-BR) tiveram a iniciativa de lançar este livro tendo como alvo os pesquisadores, estudantes e profissionais da área de Economia da Energia. O mesmo está dividido em sete capítulos. Sendo que o primeiro tratou de explanar sobre o Programa Luz para Todos do governo federal brasileiro. No segundo analisou-se a crise do setor sucroalcooleiro no Brasil nos últimos dez anos. No terceiro apresentou-se a importância do zoneamento ambiental para o Estado do Tocantins e sua possível utilização como instrumento de políticas públicas. No quarto elaborou-se o estado da arte da produção de etanol de milho e da cana-de-açúcar. No quinto pode-se conhecer a ecoeficiência e suas ferramentas e apresentou um estudo de caso para o setor hospitalar. No sexto apresentou-se o estado da arte da evolução do consumo da lenha e carvão vegetal e as metodologias dos principais Balanços Energéticos do Brasil e do Mundo. No sétimo e último capítulo apresentou-se uma análise emergética da macaúba e seu potencial de exploração de modo equilibrado
Palavras Chaves: Economia da Energia. Agroenergia. Brasil.

RESUMEN

Los investigadores del Núcleo en Interunidadesen Desarrollo Económico, Social y Energético de la Universidad Federal de Tocantins (TO-BR) tuvieron la iniciativa de lanzar este libro teniendo como público a los investigadores, estudiantes y profesionales del área de Economía de la Energía. El mismo está dividido en siete capítulos. Siendo que el primero trató de explicar sobre el Programa Luz para Todos del gobierno federal brasileño. En el segundo se analizó la crisis del sector sucroalcoholero en Brasil en los últimos diez años. En el tercero se presentó la importancia de la zonificación ambiental para el Estado de Tocantins y su posible utilización como instrumento de políticas públicas. En el cuarto se elaboró el estado del arte de la producción de etanol de maíz y de la caña de azúcar. En el quinto se puede conocer la ecoeficiencia y sus herramientas y presentó un estudio de caso para el sector hospitalario. En el sexto se presentó el estado del arte de la evolución del consumo de leña y carbón vegetal y las metodologías de los principales Balances Energéticos de Brasil y del Mundo. En el séptimo y último capítulo se presentó una análisis emergética e de la macaúba y su potencial de explotación de modo equilibrado.
Palabras Claves: Economía de la Energía. Agroenergía. Brasil

ABSTRACT

Researchers at the Inter-unities Center for Economic, Social and Energy Development of the Federal University of Tocantins (TO-BR) had the initiative to launch this book, targeting researchers, students and professionals in the area of Energy Economics. It is divided into seven chapters. The first one explains about the Light for All Program of the Federal Government of Brazil. In the second, the crisis of the sugar-alcohol industry in the last ten years in Brazil is analyzed. The third one presents the importance of environmental zoning for the State of Tocantins and its possible use as an instrument of public policies. In the fourth chapter, the state of the art of ethanol production from maize and sugar cane is elaborated. The fifth chapter is about the eco-efficiency and its tools, and a case study for the hospital sector is presented. In the sixth, the state of the art of the evolution of wood and charcoal consumption as well as the methodologies of the main Energy Balances of Brazil and Worldwide are presented. In the seventh and last chapter, an emergy analysis of macauba palm and its potential for exploration in a balanced way is presented.
Keywords: Energy Economics. Agroenergy. Brazil.

Digitized by Google

SUMÁRIO

CAPITULO 1:Programa Luz Para Todos (PLPT) no Brasil 08

CAPITULO 2:Estudo da crise sucroalcooleira no brasilnos últimos 10 anos 46

CAPITULO 3: Zoneamento ambiental do Estado do Tocantins, políticas públicas e agroenergéticas 77

CAPITULO 4: A produção de etanol de milho e de cana-de-açúcar 99

CAPITULO 5: Proposta de ecoeficiência para o Hospital Geral de Palmas Dr. Francisco Ayres 139

CAPITULO 6: Evolução do consumo de lenha e carvão vegetal no cenário nacional e internacional entre a década de 1970 e de 2016 173

CAPITULO 7: Análise emergética da macaúba quando destinada à produção de biodiesel. 193

Digitized by Google

CAPITULO 1

PROGRAMA LUZ PARA TODOS (PLPT) NO BRASIL.

Digitized by Google

PROGRAMA LUZ PARA TODOS (PLPT) NO BRASIL.

RESUMO

Este estudo teve como meta identificar qual o alcance do Programa Luz Para Todos (PLPT) no Brasil. Utilizou-se do processo metodológico descritivo, exploratório, explicativo e bibliográfico. O período estudado foi de sua implantação no ano de 2004 até a última fase lançada em abril de 2018. O PLPT preconiza o acesso à energia elétrica, que é um direito constitucional, e um fator gerador de desenvolvimento. Esse se iniciou após a identificação de 2 milhões de famílias que viviam sem acesso à energia elétrica no meio rural, de acordo com o Censo 2.000. Ao longo da execução do programa identificou-se novas famílias que não estavam contempladas no Censo, gerando novas necessidades e novas fases do PLPT. Estima-se que 12 milhões de pessoas foram alcançadas por meio deste em todo o Brasil e que os benefícios gerados vão além do acesso à luz elétrica em suas casas, proporcionando também conforto, saúde, educação, segurança, emprego e renda. Como conclusão identificou-se que apesar das dificuldades para cumprir as metas estabelecidas dentro do prazo, os avanços alcançados foram extremamente expressivos e positivos, tendo em vista que o acesso à energia elétrica gera novas oportunidades para as famílias e as comunidades alcançadas.

Palavras-chave: Universalização do Acesso à Energia Elétrica; Luz Para Todos, Brasil.

1INTRODUÇÃO

Desde o século XX, o Sistema Elétrico Brasileiro vem passando por grandes transformações, no que diz respeito a geração e a comercialização de energia elétrica. Tais transformações ocorreram pelo desgaste do antigo modelo existente ao longo dos anos até o início de 1990. O Estado tinha o papel de ser o supridor majoritário de energia elétrica no Brasil, por meio de empresas estatais verticalizadas, ou seja, que atuavam em todas as fases do Sistema Elétrico Brasileiro, da geração até a entrega da energia ao consumidor final.

Esse modelo exauriu-se devido à falta de investimentos no setor, resultado de uma situação de endividamento das empresas estatais, e por utilizar essas empresas como mecanismo de políticas econômicas, além de outros fatores externos, como o aumento dos juros ocasionada pela crise do petróleo (ABREU, 1999).

A solução encontrada pelo Governo Federal foi aplicar um modelo que já estava sendo implantado em outros países, que era promover mudanças nas

Digitized by Google

empresas do setor elétrico, desmembrando a estrutura verticalizada das mesmas, ou seja, que essas empresas passariam a atuar apenas em um segmento do setor elétrico; e a privatização do setor de geração e comercialização de energia elétrica.

Essa medida tinha como objetivo expandir o Sistema Elétrico Brasileiro, aumentando os investimentos privados no setor da geração, com vista a garantir o abastecimento de energia elétrica no país e promover a livre concorrência na geração e comercialização de energia elétrica, gerando competitividade e dinâmica comercial no setor.

Nesse cenário surgiram as figuras do Produtor Independente de Energia Elétrica (PIE) e do Consumidor Livre (CL) mas, permaneceu a figura do Consumidor Cativo de Energia Elétrica (CC), que não pode escolher o fornecedor do serviço.

A reestruturação do setor elétrico teve como um dos seus objetivos, promover o crescimento do setor e garantir o fornecimento de energia elétrica para todo o país. Para alcançar tal objetivo, foram desenvolvidos ao longo dos anos, programas que visavam a universalização do acesso à energia, contudo, tal universalização ainda não foi alcançada. Assim, este trabalho busca entender por que esse objetivo não foi atingido, e se justifica pelo fato de ainda haver muitas famílias que não possuem acesso ao uso da energia elétrica, apesar desse acesso ser um direito garantido por lei a todos os brasileiros sem distinção.

A questão que este estudo tem como meta é responder qual foi o alcance da universalização do acesso da energia elétrica no Brasil por meio do Programa Luz para Todos (PLPT). Pretende-se apresentar e analisar os resultados do programa do governo federal Luz Para Todos no Brasil, apresentar as razões da universalização do acesso à energia elétrica.

O processo metodológico utilizado para a realização deste trabalho foi descritivo, explicativo, explanatório e se caracteriza por uma pesquisa bibliográfica de caráter qualitativo. Utilizou-se para consulta livros, artigos, relatórios de pesquisa, relatórios de empresas, teses, dissertações e outros. Foram consultados, também, sites de empresas e órgãos tais como: Empresa de Pesquisa Energética (EPE), Ministério de Minas e Energia (MME), Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), MDA Pesquisas, entre outros. Os métodos utilizados visam *descrever* o contexto histórico e a evolução da produção da energia elétrica no Brasil; *explicar* de que forma o programa tem sido utilizado pelo governo para promover a

Digitized by Google

universalização do acesso à energia elétrica, e *explanar*, por se ter uma visão do problema e da situação do setor.

2 O DIREITO AO ACESSO A ENERGIA

A energia elétrica é um insumo essencial à sociedade e ao desenvolvimento socioeconômico. No Brasil, a energia elétrica provém de diferentes fontes e é fornecida através de um enorme sistema que integra a geração, transmissão e distribuição.

2.1 Direito ao acesso à energia elétrica como primordial para o desenvolvimento humano

Mediante a afirmativa de Goldemberg (1998, p.1), que é "A energia elétrica é um ingrediente essencial para o desenvolvimento", percebe-se a importância do bem ou mercadoria para uma nação. De acordo com Myrdal (1986 *apud* SOUZA, 2009), uma das causas da desigualdade que impede o desenvolvimento de determinada localidade é o ciclo vicioso *pobreza-doença-pobreza,* que gera um processo circular acumulativo.

De acordo com a teoria da causação circular e acumulativa, uma localidade pobre tende a permanecer cada vez mais pobre, ter menor renda, poupança e investimentos, reduzindo as taxas de retorno do capital e a propensão a investir, resultando em baixa taxa de crescimento, fechando assim o ciclo vicioso do subdesenvolvimento (SOUZA, 2009).

De acordo com Costa (2002), o processo acumulativo, quando não controlado, promoverá desigualdades crescentes. A tendência natural do processo acumulativo é distanciar-se do equilíbrio e aumentar cada vez mais a desigualdade, as regiões ricas acumularão ainda mais riquezas e as pobres acumularão mais deficiências e dificuldades de renda e emprego. Por exemplo, o fechamento de uma fábrica em uma região pobre gera efeitos descendentes que afetam diretamente o emprego direto e indireto, a renda, as finanças públicas e a população, que por sua vez, provocará uma nova onda de redução da renda e do emprego. Os efeitos ascendentes seriam exatamente o oposto, gerando acúmulo de riqueza (OLIVEIRA, 2008).

Esses efeitos, também, chamados de efeitos propulsores e efeitos regressivos, aceleram o processo de acumulação. Os grandes centros possuem um maior

Digitized by Google

dinamismo de crescimento, e criam um processo migratório seletivo, em detrimento das regiões mais pobres; destas saem a população jovem, com maior capacidade técnica e de trabalho, permanecendo a população menos produtiva, idosos, crianças e inativos. O capital também migra, buscando taxas de retornos mais elevadas nas áreas centrais. E além dessas migrações, as regiões mais pobres apresentam deficiências em infraestrutura, estradas, energia, meios de comunicações, escolas técnicas, hospitais e em outras atividades que promovem efeitos propulsores (SOUZA, 2009).

Esses efeitos podem ser reduzidos com a interferência do Estado, geralmente este auxilia por meio de subsídios ou ajuda financeira, transferindo renda das regiões ricas às mais carentes (COSTA, 2002). O governo reduz as desigualdades aplicando esses recursos principalmente em infraestrutura, projetos de irrigação e em outras obras sociais.

Hirschman (1977, *apud* COSTA, 2002) sugeriu a implantação de atividades diretamente produtivas na periferia, pois a implantação de portos, ferrovias, rodovias e usinas geradoras de energia podem não ser suficientes, quando a atividade industrial for apenas um começo.

Neste sentido, observa-se que o acesso à energia elétrica tende a ser um gerador de efeito propulsor nas regiões mais pobres, pois este tende a motivar novas práticas produtivas e gerar um ambiente mais propício à instalação de novos empreendimentos.

O economista indiano Amartya Sen (2010), em seu livro Desenvolvimento como Liberdade, afirma que o desenvolvimento é um processo de expansão das liberdades reais que as pessoas desfrutam. Para ele, todas as formas de crescimento para se tornar desenvolvido tem que, por algum meio, gerar liberdades substantivas para a sociedade, seja na esfera social, econômica, democrática, do mercado ou da justiça, se o crescimento não promove liberdade se torna apenas um indicador de crescimento.

O autor diz que:

> O Desenvolvimento requer que se remova as principais fontes de privações de liberdade: pobreza e tirania, carência de oportunidades econômicas e destituição social sistemática, negligência dos serviços públicos e intolerância ou interferência excessiva de Estados repressivos. (SEN, 2010, p.16,17).

Digitized by Google

Ou seja, para se ter de fato desenvolvimento é necessário que os indivíduos tenham liberdades substanciais, sejam livres de todos os tipos de privações que os impeçam de exercer a sua liberdade.

Existem duas razões pelas quais a liberdade se torna o ponto central para o processo de desenvolvimento:

> 1) A razão avaliatória: a avaliação do progresso tem de ser feita verificando-se primordialmente se houve aumento das liberdades das pessoas.
> 2) A razão da eficácia: a realização do desenvolvimento depende inteiramente da livre condição de agente das pessoas. (SEN, 2010 p.17).

De acordo com o economista indiano, o processo de desenvolvimento deve ser avaliado pela perspectiva da liberdade das pessoas, se houve liberdade então houve desenvolvimento, e a eficácia do desenvolvimento ocorre quando as pessoas possuem a condição de agentes livres.

A respeito dessa livre condição de agente, Sen (2010, p.18) diz que a "livre condição de agente não só é, em si, uma parte 'constitutiva' do desenvolvimento, mas também contribui para fortalecer outros tipos de condições de agentes livres". Portanto, ele conclui que "a negação de oportunidades de transação, por meio de controles arbitrários, pode ser, uma fonte de privação de liberdade" (SEN, 2010 p.42).

Nessa perspectiva, o resultado do desenvolvimento é a inteira liberdade de privações das pessoas, independente de quem são essas pessoas, da sua riqueza, da escolaridade que possui, entre outros controles que geram privações na sociedade, e até mesmo a privação, que a própria pessoa se impõe não querendo tal liberdade, sobre isso Amartya (2010, p.56) faz a seguinte afirmação:

> O processo de desenvolvimento, quando julgado pela ampliação da liberdade humana, precisa incluir a eliminação da privação dessa pessoa. Mesmo se ela não tivesse interesse imediato em exercer a liberdade de expressão ou de participação, ainda assim seria uma privação de suas liberdades se ela não pudesse ter escolhas nessas questões.

Neste sentido, o acesso à energia elétrica na modernidade é essencial para que o ser humano possa exercer suas capacidades de trabalhar, se desenvolver, estudar, progredir e cuidar de sua saúde. O acesso à energia elétrica é condição obrigatória para a ampliação da liberdade humana. Por isso, a Constituição Brasileira, através art. 6 da Lei 8.987 de fevereiro de 1995, diz:

Digitized by Google

> **Art. 6º** Toda concessão ou permissão pressupõe a prestação de serviço adequado ao pleno atendimento dos usuários, conforme estabelecido nesta Lei, nas normas pertinentes e no respectivo contrato.
> § 1o Serviço adequado é o que satisfaz as condições de regularidade, continuidade, eficiência, segurança, atualidade, generalidade, cortesia na sua prestação e modicidade das tarifas.
> § 2o A atualidade compreende a modernidade das técnicas, do equipamento e das instalações e a sua conservação, bem como a melhoria e expansão do serviço.
> **Art. 7º**. Sem prejuízo do disposto na Lei no 8.078, de 11 de setembro de 1990, são direitos e obrigações dos usuários:
> I - receber serviço adequado;
> II - receber do poder concedente e da concessionária informações para a defesa de interesses individuais ou coletivos;
> III - obter e utilizar o serviço, com liberdade de escolha entre vários prestadores de serviços, quando for o caso, observadas as normas do poder concedente (BRASIL, 1995).

Sendo assim, todo cidadão brasileiro possui o direito de receber um serviço adequado com regularidade de fornecimento de energia elétrica. E ainda na Lei nº 9.074 de 7 de julho de 1995, Art. 3°, diz que o serviço deve ser prestado sem exclusão:

> Art. 3o Na aplicação dos arts. 42, 43 e 44 da Lei no 8.987, de 1995, serão observadas pelo poder concedente as seguintes determinações:
> I - garantia da continuidade na prestação dos serviços públicos;
> II - prioridade para conclusão de obras paralisadas ou em atraso;
> III - aumento da eficiência das empresas concessionárias, visando à elevação da competitividade global da economia nacional;
> IV - atendimento abrangente ao mercado, sem exclusão das populações de baixa renda e das áreas de baixa densidade populacional inclusive as rurais;
> V -uso racional dos bens coletivos, inclusive os recursos naturais. (BRASIL, 1995)

Considerando a responsabilidade do Estado em prover o acesso ao serviço público para a população, é seu dever garantir o acesso abrangente e sem exclusão ao serviço de energia elétrica a toda a população, para que de igual modo, todos possam desfrutar deste benefício, independente das forças de mercado.

3. PROGRAMAS DESTINADOS A UNIVERSALIZAÇÃO DO ACESSO À ENERGIA ELÉTRICA

A universalização do acesso à energia elétrica, tem a ver com a ideia de garantir que todo cidadão tenha acesso à energia, fazendo valer as leis que garantem esse direito comum. Sendo assim, o governo vem ao longo do tempo elaborando mecanismos para que a universalização se torne uma realidade para cada cidadão. Conforme Fugimoto (2005), os principais programas e ações do governo para promover a universalização do acesso à energia elétrica foram os seguintes:

Digitized by Google

a) Cooperativas de eletrificação rural

Inicialmente as primeiras ligações de energia elétrica realizadas em áreas rurais, ocorreram por meio de cooperativas que foram surgindo na década de 1940, por pequenos grupos de agricultores do Rio Grande do Sul e que aos poucos foram alcançando alguns incentivos por parte do governo, como prioridade em financiamentos, podendo receber auxílios por parte do governo Federal, Estadual e Municipal (FUGIMOTO, 2005).

b) Programa Nacional de Eletrificação Rural – PNER

Em 1970, através do Decreto nº 67.052, criou-se o Grupo Executivo de Eletrificação Rural (GEER), subordinado ao Ministério da Agricultura, que instituiu o Fundo de Eletrificação Rural (FUER), com o objetivo de gerir os recursos destinados às cooperativas. Por meio desse regulamento, originou-se o Primeiro Programa Nacional de Eletrificação Rural (I PNER). Esse programa atendeu a 28.056 propriedades rurais, em nove estados da federação, no período de 1970 a 1976, possibilitando a implantação de 16.446km de redes de distribuição rural, e também incentivou o surgimento da maioria das cooperativas atuais. O Segundo Programa de Eletrificação Rural (II PNER) foi implementado no período de 1978 a 1982, o programa atendeu a 56.667 propriedades rurais, possibilitou a implantação de 31.428km de redes de distribuição rural e atendeu a 18 estados e o Distrito Federal. O Terceiro Plano de Eletrificação Rural (III PNER) surgiu em 1984 com o objetivo de eletrificar 34.500 propriedades, para isso seriam construídos 25.000km de linhas de distribuição rural, abrangendo 14 estados e o Distrito Federal. Porém, foram eletrificadas apenas 4.402 propriedades rurais com recursos oriundos do I e II PNER, pois o orçamento de US$ 138 milhões não foi aportado (FUGIMOTO, 2005).

c) Programa de Eletrificação Rural

Esse programa surgiu em 1976, período entre o I e o II PNER, através da criação do Departamento de Eletrificação Rural (DEER) da Eletrobrás, atuando em conjunto com as concessionárias de distribuição de energia elétrica, com o objetivo de garantir o suprimento de energia elétrica no setor rural. Por meio desse programa foram eletrificadas 117.100 propriedades rurais, e implantadas 64.500km de linhas de distribuição rural em 16 estados e o Distrito Federal, utilizou-se financiamentos com

Digitized by Google

prazo de 20 anos, com 7 anos de carência e juros a 12%a.a., e sem correção monetária (FUGIMOTO, 2005).

d) Copel e Cemig

Criado em 1983, através de um financiamento firmado pela Eletrobrás com o Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD), envolvendo investimentos na ordem de US$ 704 milhões, para implantação da eletrificação rural na Companhia Paranaense de Energia – Copel e na Companhia Energética de Minas Gerais – Cemig. Foram eletrificadas 225 mil propriedades entre 1984 a 1988(FUGIMOTO, 2005).

e) Programa Luz da Terra

Esse programa foi implantado no período de 1997 a 2003, e surgiu com a instituição da Comissão de Eletrificação Rural do Estado de São Paulo – CERESP, cujo objetivo era atender a população mais pobre e eliminar o déficit de eletrificação das propriedades rurais do estado de São Paulo. O programa teve 6 fases no período em que foi implantado e teve aproximadamente 20 mil ligações elétricas, apenas 10% da sua meta inicial estimada em 200 mil ligações (FUGIMOTO, 2005).

f) Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios – PRODEEM

Instituído pelo Decreto presidencial em 27 de dezembro de 1994, esse programa era destinado às propriedades rurais dispersas, que não eram supridas pela rede convencional de energia elétrica, por isso, esse programa utilizava fontes locais renováveis e autossustentáveis com o objetivo de promover o desenvolvimento dessas localidades. No período de 1994 a 2002 foram implantadas as fases de I a IV do programa, correspondendo a aproximadamente 6.000 sistemas fotovoltaicos; a fase V foi implantada a partir de 2002 com a aquisição de 9.000 sistemas. Em 2001 o TCU identificou que dos 1.020 equipamentos auditados apenas 241 estavam instalados e funcionando, 135 foram instalados, mas não estavam funcionando, 138 estocados, 470 inexistentes e 45 em outras condições (FUGIMOTO, 2005).

g) Programa Luz no Campo

Digitized by Google

O Programa Nacional de Eletrificação Rural Luz no Campo, foi criado em 1999 pelo Decreto presidencial de 2 de dezembro de 1999, tendo como objetivo eletrificar 1 milhão de propriedades rurais até 2002, os recursos para a realização do programa viriam da Reserva Global de Reversão (RGR), e destinavam-se diretamente às concessionárias distribuidoras de energia elétrica. O prazo de carência para pagamento era de 24 meses, com taxa de juros de 5%a.a. e taxa de administração de 1%a.a. Até janeiro de 2004, o programa havia realizado 570 mil ligações, embora a meta não tenha sido alcançada, o programa se tornou o de maior relevância dentre os programas executados de eletrificação rural no Brasil até o seu surgimento (FUGIMOTO, 2005).

h) Programa Luz para todos

Em 11 de novembro de 2003, após uma forte crise de abastecimento de energia elétrica, o Governo Federal por meio do Decreto nº 4.873/2003, lança o Programa Nacional de Universalização do acesso e uso da Energia Elétrica – "Luz para Todos". Esse programa nasceu com o objetivo de levar o acesso à energia elétrica para as famílias residentes em áreas rurais, de forma gratuita, dando preferência às famílias que participam do programa Brasil sem miséria, assentamentos, ribeirinhos, quilombos, escolas rurais, pequenos agricultores, famílias em reservas extrativistas que foram afetadas por empreendimentos do setor elétrico, e poços de água comunitários. O programa contava com recursos oriundos da Conta de Desenvolvimento Energético – CDE, da Reserva Global de Reversão – RGR, de agentes do setor elétrico, da participação dos estados, municípios e outros destinados ao Programa. O papel de coordenar o projeto estava a cargo do MME e operacionalizado pela Eletrobrás com a participação das empresas que compõem o sistema Eletrobrás. Para gerir o projeto foi instituída a Comissão Nacional de Universalização, um Comitê Gestor Nacional e Comitês Gestores Estaduais, que em conjunto exerceriam a gestão compartilhada do Programa Luz para Todos – PLPT (BRASIL, 2003).

No Decreto nº 4.873 de 11 de novembro de 2003, também foram definidas as prioridades do PLPT, conforme segue:

> I – Programas em municípios com índices de atendimento acima de 85% de acordo com o censo de 2000.

Digitized by Google

II - Projetos de eletrificação rural que beneficiem populações atingidas por barragens, cuja responsabilidade não esteja definida para o executor do empreendimento;

III - Projetos de eletrificação rural que enfoquem o uso produtivo da energia elétrica e que fomentem o desenvolvimento local integrado;

IV - Projetos de eletrificação rural em escolas públicas, postos de saúde e poços de abastecimento d'água;

V - Projetos de eletrificação rural que visem atender assentamentos rurais;

VI - Projetos de eletrificação para o desenvolvimento da agricultura familiar (BRASIL,2003).

Inicialmente o PLPT tinha como meta alcançar, até o ano de 2008, o atendimento em energia elétrica à parcela da população do meio rural brasileiro que ainda não possui acesso a esse serviço público, conforme o mapa de exclusão do acesso à energia elétrica divulgado pelo IBGE.

4. RESULTADO E DISCUSSÃO

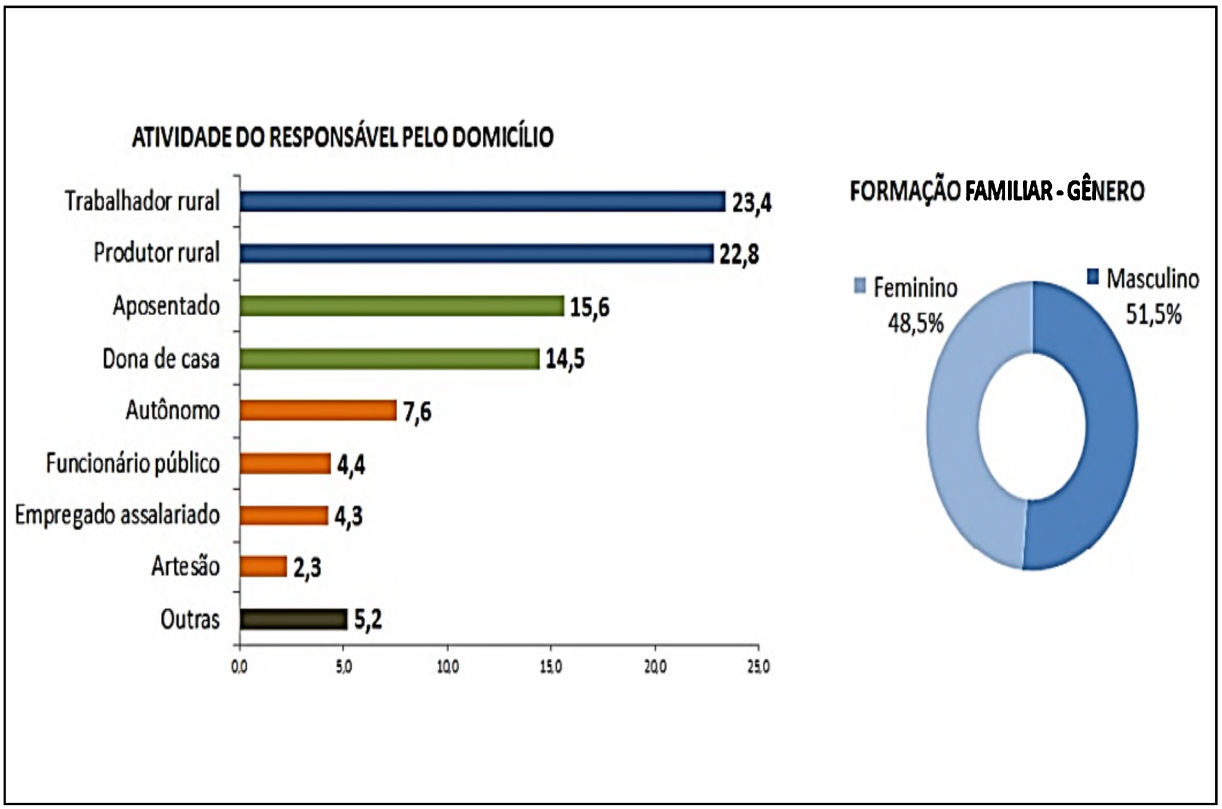
4.1 Programa Luz para Todos (PLPT)

O PLPT surgiu por meio das experiências obtidas com programas anteriores, destacando-se o Programa Luz no Campo, mantendo a Eletrobrás com o papel de executora e permanecendo sem custo para os usuários. Além disso, deveria contar com o aporte financeiro dos governos estaduais e uma contrapartida das concessionárias de distribuição de energia da região (IICA, 2011).

De acordo com os estudos realizados para a implantação do PLPT, a população mais afetada pela falta de energia elétrica está na área rural, por estes domicílios se encontrarem distantes da rede de transmissão ou, muitas vezes, por não ter condições financeiras para arcar com os custos de puxar a rede elétrica até a residência.

Digitized by Google

Figura 1: Perfil do beneficiário quanto a sua atividade produtiva



Fonte: MDA PESQUISAS, 2014.

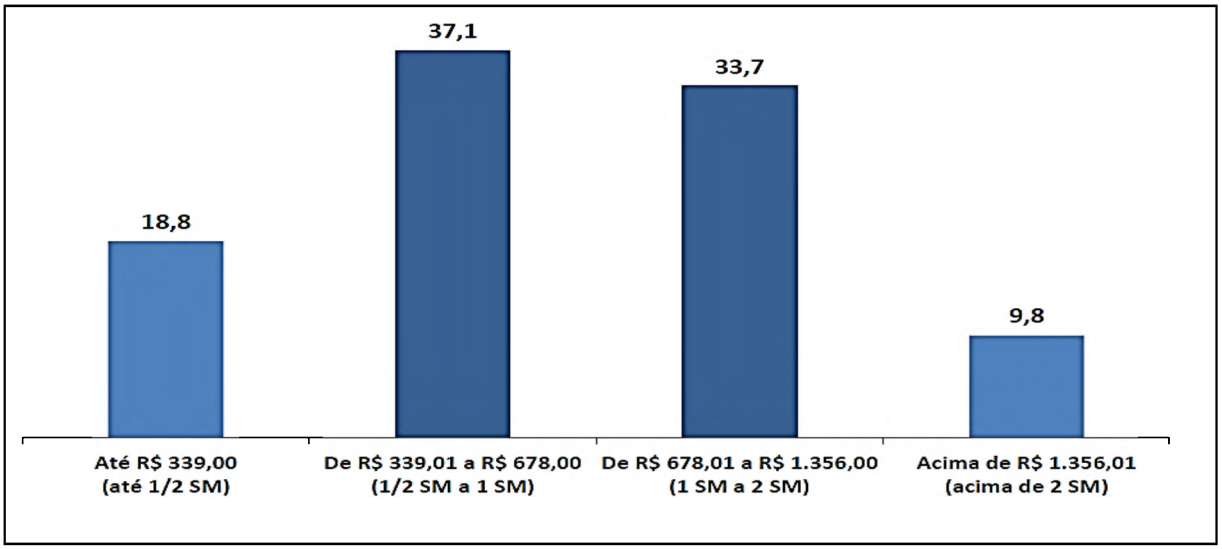
Os dados apresentados na Figura 1 mostram que aproximadamente 46,2% dos beneficiários exercem suas atividades produtivas na zona rural, sendo 23,4% trabalhadores em propriedades rurais e 22,8% produtores rurais. A figura também mostra, que a maioria desses beneficiários são homens (51,5%).

Estudos ainda indicavam que 90% dessas famílias possuíam renda inferior a 3 salários mínimos (IICA, 2011). Na Figura 2, podemos identificar o percentual de beneficiados pelo programa de acordo com a renda.

De acordo com os dados da MDA Pesquisas (Figura 2), 89,6% dos beneficiados possuíam renda menor que dois salários mínimos, dos quais a maior parte possui entre meio a um salário mínimo. Isso mostra que na realidade o nível de renda das famílias é ainda menor do que o previsto nos estudos, que era de três salários mínimos.

Digitized by Google

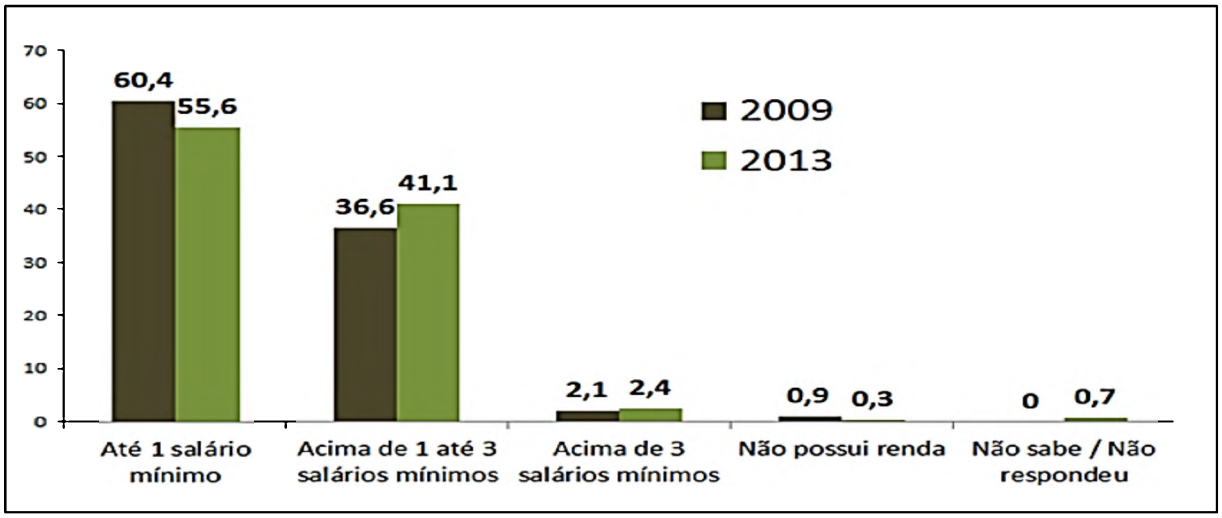
Figura 2: Percentual de beneficiários por nível de renda



Fonte: MDA PESQUISAS, 2014.

De acordo com a Figura 3, os beneficiários do PLPT tiveram uma melhora em sua renda média, comparando o ano de 2009 com o ano de 2013.

Figura 3: Evolução na renda média familiar do beneficiado pelo PLPT (2009 – 2013)



Fonte: MDA PESQUISAS, 2014.

Percebe-se uma queda de 4,8 pontos percentuais dos beneficiados com renda inferior a 1 salário mínimo; para a faixa de renda média acima de 1 e até 3 salários mínimos, houve uma evolução de 4,5 pontos percentuais; para a faixa média acima de 3 salários mínimos também houve uma evolução na casa de 0,3 pontos percentuais, e para os beneficiários sem renda mensal o indicador caiu de 0,9% para

Digitized by Google

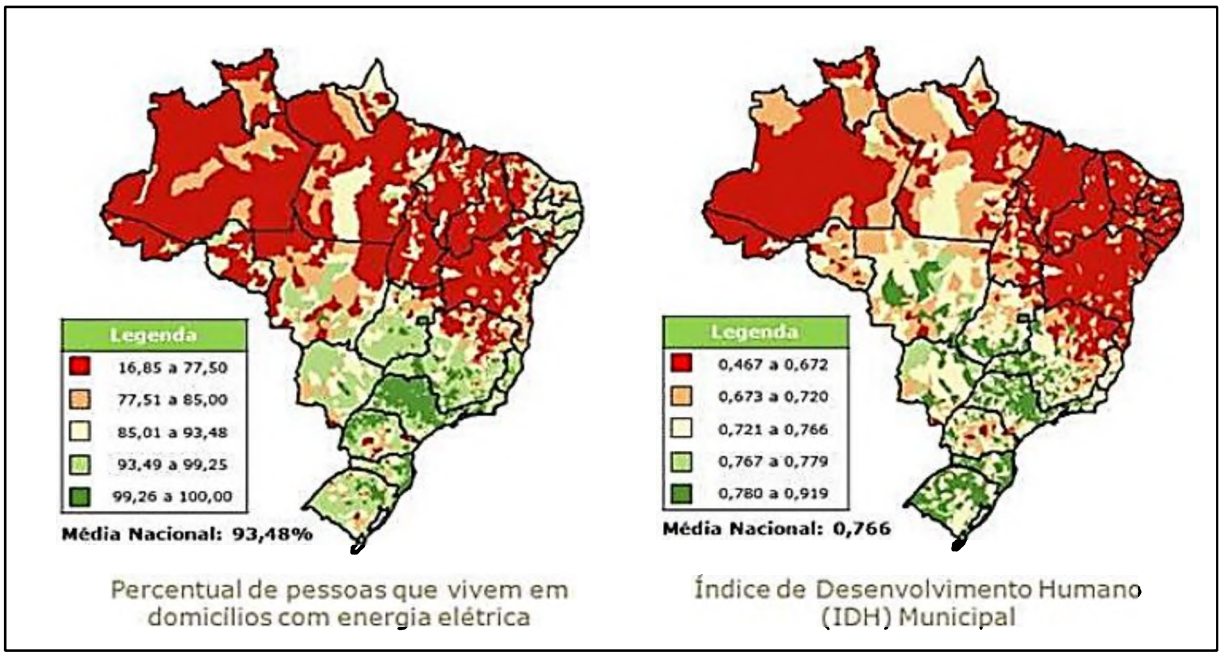
0,3%. Neste sentido, pode-se afirmar que o PLPT, através das ligações realizadas, contribuiu para a melhora na renda média dos beneficiados pelo programa.

Em vários casos a rede de transmissão passava próximo das residências, porém, muitas pessoas não possuíam recursos para trazê-la a sua residência, por isso, o PLPT optou pelo fornecimento e instalação, de maneira gratuita, de um ramal de conexão, padrão de entrada e kit de instalação interna, compostos por:

- Ramal de conexão: condutores e acessórios utilizados entre o medidor e a unidade consumidora;
- Padrão de entrada: poste de ligação, ramal de ligação, caixa de medição, disjuntor de entrada, medidor, aterramento, disjuntores do quadro de distribuição interna, etc.;
- Kit de instalação interna: um ponto de luz por cômodo com o limite de até 3 pontos de luz, duas tomadas, condutores, lâmpadas e demais materiais elétricos (IICA, 2011).

De acordo com a Eletrobrás, os municípios que estão na faixa de exclusão elétrica, em sua maioria, possuem baixo nível de desenvolvimento humano, conforme mapa apresentado no relatório síntese dos 10 anos do PLPT (ELETROBRÁS, 2013).

Figura 4: Mapa exclusão elétrica x Índice de desenvolvimento humano



Fonte: ELETROBRAS, 2014

Ainda por meio da Figura 4, observa-se que a maior concentração de domicílios sem o acesso à energia elétrica se encontra nas regiões Norte e Nordeste, pode-se

Digitized by Google

também afirmar que a falta de energia elétrica tem influenciado no baixo índice de desenvolvimento humano dessas regiões.

4.2 Fonte dos recursos financeiros do PLPT

De acordo com o Ministério de Minas e Energia (MME), através do manual de projetos especiais do ano de 2009, a origem dos recursos para o programa seria:

> Os recursos necessários ao desenvolvimento dos Projetos Especiais são de 85 % (oitenta e cinco por cento), sob forma de subvenção econômica (CDE) e 15% de contrapartida dos Agentes Executores. A subvenção econômica destina-se, em sua totalidade, à cobertura dos Custos Diretos, inclusive aqueles relacionados à elaboração do projeto e topografia terceirizados (MME, 2009 p.6).

De acordo com Silva (2016), as quatro fontes de recursos para estabelecer as metas do PLPT são:

a) Conta de Desenvolvimento Energético – CDE
b) Governos Estaduais
c) Reserva Global de Reversão – RGR
d) Concessionárias

a) Conta de Desenvolvimento Energético – CDE

De acordo com a ANEEL, a Conta de Desenvolvimento Energético – CDE, corresponde a um encargo setorial que possui diversos objetivos, como o financiamento do PLPT, conceder descontos tarifários aos usuários de tarifas sociais (baixa renda, rural, irrigante, etc.), custear a geração em sistemas isolados, entre outros. Os recursos são arrecadados através das quotas pagas anualmente pelos agentes que comercializam energia elétrica, pelos encargos tarifários ao utilizar o sistema de transmissão e distribuição, pagamentos anuais feitos pelos concessionários, multas aplicadas pela ANEEL, e transferências feitas pelo governo Federal (ANEEL, 2017).

De acordo com o Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura – IICA, a CDE participada seguinte forma:

> A CDE disponibiliza recursos a título de subvenção econômica (fundo perdido). O principal critério para alocação dos recursos da CDE entre os agentes executores baseia-se nas carências regionais, na antecipação das metas e na mitigação, por área de concessão, do potencial impacto tarifário proporcionado pelo Programa (IICA, 2011 p.61).

b) Governos Estaduais

Digitized by Google

Cada estado e município também deveria participar a título de subvenção econômica, definido a partir da assinatura de um termo de compromisso, onde estão as metas de atendimento rural e os percentuais de participação financeira de cada fonte de recurso que compõem o PLPT (IICA, 2011).

c) Reserva Global de Reversão (RGR)

A RGR foi criada em 1957 pelo Decreto nº 41.019, com a finalidade de constituir um fundo para cobertura dos gastos da União com indenizações de eventuais reversões de concessões vinculadas ao serviço de energia elétrica, com o tempo houve a necessidade de ampliar a cobertura da RGR, que passou a ser usada em projetos de geração, transmissão, distribuição, eficiência energética, iluminação pública e universalização do acesso à energia elétrica em todo o Brasil. Sendo pelo menos a metade dos recursos destinados para as regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, conforme estabelecido em lei (ELETROBRAS, 2010).

Segundo o IICA (2011, p.61), a participação da RGR nos recursos do PLPT dar-se-ia da seguinte maneira:

> No que se refere à RGR, instituída pelo Decreto nº 41.019, de 26 de fevereiro de 1957, os recursos arrecadados são disponibilizados para o Programa PLPT na forma de financiamento, em complemento às demais fontes ora citadas. A RGR poderá, ainda, ser utilizada como subvenção econômica, na forma da Lei nº 10.762, de 11 de novembro de 2003.

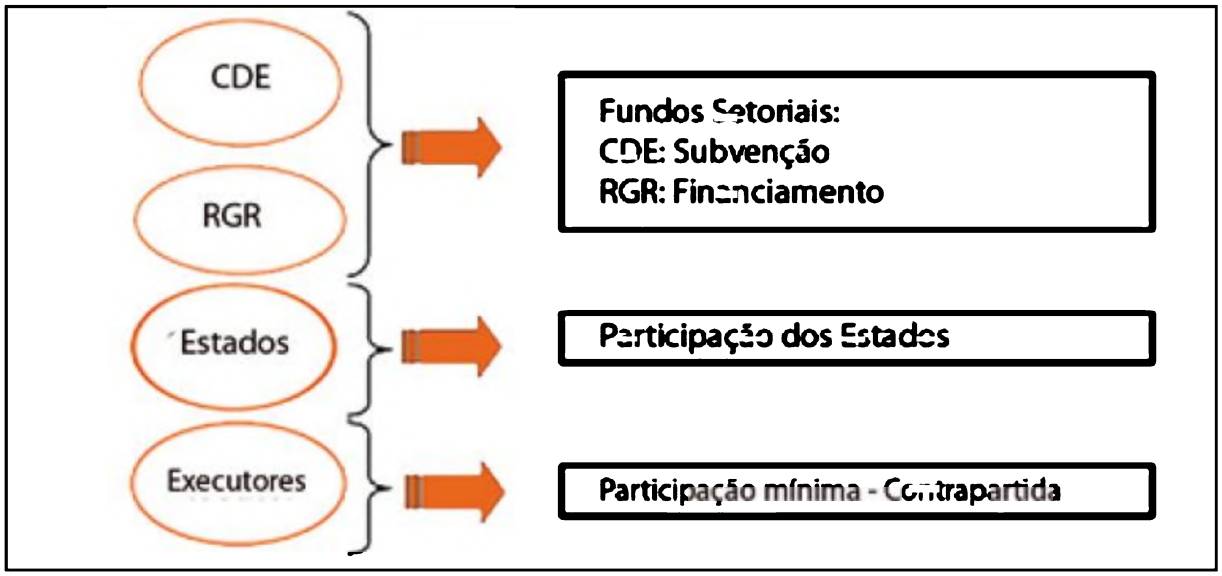
d) Concessionárias

São os agentes executores do PLPT: o MME por meio da Eletrobrás e da Concessionária. O MME é quem define a participação financeira das concessionárias no programa, sendo formalizado contrato por meio da Eletrobrás, e em média, a Concessionária participa com 10% a 15% dos investimentos aprovados para o programa (SILVA, 2016). Através da Figura 5, observa-se como era a participação de cada fonte de recurso destinado ao PLPT:

Por meio da Figura 5, pode-se verificar as fontes de recursos monetários que dão suporte ao PLPT, e na Figura 6 verifica-se o montante de capital investido e os valores advindos de cada fonte de recursos até 2013.

Digitized by Google

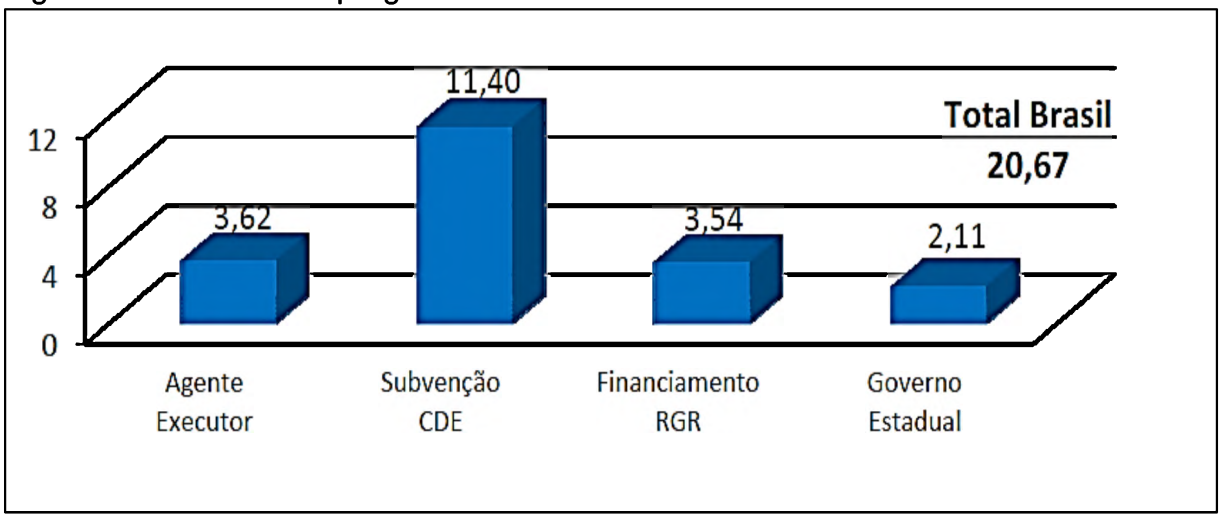
Figura 5: Participação das fontes de recursos do PLTP



Fonte: IICA, 2011.

De acordo com a Figura 6, pode-se perceber que o maior montante de recursos investidos no PLPT originou-se da Conta de Desenvolvimento Energético (CDE), representando 55% de todos os investimentos aplicados no programa até outubro de 2013, conforme publicado no "Relatório Síntese 10 Anos" elaborado pela Eletronorte (ELETRONORTE, 2013), os outros recursos foram 17,5% dos agentes executores, 17% de financiamentos da Reserva Global de Reversão (RGR),e outros 10,2% são recursos dos governos estaduais.

Figura 6: Recursos do programa PLPT e suas fontes em outubro de 2013



Fonte: ELETROBRAS, 2014.

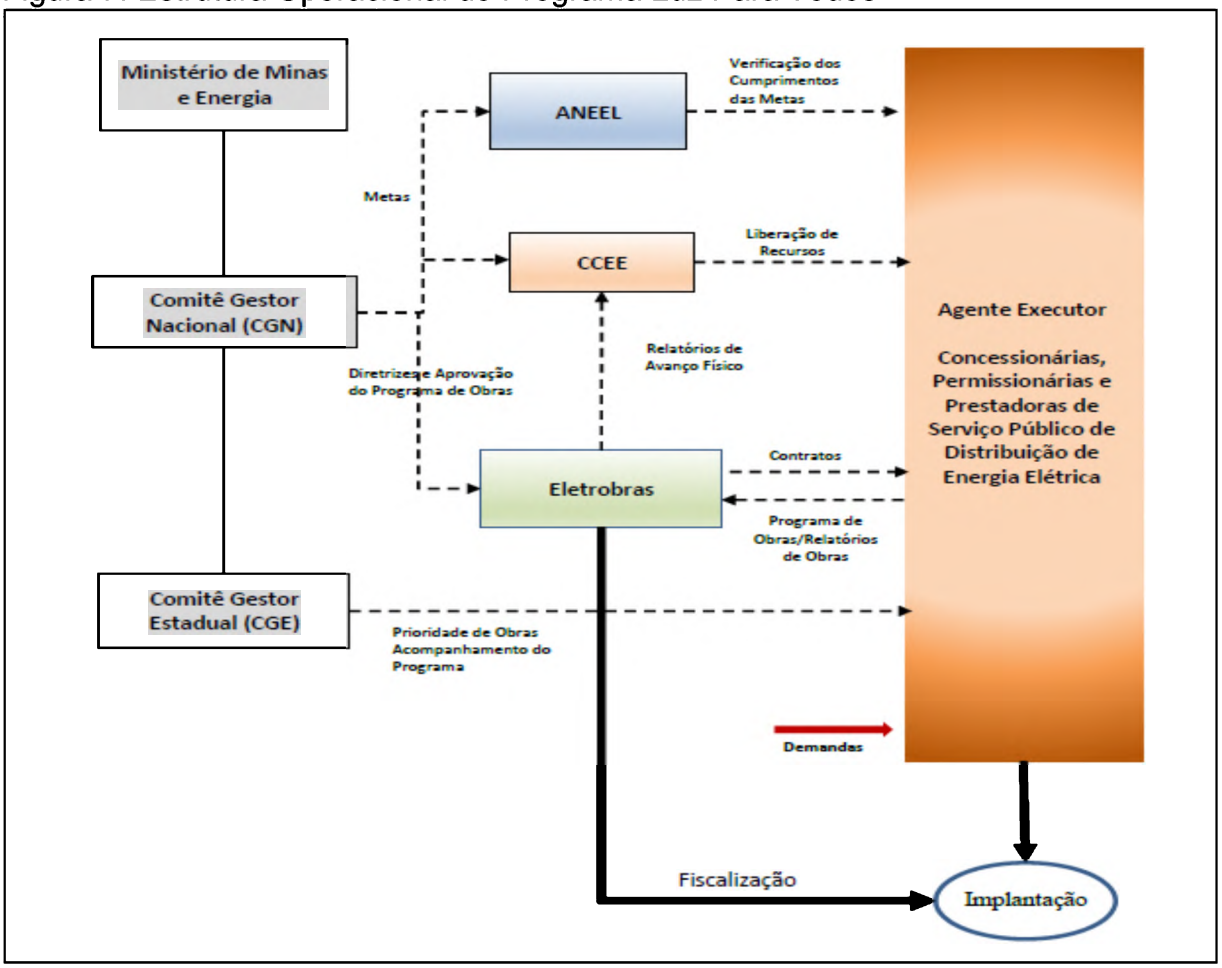
Digitized by Google

Vale ressaltar que os recursos de subvenção que correspondem a 55% dos investimentos no PLPT, são valores depositados na CDE pelas distribuidoras, e repassados aos consumidores de forma tarifária, o que pode ser entendido como investimentos com recursos diretamente da população atendida pelo sistema elétrico brasileiro.

4.3 Estrutura operacional do programa luz para todos

A estrutura do PLPT é composta de um Comitê Gestor Nacional de Universalização (CGN) e dos Comitês Gestores Estaduais (CGE's), que exercem a gestão compartilhada do programa (Figura 7). Essa estrutura foi determinada pelo Decreto no 7.520, de 8 de julho de 2011.

Figura 7: Estrutura Operacional do Programa Luz Para Todos



Fonte: PLPT, Manual de operacionalização para o período de 2015 a 2018. (MME, 2015)

4.3.1 Ministério de Minas e Energia – MME

Digitized by Google

Nessa estrutura, cabe ao Ministério de Minas e Energia – MME coordenar o PLPT, estabelecendo as políticas para as ações do programa, assim como definindo e acompanhando as metas e os prazos para a sua execução em cada estado ou área de concessão ou permissão para sua implantação (Figura 7). Cabe ainda ao MME, a reponsabilidade de assinar o Termo de Compromisso com os agentes executores, com a participação da ANEEL, da CCEE e da Eletrobrás, relativo à responsabilidade das partes quanto a recursos e metas anuais a serem seguidas. O Ministério de Minas e Energia é o coordenador do Comitê Gestor Nacional de Universalização (CGN) e dos Comitês Gestores Estaduais (CGE's). A nomeação dos coordenadores de cada CGE, também é uma atribuição no MME.

4.3.2 Comitê Gestor Nacional de Universalização – CGN

O CGN, é composto pelos representantes do MME, da Eletrobrás, da ANNEL, da CCEE e dos presidentes da Eletronorte, Furnas, Chesf e Eletrosul (Figura 7). Esse comitê é o responsável por solicitar, receber e avaliar relatórios, informações e dados fornecidos pelos CGE's. Também atua como mediador das discordâncias que podem prejudicar o andamento do programa, além de observar o atendimento das metas na Região e a realização orçamentária do PLT.

a. Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL

I - publicar as resoluções com as metas e os prazos para cada estado ou área de concessão ou permissão, de acordo com o estabelecido pelo MME;

II - os Planos de Universalização e fiscalizar o cumprimento das metas e prazos do programa "LUZ PARA TODOS";

III - assinar, como interveniente, os Termos de Compromisso.

b. Câmara de Comercio de Energia Elétrica – CCEE

I – gerir a CDE nos termos da lei;

II – assinar como interveniente os Termos de Compromissos celebrados entre MME e agentes

Executores;

III – Liberar aos agentes executores recursos financeiros oriundos da CDE, para o programa de obras autorizados pelo MME;

Digitized by Google

IV – Encaminhar os comprovantes dos repasses dos recursos financeiros da CDE ao agente executor para o MME e a Eletrobrás;
V – Disponibilizar no site da CCEE informações relacionadas ao repasse de recursos;
VI – Encaminhar relatório do fluxo do caixa mensalmente para a Eletrobrás e ao MME;
VII – Reter e repassar a Eletrobrás a taxa de ressarcimento dos custos administrativos;
VIII – Efetuar cobrança de recursos da CDE;
IX – Elaborar eventuais acertos de contas, de débito e crédito, dos agentes com obrigação e benefícios pendentes relativos ao recurso da CDE, aplicados ao mesmo Luz para Todos.

c. Centrais Elétricas Brasileiras S.A. – Eletrobrás

As empresas que compõem a Eletrobrás são: Eletronorte, Chesf, Furnas e Eletrosul. Tendo as seguintes atribuições dentro do programa:
I – Atuar no sentido de promover estrutura física e logística para os CGE's;
II – Atuar no sentido de garantir a implantação das diretrizes do MME;
III- Informar o MME sobre o andamento das ações do programa em sua área de atuação;
IV – Articular o apoio de órgãos e instituições federais, para os CGE's.

d. Agentes executores

É composto por concessionárias, permissionárias de distribuição de energia elétrica. Suas atribuições são:
I – Assinar termo de compromisso com o MME;
II – Levantar e registrar as demandas da sua área de atuação, identificando o tipo de comunidade;
III – Encaminhar para o CGE a relação por município da demanda registrada em sua área de atuação;
IV – Elaborar programa de obras para atendimento da relação de pedidos priorizados de acordo com os critérios estabelecidos;
V – Encaminhar para a Eletrobrás o programa de obras, para análise técnica e orçamentárias;
VI – Firmar contrato com a Eletrobrás e com a Caixa Econômica, para a implantação do programa de Obras;

Digitized by Google

VII - Informar mensalmente ao MME a situação dos recursos repassados pelo Governo Federal para a execução das obras;
VIII – Implantar o programa de obras, de acordo com as prioridades do CGE;
IX – Encaminhar relatórios à Eletrobrás, sempre que for solicitado;
X – Prestar contas à Eletrobrás, do andamento físico e financeiro da obra;
XI – Identificar, no sistema computacional todo o cliente atendido pelo programa PLPT, prestando informações a CGN sempre que solicitado;
XII – Instalar, obrigatoriamente placas de obras do programa PLPT, conforme critérios estabelecidos;
XIII – Prestar informações sobre o uso adequado eficiente de energia elétrica e alertá-lo quanto aos cuidados necessários para segurança;
XIV – Promover com energia elétrica o conjunto de instalações, que se enquadra no programa.

4.3.3 *Comitês Gestores Estaduais - CGE's*

O CGE é composto por representante do MME; representante do Governo Estadual; representante da ANEEL; representante das associações de prefeitos do estado; representante das concessionárias de distribuição do Estado; representante das permissionárias de Distribuição do Estado, quando o agente executor do programa, e demais representantes definidos pelo coordenador da CGE, em conjunto com o representante do Governo do Estado.

As principais atribuições deste comitê são:
I - Encaminhar pedidos de ligações para o agente executor;
II - Elaborar cada programa de obras, classificar os pedidos de ligações rurais que não foram atendidos e que se encontram registrados junto aos agentes executores;
III - A provar e encaminhar os pedidos de ligações para o MME;
IV - Identificar a quantidade de domicílios por município, classificados de acordo com os critérios estabelecidos;
V - Atuar visando o cumprimento das metas e dos prazos definidos pela ANEEL, para os agentes executores;
VI – Acompanhar a execução física e financeira das obras;
VII - Articular ações que promovam o uso social e produtivo da energia elétrica;

Digitized by Google

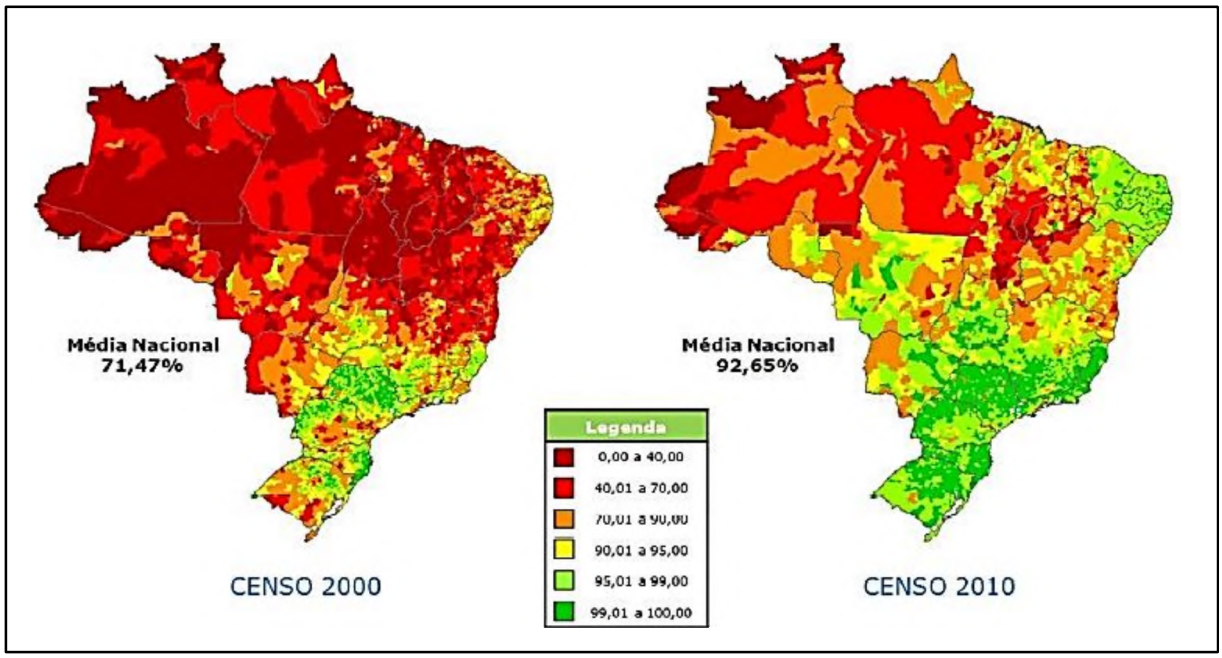
VIII – Encaminhar relatórios para a empresa Eletrobrás atuante em sua região, sobre as atividades desenvolvidas no CGE, incluindo acompanhamento físico e financeiro e a relação das ligações efetuadas em cada mês.

Ao observar toda a estrutura operacional do PLPT (Figura 7), pode-se ver que a ANEEL, a CCEE e a Eletrobrás possuem papéis importantes e atuações diferentes no programa. A ANEEL, fica a cargo das metas e dos resultados, a CCEE é responsável por liberar os recursos financeiros para as distribuidoras e a Eletrobrás faz a gestão dos contratos, do programa de obras, e fiscaliza a implantação.

4.4Resultados do Programa Luz para Todos (PLPT)

O PLPT tem como objetivo, atualmente, atender até 2018, a população rural que não tem acesso à energia elétrica. De acordo com o relatório síntese dos 10 anos do PLPT, houve uma significativa redução da exclusão elétrica; a média nacional de acesso à energia elétrica, que em 2000 era de 71,47% da população, passou para 92,65% até o ano 2010 (ELETROBRAS, 2013). Podemos observar nitidamente a evolução do acesso à energia, conforme apresentado na Figura 8:

Figura 8: Percentual de domicílios rurais com acesso à energia elétrica



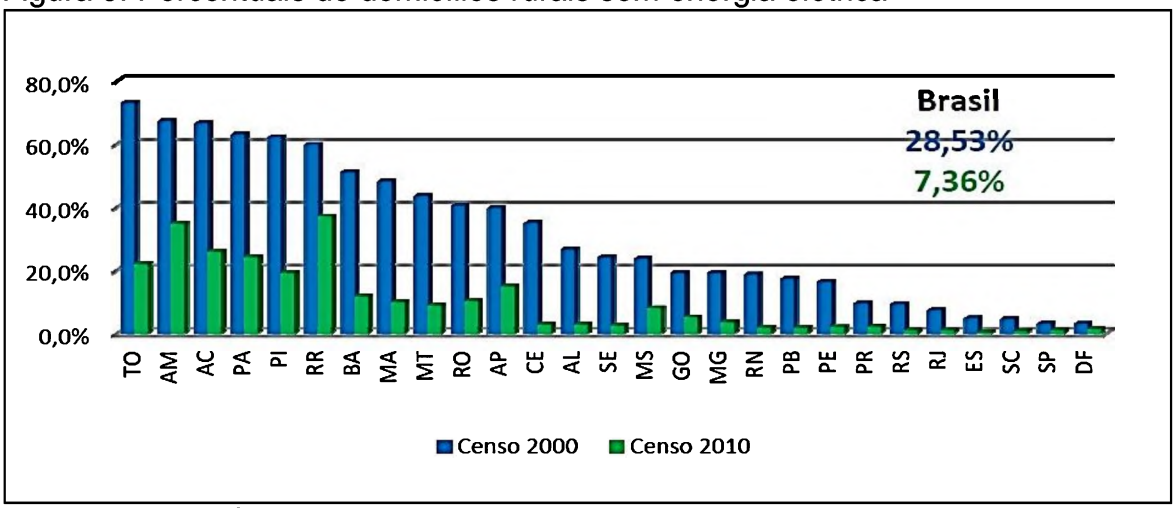
Fonte: ELETROBRAS, 2013

Observa-se o grande avanço alcançado pelo PLPT, tomando por base a quantidade de domicílios rurais sem acesso à energia elétrica, o que pode ser

Digitized by Google

reforçado ao se considerar os dados do censo 2000 e 2010 (Figura 9), pode-se ver, que todos os estados da federação tiveram significativa melhoria no indicador de acesso à energia elétrica. Houve redução, saindo de 28,53% de domicílios sem acesso à energia elétrica, para 7,36%.

Figura 9: Percentuais de domicílios rurais sem energia elétrica

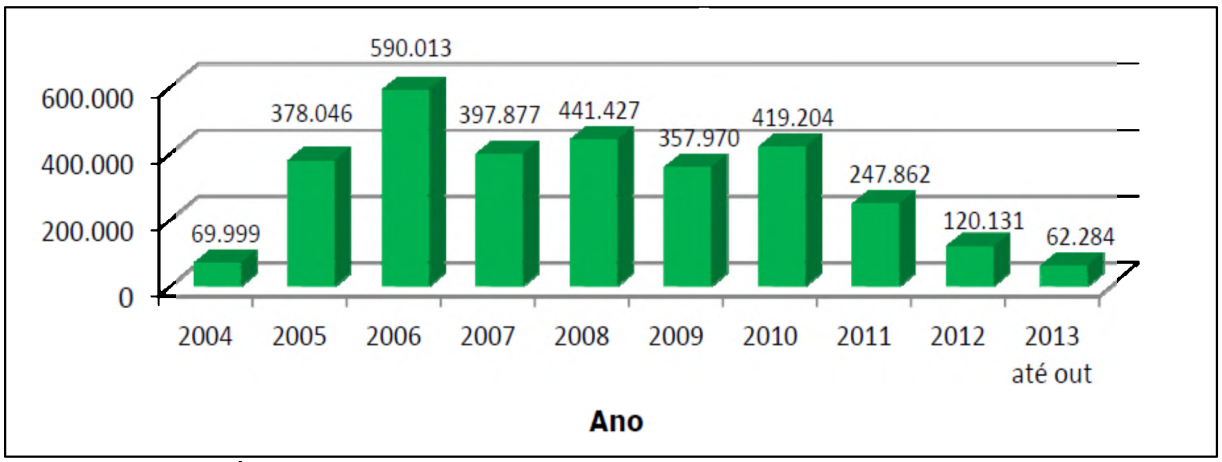


Fonte: ELETROBRÁS, 2013.

Ainda de acordo com o relatório síntese da Eletrobrás (Figura 10), até outubro de 2013 foram aprovados e concluídos 301 programas de obras, e 108 projetos especiais, tendo a participação de 88 agentes executores (ELETROBRÁS, 2014).

.

Figura 10: Consumidores atendidos pelo PLPT



Fonte: ELETROBRÁS, 2014.

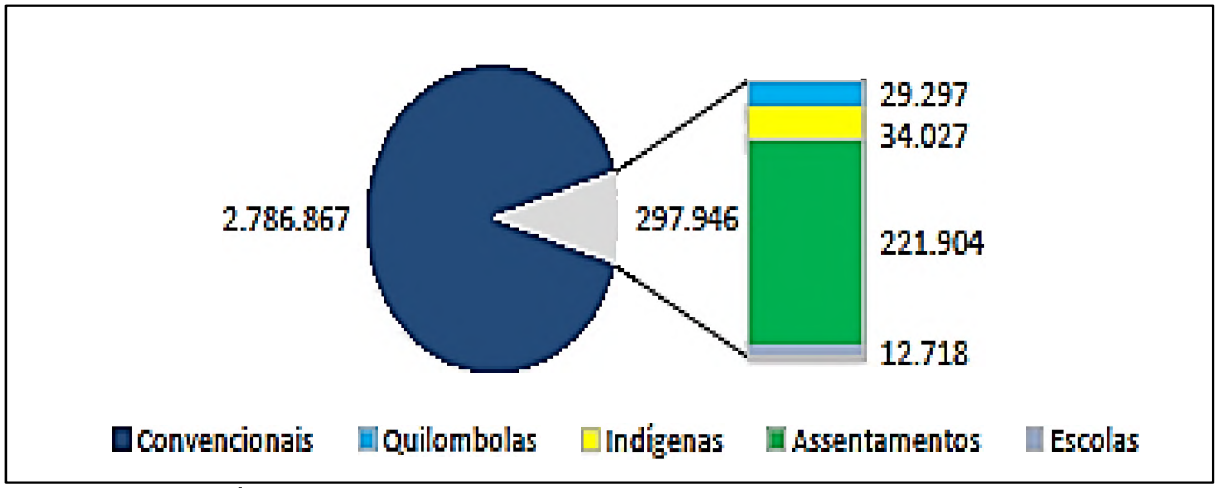
Ao todo participaram 53 concessionárias de distribuição de energia elétrica e 35 cooperativas de eletrificação rural, cuja meta era de 3.215.858 ligações previstas

Digitized by Google

até o final de 2013, e até outubro de 2013 já tinha sido realizado o total de 3.084.813 ligações no âmbito do programa, conforme apresentado na Figura 10 (ELETROBRÁS, 2014).

Nota-se que em 2006 foi realizado o maior volume de ligações, neste ano o governo federal antecipou as metas de universalização através da Resolução Normativa n° 175 em 15 de dezembro de 2005, que tinha o prazo até o ano 2010, em alguns casos até 2015, para que a universalização do acesso fosse concluída até 2008 (Figura 10).

Figura 11: Tipos de Atendimento do PLPT até outubro de 2013



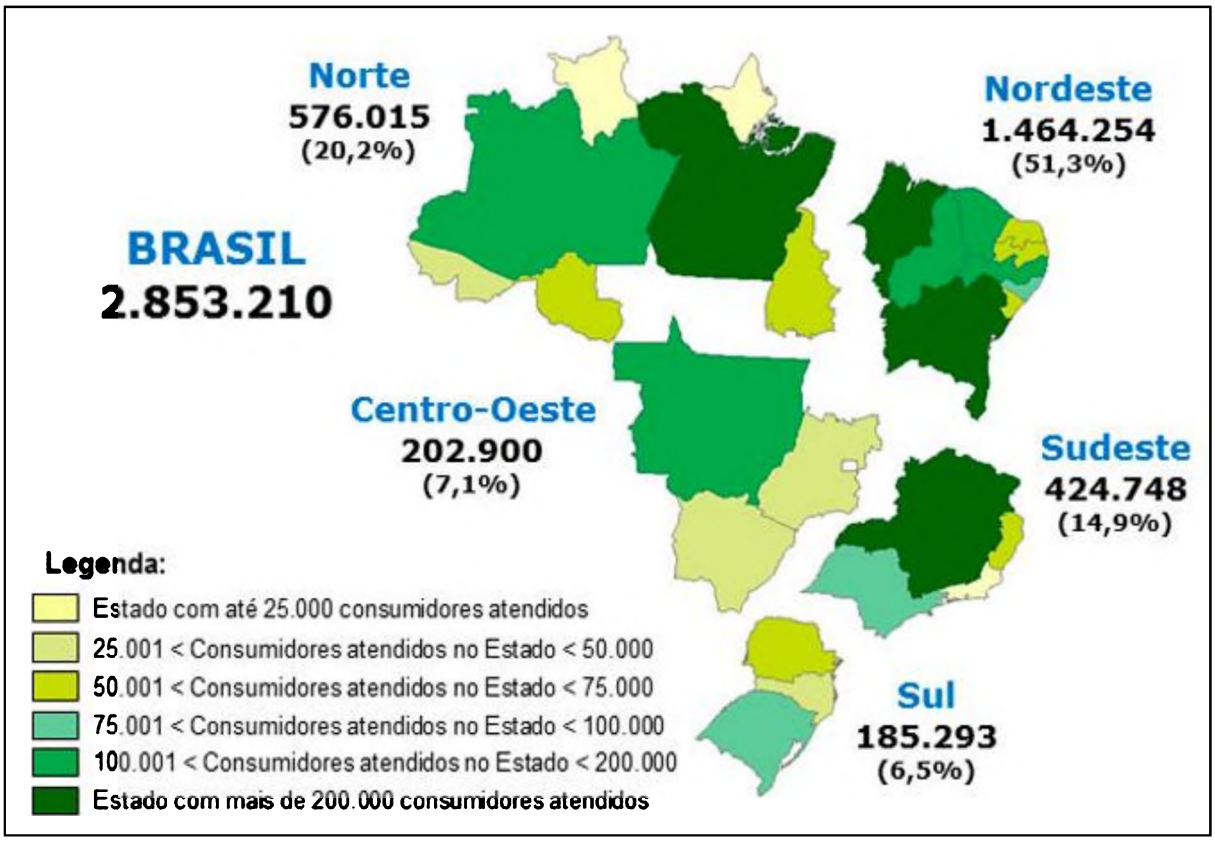
Fonte: ELETROBRÁS, 2014

De acordo com o relatório da Eletrobrás (Figura 11), das 3.084.946 ligações executadas, 297.946, cerca de 10,7% foram ligações não convencionais, sendo realizadas em comunidades quilombolas (29.297 ligações), indígenas (34.027 ligações), a maior parte em assentamentos (221.904), e ainda 12.718 ligações em escolas.

Por meio da Figura 12, extraída do site da Eletrobrás, pode-se ver a quantidade e o percentual de atendimentos realizados dividido pelas regiões do Brasil. De todos os atendimentos realizados, a região nordeste foi a mais beneficiada pelo programa com 51,3% de todos os atendimentos do país, em seguida, vem a região norte com 20,2% de atendimentos.

Digitized by Google

Figura 12: Consumidores Atendidos (contratos Eletrobrás até outubro de.2013)



Fonte: ELETROBRAS, 2016.

Isso levando em consideração apenas os contratos firmados com a Eletrobrás até dezembro de 2016. A Figura 12 ainda mostra quais foram os estados com maior quantidade de atendimentos, os quais estão destacados em verde escuro, e que também podem ser identificados pelo número total de consumidores atendidos de acordo com a Tabela 1.

De acordo com os dados (Tabela 1), a Bahia se destaca como o estado com maior número de consumidores atendidos, com 512.552 ligações, logo depois vem o Maranhão, com 334.149, o Pará com 299.184 e Minas Gerais com 266.135. O estado que teve menos consumidores atendidos foi o Amapá com 4.834 ligações, mas, o mesmo possui 15.069 contratos assinados que serão atendidos até o final do programa. Dados mais recentes apontam que até o final de 2016, os recursos para o PLPT totalizavam R$ 23,2 bilhões, sendo 73% referentes a recursos setoriais administrados pela Eletronorte, sendo liberado até 2016 um porcentual de 84% do total estabelecido, um valor de R$ 16,9 bilhões

Digitized by Google

Tabela 1: Consumidores atendidos pelo programa PLPT

Estado	Consumidores atendidos (total)	Consumidores atendidos (contratos encerrados)	Consumidores atendidos (contratos em andamento)	Consumidores a atender (contratos em andamento)
AC	36.840	31.822	5.018	8.596
AL	94.191	89.037	5.154	5.325
AM	100.468	90.103	10.365	17.350
AP	4.834	2.048	2.786	15.069
BA	512.552	466.920	45.632	25.009
CE	138.293	127.063	11.230	3.424
ES	55.041	55.041	-	-
GO	39.807	26.558	13.249	5.319
MA	334.149	333.117	1.032	7.710
MG	266.135	266.135	-	-
MS	41.971	36.338	5.633	608
MT	121.122	118.966	2.156	3.575
PA	299.184	260.046	39.138	37.240
PB	55.357	55.357	-	-
PE	102.157	102.157	-	-
PI	121.108	99.416	21.692	25.118
PR	72.804	72.804	-	-
RJ	21.926	20.644	1.282	513
RN	53.353	53.353	-	-
RO	54.299	52.278	2.021	4.389
RR	11.319	2.573	8.746	942
RS	84.612	84.612	-	-
SC	27.877	27.877	-	-
SE	53.094	53.094	-	-
SP	81.646	80.390	1.256	2.203
TO	69.071	66.178	2.893	5.082
Brasil	**2.853.210**	**2.673.927**	**179.283**	**167.472**

Fonte: Eletrobrás, 2016.

. O PLPT realizou, ao longo de 2016, o total de 73.641 ligações, acumulando um total de 3.331.727 ligações efetuadas desde o seu início em 2004 (ELETROBRAS, 2016).

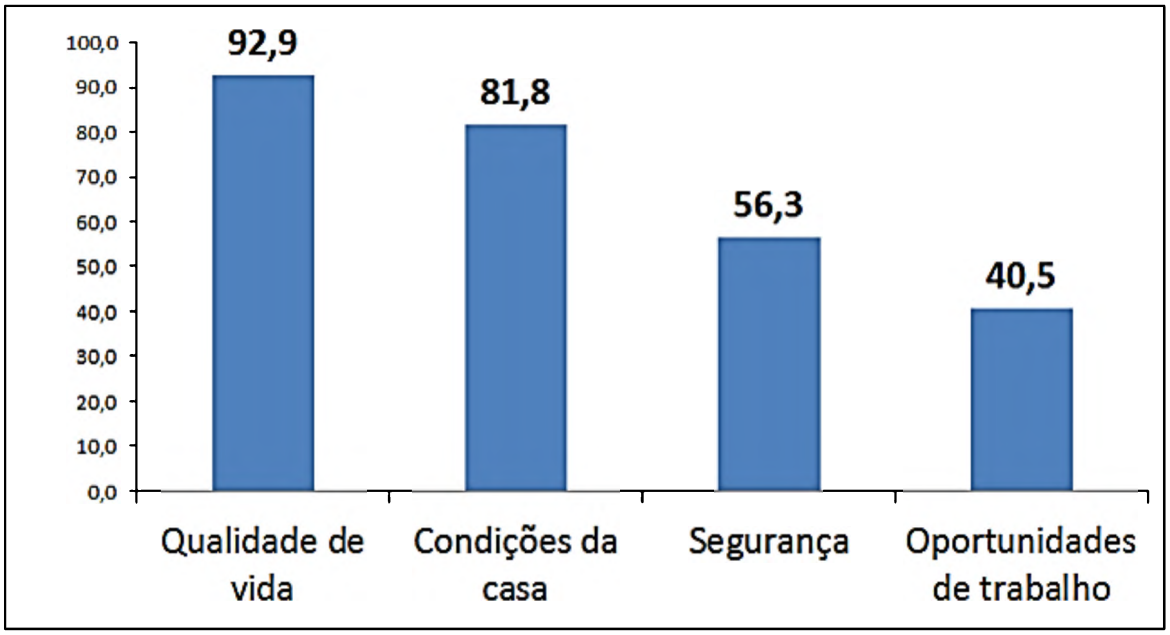
4.5. Benefícios sociais e econômicos do PLPT

Além de levar energia elétrica à população que ainda não tem acesso a esse serviço público, fundamental para a melhoria da qualidade de vida das comunidades, podemos perceber melhoras significativas nas comunidades alcançadas pelo PLPT(ELETROBRÁS, 2016). Através de uma parceria firmada entre o Governo

Digitized by Google

Federal e a empresa MDA Pesquisas, foi realizada uma pesquisa de satisfação com os beneficiados do programa até o ano 2013, a pesquisa foi aplicada em todos os estados brasileiros e foram entrevistadas 3.000 pessoas que receberam a energia elétrica em suas casas (MDA PESQUISAS,2014).

Figura 13: Melhoria no conforto e necessidades domésticas em outubro de 2013 (% percentual de entrevistados)



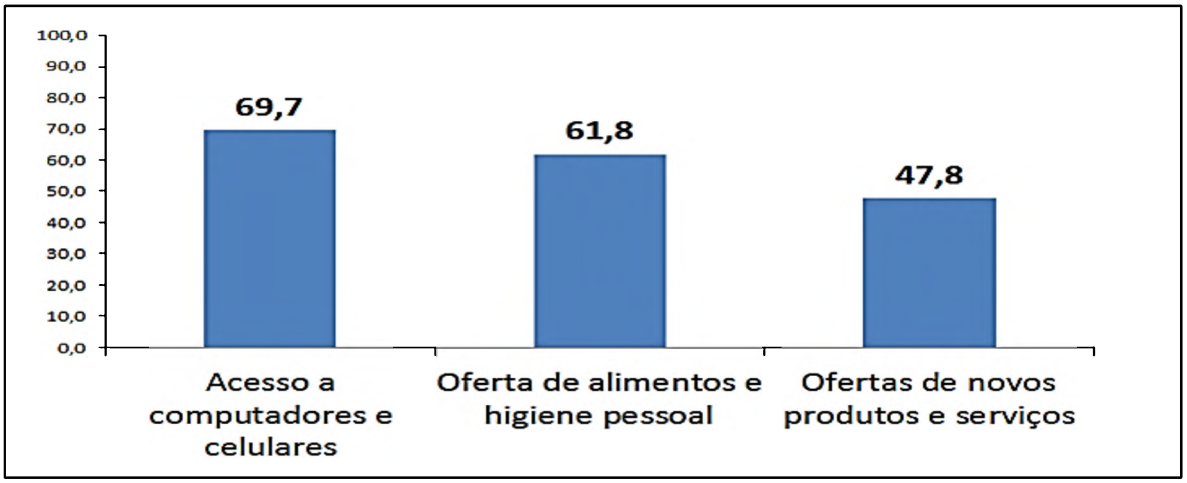
Fonte: MDA Pesquisas, 2014.

Um dos indicadores levantados foi referente ao percentual das pessoas que consideraram uma melhoria no conforto e nas necessidades domésticas após a chegada da energia elétrica, como mostra a Figura 13, onde 92,9% dos entrevistados responderam que houve uma melhoria na qualidade de vida, 81,8% afirmaram que melhorou a condição da casa, 56,3% responderam que houve uma melhora na segurança, e 40,5% tiveram novas oportunidades de trabalho (MDA PESQUISAS, 2014).

Ainda se tratando de conforto e necessidades domésticas, 69,7% dos entrevistados consideraram que tiveram mais acesso a computadores e celulares; 61,8% disseram que após a chegada da energia elétrica houve mais oferta de alimentos e produtos de higiene pessoal, e ainda 47,8% responderam que aumentou a oferta de novos produtos e serviços, conforme ilustra a Figura 14.

Digitized by Google

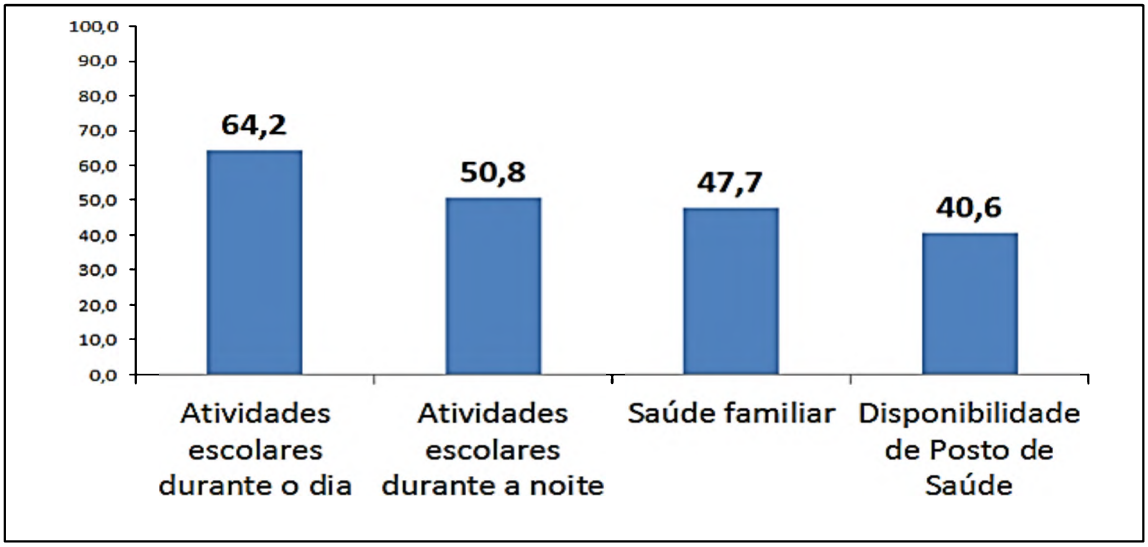
Figura 14: Melhoria no conforto e necessidades domésticas em outubro de 2013 (% dos entrevistados)



Fonte: MDA Pesquisas, 2014

Foram levantadas, também, informações quanto a melhoria na saúde e educação das comunidades que receberam a energia elétrica. De acordo com a Figura 15, em relação a educação, 64,2% dos beneficiados responderam que melhorou as atividades escolares durante o dia; 50,8% disseram que houve melhora nas atividades noturnas. No quesito saúde, 47,7% responderam que a saúde familiar melhorou e 40,6% disseram que houve maior disponibilidade de postos de saúde para sua comunidade.

Figura 15: Melhoria na Saúde e Educação em outubro de 2013 (% percentual de entrevistados)



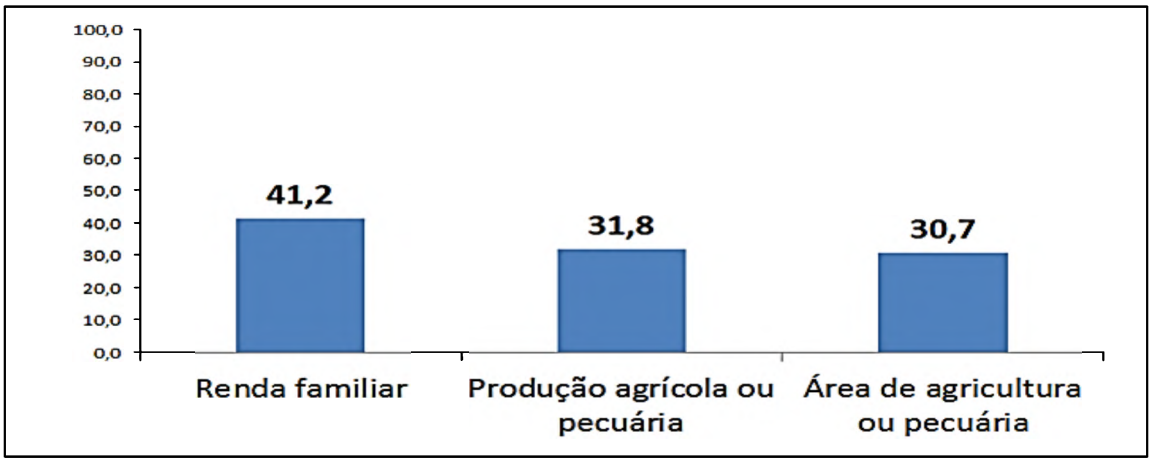
Fonte: MDA Pesquisas, 2014.

A pesquisa também levou em consideração a percepção de melhoria na renda familiar, na produção agrícola ou pecuária e nas áreas de agricultura e pecuária. Sendo assim, de acordo com a MDA pesquisas, 41,2% disseram que houve sim uma

Digitized by Google

melhora em sua renda familiar após a chegada da energia elétrica; 31,8% afirmam que a produção agrícola e pecuária melhorou, e ainda 30,7% disseram que as áreas de agricultura e pecuária também foram beneficiadas com a chegada da energia elétrica em suas comunidades (Figura 16).

Figura 16: Melhoria na Renda em outubro de 2013 (% percentual de entrevistados)



Fonte: MDA Pesquisas, 2014.

A Tabela 2 apresenta a evolução desses indicadores de conforto e necessidades básicas

Tabela 2: Evolução dos indicadores de conforto e necessidades domésticas

CARACTERÍSTICAS	PESQUISA 2009	PESQUISA 2013
Qualidade de Vida	91,2%	92,9%
Condições da casa	88,1%	81,8%
Acesso a computadores e celulares	14,4%	69,7%
Atividades escolares durante o dia	43,0%	64,2%
Oferta de alimentos e higiene pessoal	33,6%	61,8%
Segurança	27,1%	56,3%
Participação em atividades sociais	25,2%	54,2%
Atividades escolares durante a noite	40,7%	50,8%
Renda Familiar	35,6%	41,2%
Oferta de novos produtos e serviços	29,8%	47,8%
Oportunidade de trabalho	34,2%	40,5%
Disponibilidade de posto de saúde	22,1%	40,6%
Atuação da associação de moradores	20,4%	36,4%
Produção agrícola e pecuária	24,1%	31,8%
Área de agricultura e Pecuária	21,3%	30,7%

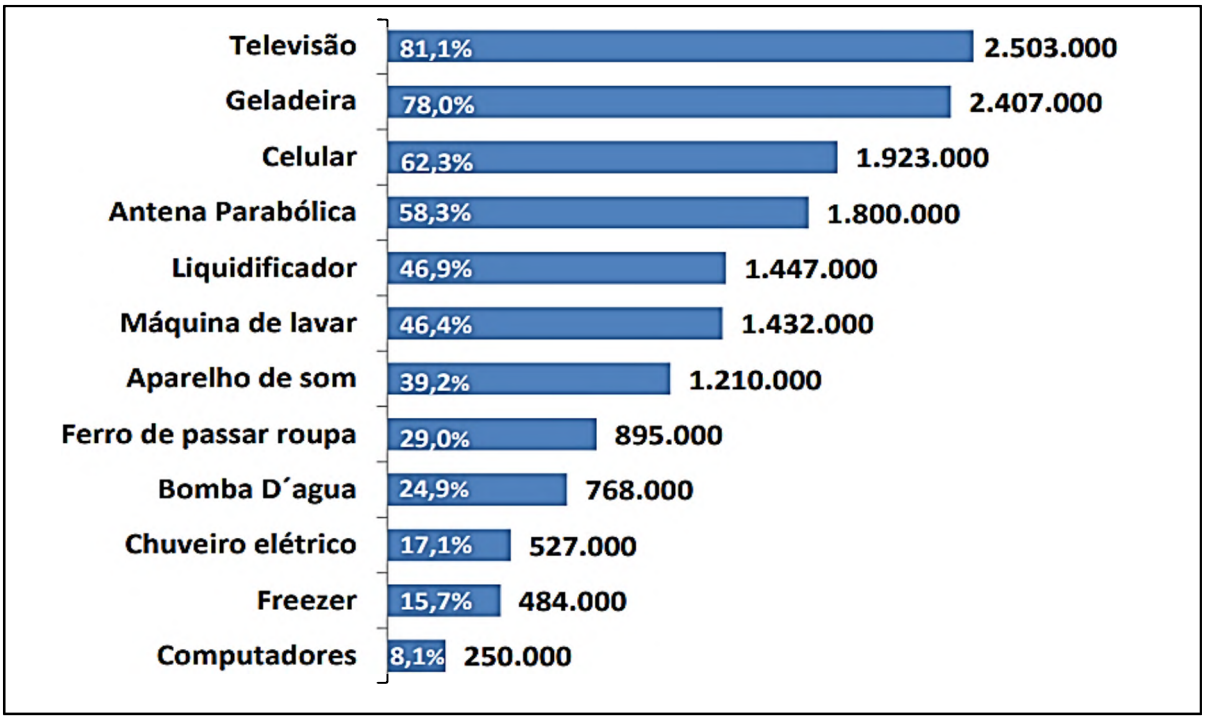
Fonte: MDA Pesquisas, 2014

Digitized by Google

De acordo com a Tabela 2, o indicador que mais teve evolução foi o acesso a celulares e computadores, pois em 2009, apenas 14,4% tinham acesso à esses equipamentos, e em 2013 esse percentual passou para 69,7%, com um crescimento de 384% de acessos a computadores e celulares; os outros dois indicadores que mais evoluíram de 2009 para 2013 foi a segurança e a participação em atividades sociais.

A melhoria de renda obtida após a chegada da energia elétrica reflete diretamente em outro indicador de qualidade de vida e conforto, que é o acesso a eletrodomésticos, após a chegada da energia elétrica através do PLPT. De acordo com a pesquisa realizada em outubro de 2013, dos entrevistados beneficiados do PLPT, 2.503.000 adquiriram televisão após a chegada da energia elétrica, 2.407.000 adquiriram geladeira e 1.923.000 compraram celular, como observado na Figura 17.

Figura 17: Acesso à eletrodomésticos e eletrônicos em outubro de 2013



Fonte: MDA Pesquisas, 2014

O governo federal estima que R$ 6.774.454.871,85 foram injetados na economia através da aquisição desses novos eletrodomésticos (MDA Pesquisas, 2014).

Também pode-se observar na Tabela 3 a evolução do acesso a esses produtos eletro/eletrônicos nas comunidades alcançadas pelo PLPT.

Digitized by Google

Tabela 3: Evolução do acesso aos eletrodomésticos 2009 a 2013

ELETRODOMÉSTICOS	PESQUISA 2009	PESQUISA 2013
Televisão	79,3%	81,1%
Geladeira	73,3%	78,0%
Celular	-	62,3%
Antena parabólica	-	58,3%
Liquidificador	39,0%	46,9%
Máquina de lavar	10,4%	46,4%
Aparelho de som	45,4%	39,2%
Ferro de passar roupas	27,2%	29,0%
Bomba D'agua	24,1%	24,9%
Chuveiro elétrico	25,8%	17,1%
Freezer	16,0%	15,7%
Computadores	2,5%	8,1%

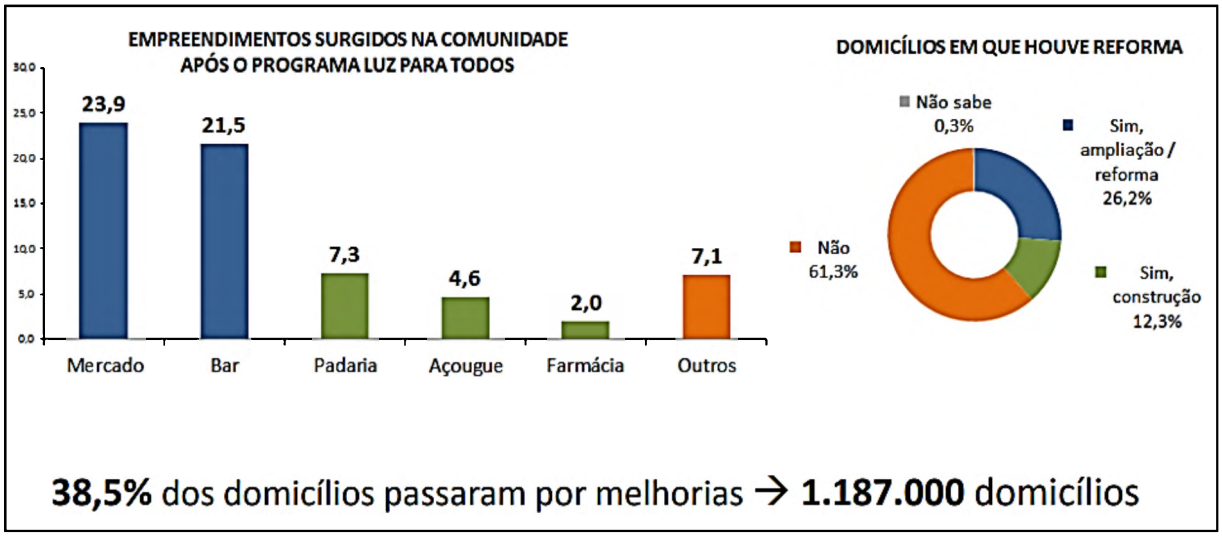
Fonte: MDA Pesquisas, 2014.

Por meio da Tabela 3, observa-se que em 2013 62,3% dos entrevistados passaram a ter acesso aos celulares e, 58,3% à antena parabólica, no entanto, a pesquisa não apresentou os dados referentes ao ano de 2009.Outro item que teve grande crescimento de acesso foi a máquina de lavar, pois, em 2009 apenas 10,4% tinham o produto, e em 2013, esse número passou para 46,4%. A pesquisa também revelou a quantidade de novos empreendimentos abertos nas comunidades alcançadas pelo PLPT, conforme Figura 18. De acordo com a pesquisa, nas comunidades beneficiadas pelo programa, surgiram novos mercados (23,9%), novos bares (21,5%), novas padarias (7,3%), novos açougues (4,6%), novas farmácias (2%) e outros tipos de empreendimentos (7,1%). A abertura desses novos empreendimentos, possibilitada pela chegada da energia elétrica, contribui na geração de novos empregos, trazendo mais benefícios e riquezas para as comunidades. O relatório da pesquisa aponta que até 2013, o programa teve R$ 20,9 bilhões de investimentos contratados, sendo utilizados os seguintes materiais: 7.740.000 unidades de postes, 1.490.000 km de cabos e 1.131.000 unidades de transformadores. A utilização desses materiais gerou 462.000 novos empregos,

Digitized by Google

levando em consideração que o governo priorizava a aquisição dos mesmos próximos às comunidades beneficiadas.

Figura 18: Novos empreendimentos e domicílios em que houve reforma



Fonte: MDA Pesquisas, 2014.

O programa PLPT foi desenvolvido em cinco fases. A primeira fase foi iniciada em 2003, quando o programa foi lançado através do Decreto nº 4.873/2003, e estendia-se até o ano de 2008. A segunda fase, deu-se a partir do Decreto nº 6.442/2008 que prorrogou o programa até 2010. A terceira fase foi estabelecida com o Decreto nº 7.324/2010, que estendeu o prazo do programa até dezembro de 2011, objetivando finalizar o que já havia sido contratado ou que estivesse em processo de contratação. A quarta fase iniciou-se a partir do Decreto nº 7.520/2011 que prorrogou o programa até 2014 e por fim, a quinta fase iniciou-se com o Decreto nº 8.387 que prorrogou o programa até 2018, como mostra a Tabela 4.

Tabela 4: Fases do programa PLPT

ANO/FASE	META	PRAZO	DOCUMENTO	STATUS
2003/ 1º	2.000.000	2008	DECRETO Nº 4.873	100% atingida em maio de 2009
2008/ 2º	3.000.000	2010	DECRETO Nº 6.442	89% atingida até dez- 2010
2010/ 3º	Contratos Pendentes	2011	DECRETO Nº 7.324	Prorrogado
2011/ 4º	Demandas anteriores e beneficiários de programas sociais	2014	DECRETO Nº 7.520	Prorrogado
2014/ 5º	Prioritariamente beneficiários de programa sociais e povos tradicionais	2018	DECRETO Nº 8.387[1]	Prorrogado

Fonte: Brasil (2003; 2008; 2010; 2011; 2014) [1] Revogado pelo Decreto nº 9.357/2018

Digitized by Google

Na primeira fase do programa (2003-2008), a meta era alcançar toda a população da zona rural que não tinha acesso à energia elétrica, cerca de 2 milhões de famílias, essa meta foi alcançada em maio de 2009 (Tabela 4). Por meio das ligações realizadas ao longo dos anos, foram identificadas novas famílias, aumentando a meta para aproximadamente 3 milhões de famílias sem acesso à energia elétrica. Em decorrência da nova demanda surgida, foi lançada a segunda fase do PLPT (2008-2010), visando alcançar essa parcela adicional de pessoas até o ano de 2010, no entanto apenas 89% da meta foi alcançada no prazo determinado.

De acordo com o IICA, o motivo de não ter alcançado 100% da meta durante a segunda etapa do PLPT, foi a grande dificuldade de acesso em alguns lugares mais isolados das regiões Norte e Nordeste do Brasil. Por isso em 2010, foi elaborada a terceira fase do PLPT (2010-2011), com a meta de atender apenas os contratos pendentes até 2011, conforme o primeiro parágrafo do artigo 1º, do Decreto nº 4.873, de 11 de novembro de 2003:

> § 1º Fica prorrogado o prazo de execução do Programa "LUZ PARA TODOS" até 31 de dezembro de 2011, com o objetivo de garantir a finalização das ligações destinadas ao atendimento em energia elétrica, que tenham sido contratadas ou estejam em processo de contratação, até 30 de outubro de 2010 (BRASIL, 2010).

Na quarta fase do programa (2011-2014), o Decreto nº 7.324 limitou o atendimento às demandas dos anos anteriores, cujo custo de ligação ultrapassasse em até três vezes o valor médio de ligação contratada. Também determinou que teriam prioridade de atendimento aqueles que participassem do programa "Territórios da Cidadania" ou "Brasil sem Miséria", bem como, os projetos que atendessem os assentamentos rurais, as comunidades indígenas, quilombolas, comunidades localizadas em reservas extrativistas ou em áreas de empreendimentos de geração ou transmissão de energia elétrica, cuja responsabilidade não fosse do concessionário, e por fim as escolas, postos de saúde e poços de água comunitários.

A quinta fase (2014-2018), objetivou atender 228 mil ligações que ficaram pendentes, sua prorrogação até 2018 deu-se por meio do Decreto nº 8.387 de dezembro de 2014[1]. Entende-se que após a realização dessa etapa, seria alcançada a universalização de acesso à energia em todo o país, contudo cabe aqui ressaltar que o "caráter universal" de atendimento à população rural sem acesso à energia foi

[1]Esse decreto foi revogado pelo Decreto nº 9.357 de abril de 2018, o qual trouxe uma nova prorrogação ao PLPT.

Digitized by Google

mantido apenas nas duas primeiras fases do programa, como pode-se ver na descrição do artigo 1º dos decretos nº 4.873 e nº 6.442:

> Art. 1º Fica instituído o Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica - "LUZ PARA TODOS", destinado a propiciar, até o ano de 2008, *o atendimento em energia elétrica à parcela da população do meio rural brasileiro que ainda não possui acesso a esse serviço público* (BRASIL, 2003, destaque do autor).

> Art. 1º Fica instituído o Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica - "LUZ PARA TODOS", destinado a propiciar, até o ano de 2010, *o atendimento em energia elétrica à parcela da população do meio rural brasileiro que ainda não possui acesso a esse serviço público* (BRASIL, 2008, destaque do autor).

Nos demais decretos, que estabeleceram as fases seguintes do PLPT, o artigo 1º trouxe um texto adicional delimitando quem se enquadraria como beneficiários do PLPT, como pode se observar no Decreto nº 7.520:

> § 1o São beneficiários do Programa "LUZ PARA TODOS" as pessoas:
>
> I - domiciliadas em áreas de concessão e permissão cujo atendimento resulte em elevado impacto tarifário [...]
>
> II - atendidas pelo Programa Territórios da Cidadania ou pelo Plano Brasil Sem Miséria.
>
> § 2o Além dos beneficiários previstos no §1º, serão atendidos pelo Programa "LUZ PARA TODOS" projetos de eletrificação em:
>
> I - assentamentos rurais, comunidades indígenas, quilombolas e outras comunidades localizadas em reservas extrativistas ou em áreas de empreendimentos de geração ou transmissão de energia elétrica, cuja responsabilidade não seja do respectivo concessionário; e
>
> II - escolas, postos de saúde e poços de água comunitários (BRASIL, 2011).

Essa mudança na redação do artigo 1º dos decretos que estabeleceram as novas fases do programa, foi alvo de críticas em algumas pesquisas, pois segundo alguns autores[2], ao restringir os beneficiários, o PLPT perde seu caráter universal, e exclui as pessoas que não se enquadram na descrição das leis. Contudo, cabe ressaltar que essa alteração no texto dos decretos pode representar uma forma de priorizar a população com menor renda.

CONCLUSÃO

Ao se considerar o contexto histórico do Brasil, é notória a existência da desigualdade de oportunidades e da exclusão em diversos setores da sociedade. O

[2] Como exemplo de autores que teceram essa crítica, pode-se citar CAMARGO e RIBEIRO (2015).

Digitized by Google

acesso à energia elétrica, como foi abordado ao longo deste trabalho, é fundamental ao desenvolvimento socioeconômico da população, e a população rural do país encontrava-se à margem desse desenvolvimento.

Sabe-se que diante de um território com proporções continentais, com mais de 8 milhões de km², levar a energia a todos os locais é uma tarefa extremamente complexa, com um alto custo. Considerando que as distribuidoras buscam aquilo que é mais viável economicamente e que lhes tragam lucros, seria impossível para a maioria da população rural custear a ligação de energia em suas propriedades. E é por isso que os programas desenvolvidos pelo governo são tão relevantes para trazer melhorias à população, principalmente aos mais pobres.

É importante salientar que a maioria das famílias que não tinham acesso à energia elétrica possuíam uma renda inferior a três salários mínimos e se concentravam nas regiões Norte e Nordeste do país, refletindo a gritante desigualdade presente nessas regiões.

Nesse sentido, o PLPT se diferencia dos demais programas implantados ao longo dos anos, com o objetivo de universalizar o acesso à energia elétrica no país. Pois o PLPT, entre outras ações, garantiu a gratuidade da conexão à rede e a ligação até o interior do domicílio, promovendo o atendimento em grande escala e a inclusão de mais de 15 milhões de pessoas ao serviço público de distribuição de energia.

Notou-se que o acesso à energia elétrica produziu melhorias substanciais nas famílias e comunidades beneficiadas pelo programa, houve melhorias em vários indicadores socioeconômicos. As contribuições promovidas pelo PLPT não se resumem apenas em levar luz aos domicílios rurais, mas também a proporcionar uma nova perspectiva de vida como resultado das melhorias na renda, na saúde, na educação, no conforto por meio do acesso aos aparelhos eletro/eletrônicos e através das reformas realizadas nas residências dos beneficiados, na geração de emprego dando oportunidade de trabalho, no comércio gerando novas empresas, e na segurança.

O programa também contribuiu no fortalecimento das cooperativas de pequenos produtores, permitindo que outras técnicas de produção pudessem ser utilizadas através da energia elétrica. Esses avanços e desenvolvimentos ocorridos nas comunidades mostram na prática que a ideia do “Desenvolvimento como liberdade” de Amartya Sen, de fato é um modelo de desenvolvimento sustentável e

Digitized by Google

que o governo deve promover essas liberdades em todos os aspectos conforme teoria de Sen.

E ao mesmo tempo, observa-se que o acesso à energia elétrica de certo modo pôs fim ao ciclo vicioso vivido pelas famílias que não tinham o acesso, promovendo oportunidade de novos empregos, e novos empreendimentos, gerando um aumento na renda das famílias conforme apresentado anteriormente.

Observa-se que o PLPT promoveu grande avanço ao acesso da energia elétrica no meio rural, o Brasil saiu de um patamar de 71,47% de acesso no ano de 2000, para 92,65% em 2010, de acordo com o Censo (Figura 8), de fato é um avanço histórico que trouxe muitos benefícios para a sociedade brasileira.

Apesar da legislação afirmar que todos os cidadãos brasileiros têm direito ao acesso dos serviços públicos, entre eles a energia elétrica, ainda há muitos domicílios sem acesso esse serviço. Dessa forma com a nova prorrogação, dada pelo Decreto nº 9.357 de 27 de abril de 2018, muito mais domicílios serão alcançados até o ano de 2022, conforme planejamento estabelecido com o objetivo de finalizar a universalização do meio rural através do programa PLPT.

Referências

ABREU, Yolanda Vieira de. (1999): **Reestruturação do setor elétrico brasileiro: questões e perspectivas.** 1999. f. 168. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Energia) – Instituto de Eletrotécnica e Energia, Escola Politécnica, Faculdade de Economia e Administração, Instituto de Física da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

BRASIL, Presidência da República Casa Civil. (1995): L**ei nº 8.987, de 8 de fevereiro de 1995**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L8987compilada.htm. Acessado em: 15/02/2018 às 21:17.

BRASIL, Presidência da República Casa Civil (1995): **Lei nº 9.074, de 7 de julho de 1995**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9074cons.htm. Acessado em: 15/02/2018.

BRASIL, Presidência da República Casa Civil (2003): **Decreto nº 4.873, de 11 de novembro de 2003**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2003/D4873.htm. Acessado em: 08/04/2018 às 19:05.

Digitized by Google

BRASIL, Presidência da República Casa Civil (2008): **Decreto nº 6.442, de 25 de abril de 2008**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Decreto/D6442.htm. Acessado em: 08/04/2018 às 19:27

BRASIL, Presidência da República Casa Civil (2010): **Decreto nº 7.324, de 5 de outubro de 2010**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/d7324.htm. Acessado em: 08/04/2018 às 19:53.

BRASIL, Presidência da República Casa Civil (2011): **Decreto nº 8.387, de 8 de julho de 2011**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2014/Decreto/D8387.htm. Acessado em: 08/04/2018 às 20:14.

BRASIL, Presidência da República Casa Civil (2014): **Decreto nº 7.520, de 30 de dezembro de 2014**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2011/Decreto/D7520.htm. Acessado em: 08/04/2018 às 21:40.

CAMARGO, E. J. S; RIBEIRO, F. S. R. (2015): Programa Luz para Todos: avanços e retrocessos – um novo estoque de excluídos. In: Congresso sobre Geração Distribuída e Energia no Meio Rural, 10, 2015, São Paulo. **Anais**. São Paulo: Agrener, 2015. s/p.

COSTA, Ricardo Dalla (2002): **Um Resumo da Obra "Teoria Econômica e Regiões Subdesenvolvidas" De Gunnar.** Disponível em: http://docplayer.com.br/7443226-Um-resumo-da-obra-teoria-economica-e-regioes-subdesenvolvidas-de-gunnar-myrdal-1-primeira-parte.html. Acessado em: 31 de maio de 2018 às 20:05.

ELETROBRAS, Centrais Elétricas Brasileira S.A (2013): R**elatório síntese 10 anos**. Disponível em: http://eletrobras.com/pt/AreasdeAtuacao/Luz%20para%20Todos%20-%20Relat%C3%B3rio%20S%C3%ADntese%2010%20anos.pdf Acessado: em 28/04/2018 às 23:29.

ELETROBRAS, Centrais Elétricas Brasileira S.A (2016): **Relatório Anual 2016**. Disponível em: http://eletrobras.com/pt/Paginas/Relatorio-Anual.aspx. Acessado: em 08/04/2018 às 23:49.

FUGIMOTO, Sérgio Kinya (2005): **A universalização do serviço de energia elétrica – acesso e uso continuo.** 2005. f.264. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

GOLDEMBERG, José (1998): **ESTUDOS AVANÇADOS 33: ENERGIA E DESENVOLVIMENTO.** 1998. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/ea/v12n33/v12n33a02.pdf. Acessado em: 31 de maio de 2018 às 19:18.

Digitized by Google

MDA, Pesquisas (2014): **Impactos de luz para todos**. Disponível em: http://luzparatodos.mdapesquisa.com.br/pdf/pesquisa.pdf. Acessado em:30/04/2018 às 00:13.

MME, Ministério de Minas e Energia (2009): **Manual de projetos especiais**. Disponível em: https://www.mme.gov.br/luzparatodos/downloads/Manual%20de%20Projetos%20Especiais.pdf. Acessado em: 08/04/2018 às 22:32.

MME, Ministério de Minas e Energia (2015) **Manual de operacionalização para o período de 2015 a 2018**. Disponível em: https://www.mme.gov.br/luzparatodos/downloads/manual_de_mperacionalizacao_do_programa_luz_para_todos_2015_2018.pdf. Acessado em: 08/04/2018 às 23:56.

OLIVEIRA, Júlio César (2008): **Análise do Crescimento Econômico e das Desigualdades Regionais no Brasil**. Estudos do CEPE**.** v.1, n. 28, dez 2008. Disponível em: https://online.unisc.br/seer/index.php/cepe/article/view/1004. Acessado em: 31 de maio de 2018 às 18:41.

SILVA, Jurandy Xavier da (2016): **Análise do programa luz para todos como vetor de desenvolvimento rural no estado do Ceará – 2004 a 2008.** 2016. f.97. Dissertação (Pós-Graduação em Economia –CAEN) – Universidade Federal do Ceará, Ceará, 2016.

SEM, Amartya (2010): **Desenvolvimento como liberdade** – 1º Ed. – 1º reimp. São Paulo: Companhia de Letras, 2010.

SOUZA, Nali de Jesus (2009): **Desenvolvimento regional**. São Paulo: Atlas, 2009.

Digitized by Google

CAPITULO 2

ESTUDO DA CRISE SUCROALCOOLEIRA NO BRASIL NOS ÚLTIMOS 10 ANOS

Digitized by Google

ESTUDO DA CRISE SUCROALCOOLEIRA NO BRASIL NOS ÚLTIMOS 10 ANOS

RESUMO

Este estudo teve como objetivo analisar o setor sucroalcooleiro brasileiro nos últimos 10 anos. A economia da cana-de-açúcar representa um dos ramos mais promissores da agricultura nacional, porém, nos últimos anos o setor vem enfrentando uma crise econômica. A ideia principal é analisar as possíveis causas dessa crise e mostrar as medidas que estão sendo tomadas pelo governo brasileiro e pelos empresários do setor para criar um novo ciclo de crescimento da cadeia agroindustrial da cana-de-açúcar para os próximos anos. Com base no estudo realizado, observou-se que a crise internacional de 2008 e a manipulação, por parte do governo, do preço da gasolina como instrumento de política econômica, foram fatores centrais que ajudaram a perpetuar a crise do setor. Uma das possibilidades para alavancar o setor e amenizar a crise financeira está na utilização do bagaço e da palha da cana-de-açúcar para produção de energia elétrica, por meio da cogeração. Sendo que essa ação depende praticamente do próprio setor industrial para ser implementado. Outras medidas/programas desenvolvidos pelo governo, como a Renovabio e retorno da CIDE, podem, juntamente com as anteriores, colocar novamente o setor sucroalcooleiro em uma rota ascendente de crescimento.

Palavras-chave: Açúcar; Cogeração; Crise; Etanol; Gasolina; Renovabio.

1. INTRODUÇÃO

Segundo a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA,2017), o setor sucroalcooleiro é um ramo importante do agronegócio brasileiro. Dessa forma, o país se destaca mundialmente na produção de açúcar e álcool a partir da cana-de-açúcar. A cana-de-açúcar é uma planta do gênero Saccharum com altos teores de açúcar e baixo em fibras. Possui um ciclo de 5 cortes e mais um ano e meio de cultivo (TOLMASQUIM, 2016).

A cana-de-açúcar apresenta sazonalidade produtiva por conta de seu ciclo de maturação, na região centro-sul a colheita se dá nos períodos de março a outubro, enquanto que na região norte-nordeste acontece na entressafra da região centro-sul (TOLMASQUIM, 2016).

O percentual de cana-de-açúcar destinado a produção do açúcar na safra de 2010/11 foi de 48,10% e o destinado ao etanol, de 51,9%. Já na safra de 2016/17, ficou em 45,9% para açúcar e 54,1% para etanol. A projeção para a safra de 2017/18 está estimada que 47,9% seja destinada ao açúcar. Para o etanol, a estimativa é de

Digitized by Google

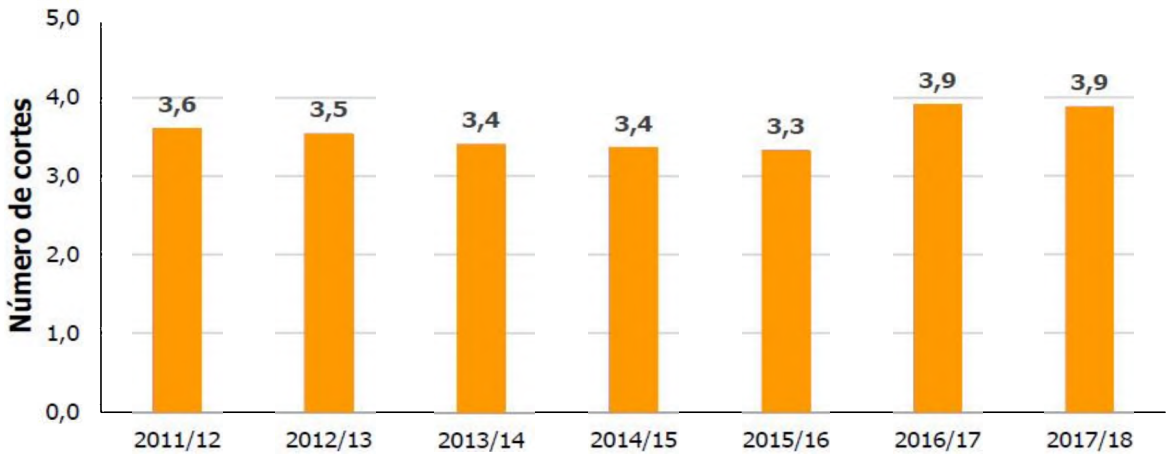
52,1%, e que a produção total fique em torno de 27,1 bilhões de litros; sendo que a região Sudeste será responsável por 73,6% de toda a produção (CONAB, 2017).

Gráfico 1 – Participação das Unidades da Federação na área total de cana-de-açúcar

Fonte: CONAB, 2017 - Adaptado

Observa-se no gráfico 1, que a maior concentração de cana-de-açúcar plantada encontra-se no estado de São Paulo, ou seja, mais de 50% de todo o total. Em seguida, pode-se perceber que representando menos de 10% tem-se os estados de Goiás, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul.

Gráfico 2 – Idade média do canavial



Fonte: Ministério de Minas e Energia, 2018 adaptado

No gráfico 2, nota-se que a partir da safra 2011/12 o estágio médio de corte (idade do canavial) começou a decrescer até a safra 2015/16. A partir da safra 2016/17 volta a subir, indicando que se terá menor área com cana mais nova, o que acarreta menor produtividade, haja vista que ocorre decréscimo a cada corte realizado.

Digitized by Google

O setor sucroalcooleiro, ao instalar seu complexo industrial, tem o poder de transformar municípios gerando empregos, melhorando a qualidade de vida e a remuneração salarial (SIQUEIRA, 2013). O parque industrial da cana-de-açúcar pode ser voltado para a produção em paralelo de açúcar e álcool e energia elétrica, ou ainda para a produção de apenas açúcar ou álcool. O açúcar é uma commodity vinculada a preço internacional, enquanto que o etanol sempre depende do valor da gasolina. Dessa forma, quando o custo da produção do etanol estiver mais baixo do que o da gasolina, a ponto de ser viavelmente melhor do que a rentabilidade do açúcar, as usinas deixarão de produzir açúcar. Consequentemente, esse terá seu valor aumentado dentro do mercado (MELO; SAMPAIO, 2016). Quando se leva em conta o consumidor final, que faz uso de veículos automotores, o etanol será vantajoso apenas enquanto seu valor for inferior a 70% do valor da gasolina (RAMOS, 2016).

De acordo com o exposto, entende-se que a economia da cana-de-açúcar é importante para a agricultura nacional, a medida que gera divisas ao país por intermédio de exportações e, também, é utilizada dentro do próprio mercado interno; pelos empregos diretos e indiretos gerados e pelo conhecimento e tecnologia que o setor tem proporcionado ao longo dos anos. No entanto, nos últimos anos, o setor vem encontrando dificuldades.

Esse estudo tem como objetivo apresentar as principais causas e características da crise do setor sucroalcooleiro. Sendo que o mesmo se justifica pela importância do setor para o país.

2. METODOLOGIA

A metodologia utilizada consistiu na pesquisa exploratória, explicativa e bibliográfica. O embasamento teórico deste trabalho teve como base a investigação bibliográfica, dados dos últimos anos, em revistas online, fontes acadêmicas (artigos, dissertações, livros e monografias) e boletins de levantamento de safra de cana-de-açúcar realizado pela CONAB (Companhia Nacional do Abastecimento), Ministério da Agricultura e Pecuária e MME (Ministério de Minas e Energia) e outros.

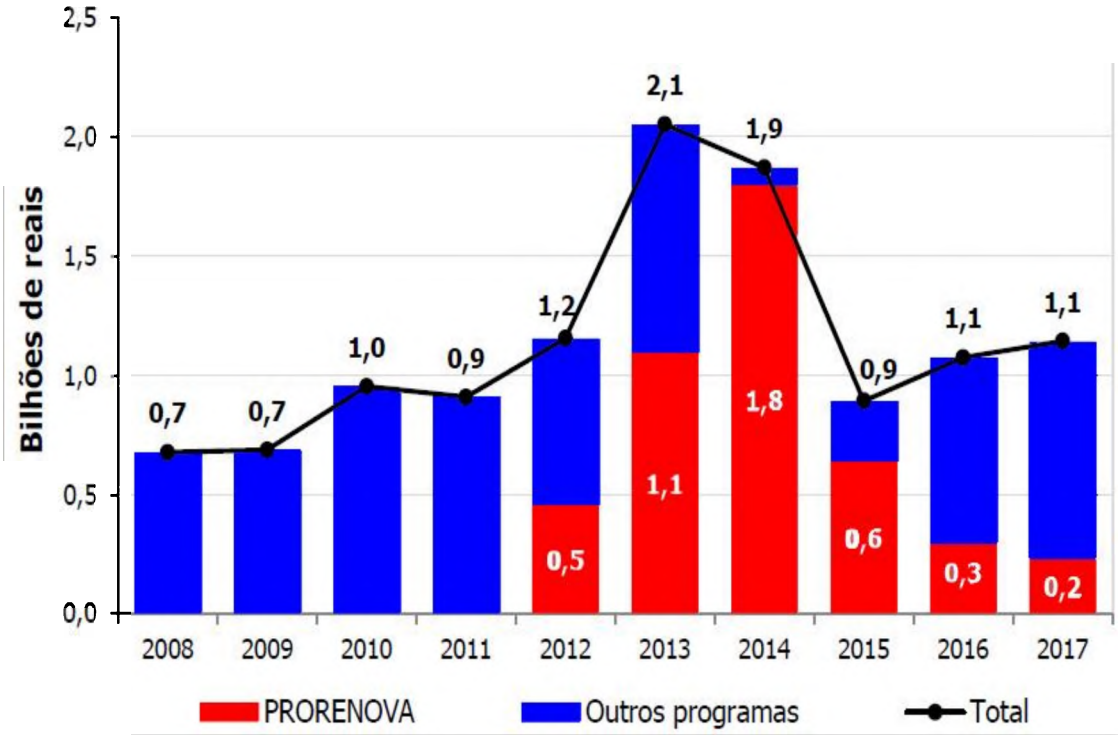
3. DADOS DO SETOR DE SUCROALCOOLEIRO NO BRASIL

Este tópico irá abordar na forma gráfica e discursiva valores captados por meio de financiamentos públicos para o cultivo de cana-de-açúcar; perfil da indústria

Digitized by Google

da cana-de-açúcar no Brasil e onde estão concentradas essas unidades; histórico da venda de combustíveis, consumo anual de etanol hidratado e vendas de automóveis por tipo de combustível; diferenças de valores praticados entre etanol e a gasolina; variações percentuais de área plantada, produtividade e produção com relação às safras anteriores da lavoura de cana-de-açúcar e também por região; fluxo das usinas no Brasil, produtividade para cana colhida e porcentagem para etanol e açúcar; a produção, consumo e exportação de açúcar e o seu preço internacional de 2007 a 2017; produção mundial de etanol em 2017 em milhões de litros; e por último a oferta total de etanol hidratado e anidro.

Gráfico 3 – Valor captado de financiamentos públicos para o cultivo da cana junto ao BNDES



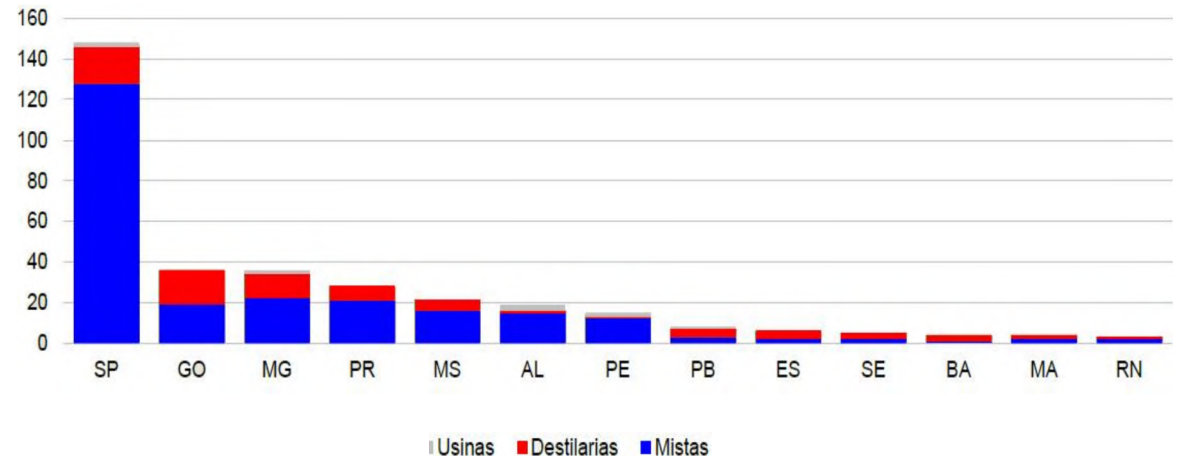
Fonte: Ministério de Minas e Energia, 2018 - Adaptado

Pelo gráfico 3, visualiza-se o valor de crédito cedido ao setor sucroalcooleiro pelo BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento) de 2008 até o ano de 2017. Em apenas 9 anos o setor captou junto ao governo 11,6 bilhões de reais, ou seja, aproximadamente 1,28 bilhões de reais por ano, atestando a dependência do setor de políticas públicas para financiamento do negócio. Os anos de 2013 e 2014 foram os que receberam maior aporte financeiro, acumulando 4 bilhões de reais no período; em

Digitized by Google

contrapartida, nos anos de 2008 e 2009, foram os que receberam a menor monta de recursos por parte do governo. Tal fato está ligado à crise financeira mundial de 2008.

Gráfico 4 – Perfil das unidades de produção



Fonte: CONAB, 2017 - Adaptado

Por meio do gráfico 4, visualiza-se o perfil do negócio da indústria da cana-de-açúcar do Brasil. A maior concentração sucroalcooleira encontra-se no estado de São Paulo, apresentando um total de mais de 140 unidades instaladas. Em seguida, observa-se Goiás e Minas Gerais, que juntos não atingem 80 unidades instaladas. Já os estados do Rio Grande do Norte, Maranhão e Bahia encontramos a menor quantidade de indústrias.

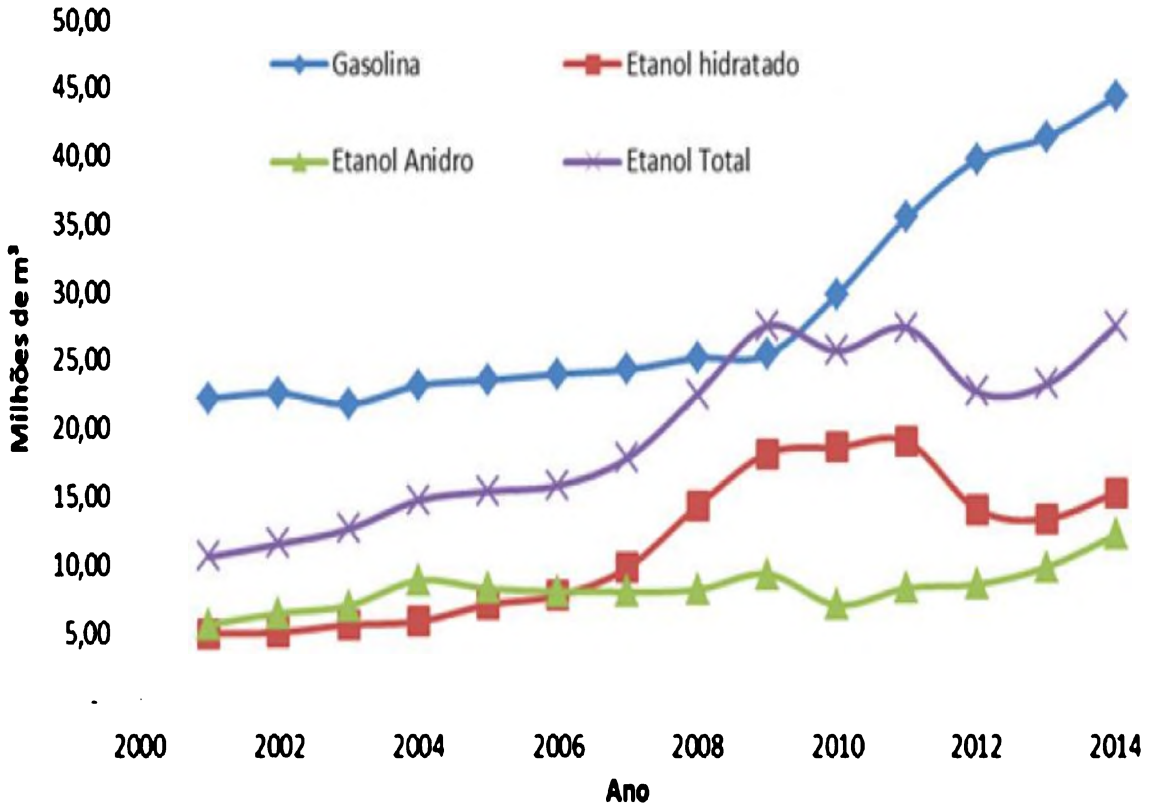
Percebe-se, ainda, que o perfil da maioria segue o padrão misto. Sendo assim, produz tanto açúcar como etanol. Essa tendência deve-se ao fato de que é mais rentável economicamente trabalhar com os dois produtos de forma concomitante, ou seja, quando um dos produtos (açúcar ou álcool) estiver com o preço mais atraente, a produção é voltada a essa característica.

Apenas no estado de Goiás nota-se um equilíbrio entre quantidade de destilarias e sistemas mistos.

O gráfico 5 mostra o histórico de vendas de gasolina, etanol hidratado e anidro em milhões de metros cúbicos; iniciando no ano 2000 até o ano de 2014. Verificando particularmente o preço da gasolina, nota-se que em quase todo o período histórico houve uma curva de crescimento em vendas. Em contrapartida, quando se analisa o caso do etanol, nota-se que por volta do final de 2009 até o início de 2014, temos uma tendência de queda nas vendas

Digitized by Google

Gráfico 5 – Vendas de combustíveis



Fonte: CESCA, 2016

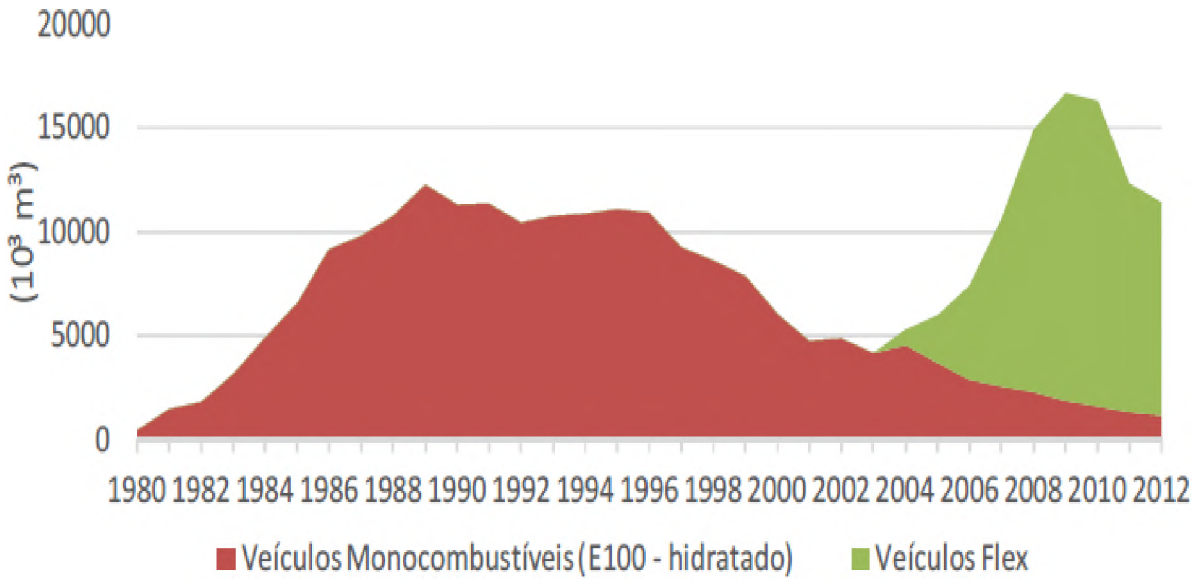
. Essa queda está diretamente ligada ao preço praticado à gasolina, ou seja, quando seu preço é congelado pelo governo ou quando o tributo CIDE diminui, as vendas de álcool decrescem. Quando se analisa as vendas no aspecto global, pode-se verificar um aumento geral à medida que os anos avançam. Isso atesta o crescimento da indústria automobilística de veículos de pequeno a médio porte, haja vista que os veículos de transporte urbano e de cargas se utilizam do diesel como fonte de combustível.

A partir de 2003, quando a tecnologia dos veículos *flex* (motores funcionando tanto com etanol como com gasolina, ou ainda ambos em conjunto) foi estabelecida comercialmente, percebe-se um crescimento mais acentuado na venda do etanol hidratado. Ressalta-se também que as políticas governamentais com a injeção de porcentagens de etanol anidro à gasolina, também, contribuem para o crescimento das vendas do biocombustível.

As vendas de álcool anidro estão diretamente ligadas a políticas governamentais, as quais estabelecem o aumento ou a diminuição percentual desse etanol que deve ser misturado com a gasolina.

Digitized by Google

Gráfico 6 – Evolução do consumo anual de etanol hidratado por tipo de veículo

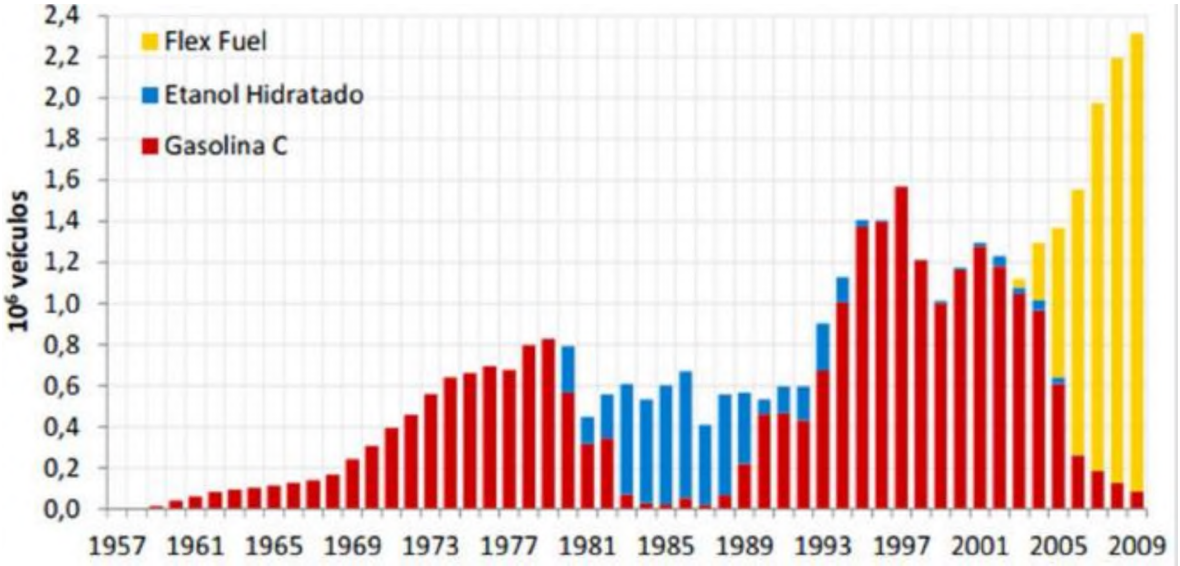


Fonte: GILIO, 2016

No gráfico 6 nota-se um consumo tímido de etanol hidratado no início da década de 1980, porém foi evoluindo alcançando ponto de ápice meados do ano de 1989. Nesse período os veículos eram todos monocombustíveis, ou seja, apenas existia a possibilidade de compra do mesmo movido a etanol ou a gasolina. Com o fim do Proálcool o setor viu-se desestimulado e a venda de veículos com motores a etanol quase se extinguiu. A volta do crescimento do etanol hidratado deu-se por volta de 2003, onde a tecnologia *flexfuel* permitiu que os motores funcionassem tanto com etanol quanto com gasolina. A introdução dos veículos *flex* também gerou oportunidade para a recuperação do mercado produtor de etanol, promoveu a intensificação da pesquisa e desenvolvimento tecnológico para aumento de produtividade da cana-de-açúcar através de desenvolvimento de novas espécies melhoradas geneticamente e também melhoria dos processos industriais.

Digitized by Google

Gráfico 7– Evolução das vendas de automóveis novos no Brasil por tipo de combustível

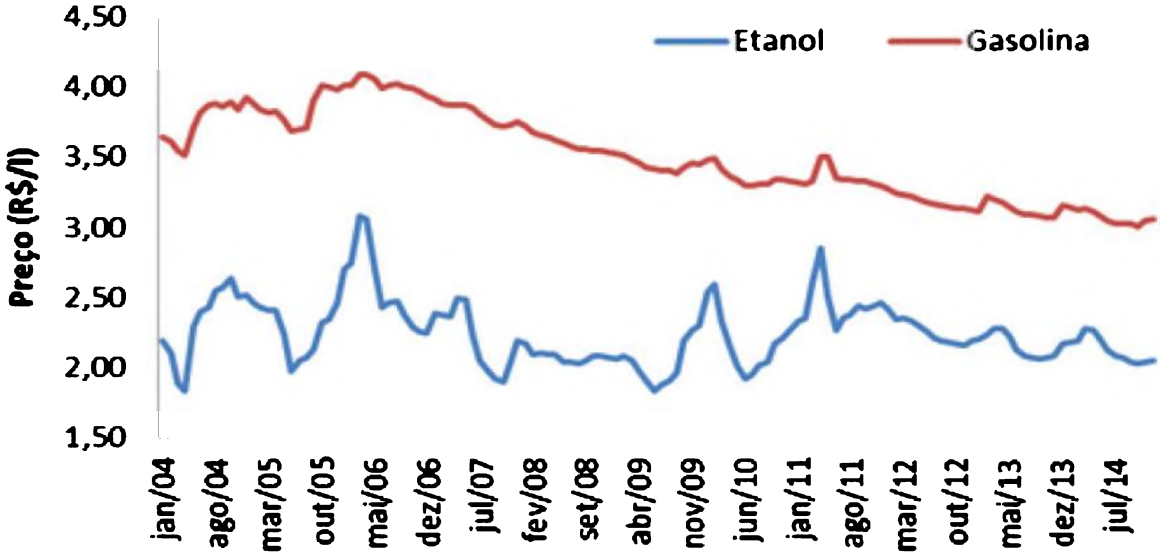


Fonte: GILIO, 2016

No gráfico 7 observa-se a venda de veículos por tipo de combustível no período de quase cinco décadas. Até o início de 1980, os veículos movidos à gasolina dominavam o mercado brasileiro. Com a criação do programa Proálcool (devido à crise do petróleo), o etanol reinou soberanamente até quase o final da década de 1990. Dessa forma, a grande maioria dos veículos dessa época foram fabricados com motores funcionando com esse combustível. Esse programa tinha como porto seguro subsídios do estado ao setor. Com o fim da crise do petróleo e, também, por problemas de garantia de fornecimentos e dificuldade do governo em manter os subsídios da década de 1980, o programa entrou em declínio. Sendo assim, a partir de 1990 até por volta de 2003, os veículos movidos a gasolina voltaram a dominar. Em 2003 com o lançamento de motores com tecnologia flex (movidos a etanol ou gasolina ou ainda com mistura de ambos ao mesmo tempo) o etanol começou a despontar novamente no mercado, sendo que em 2009 praticamente todos os veículos produzidos eram oriundos dessa tecnologia.

Digitized by Google

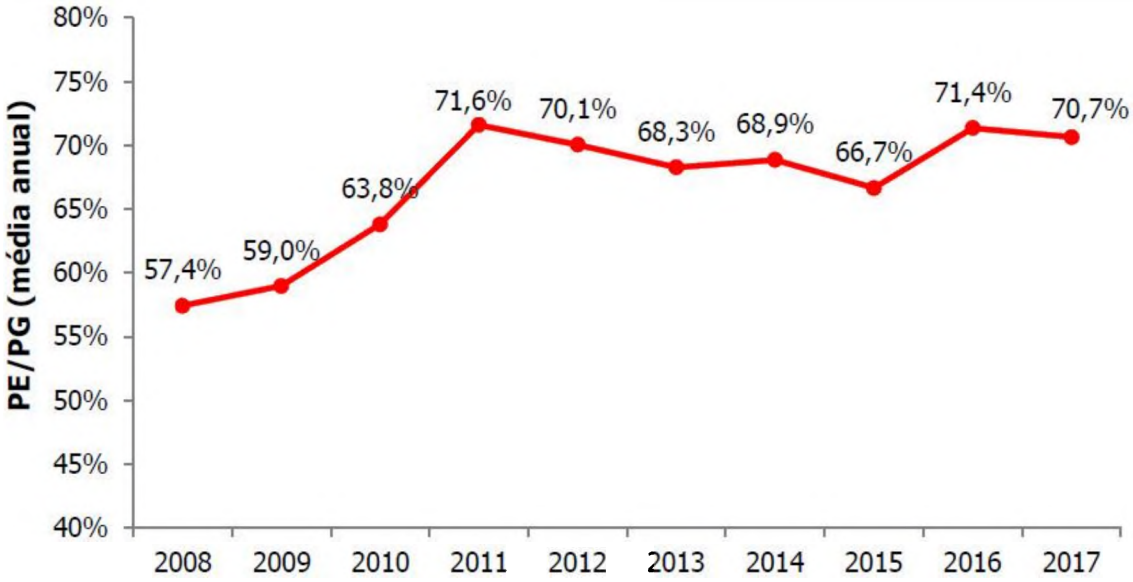
Gráfico 8 – Preço real dos combustíveis



Fonte: CESCA, 2016

No gráfico 8 verifica-se as diferenças de valores praticados entre etanol e a gasolina. Nota-se que a partir de meados de 2008 o preço da gasolina começa a diminuir. Tal situação remete-se a crise mundial de 2008, na qual o governo, para segurar a inflação, retira o imposto CIDE (Contribuição de intervenção no domínio econômico) da gasolina para controlar a subida da inflação. Dessa forma, o governo passa a "subsidiar" a gasolina, inviabilizando dessa forma o consumo do etanol.

Gráfico 9 – Relação entre preço do etanol hidratado e da gasolina

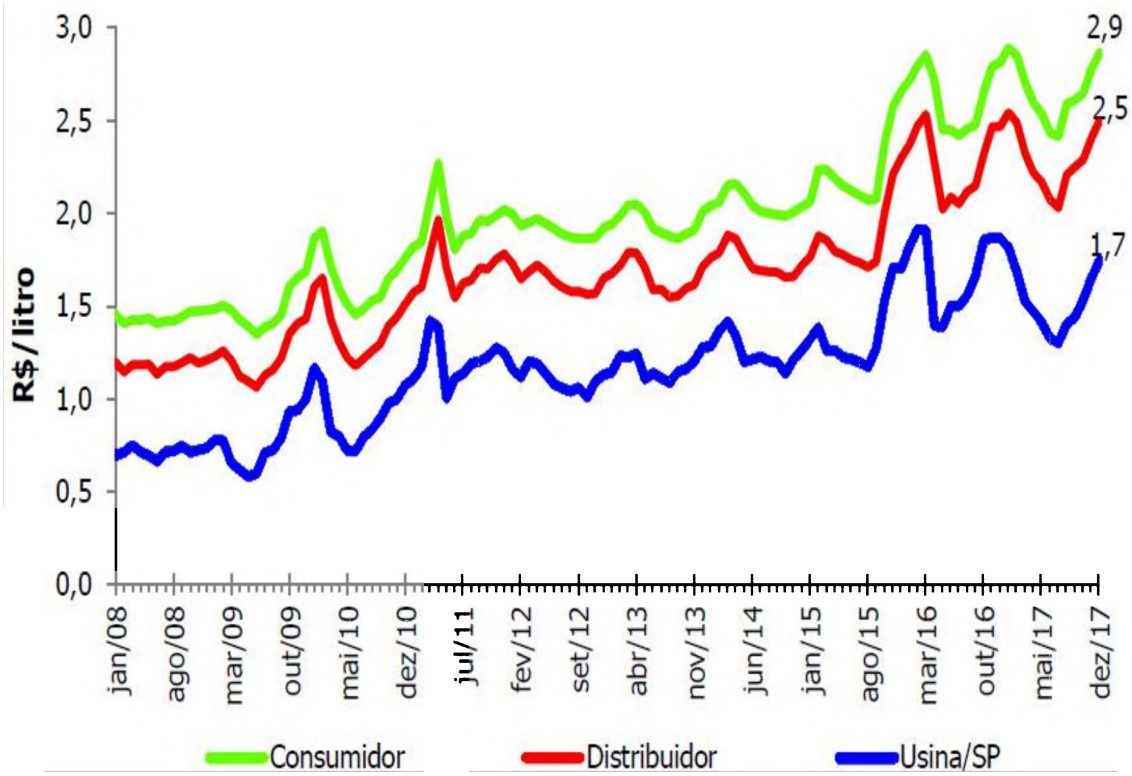


Fonte: Ministério de Minas e Energia, 2018 - Adaptado

Digitized by Google

No gráfico 9 verifica-se que, por quase 4 anos, tendo início no ano de 2008, a relação de preços entre o etanol e a gasolina ficou abaixo dos 70%, inviabilizando a competitividade daquele com esse. Tal fato propiciou dificuldade para os usineiros, haja vista que apenas é viável o abastecimento dos veículos com etanol, quando a relação entre ele e a gasolina for igual ou acima de 70%. Isso se dá por conta de o automóvel movido a etanol gastar mais para rodar a mesma distância do que quando é utilizada a gasolina. Dessa forma, todo veículo possui uma maior autonomia em quilômetros rodados quando o combustível é a gasolina.

Gráfico 10 – Preços do etanol hidratado

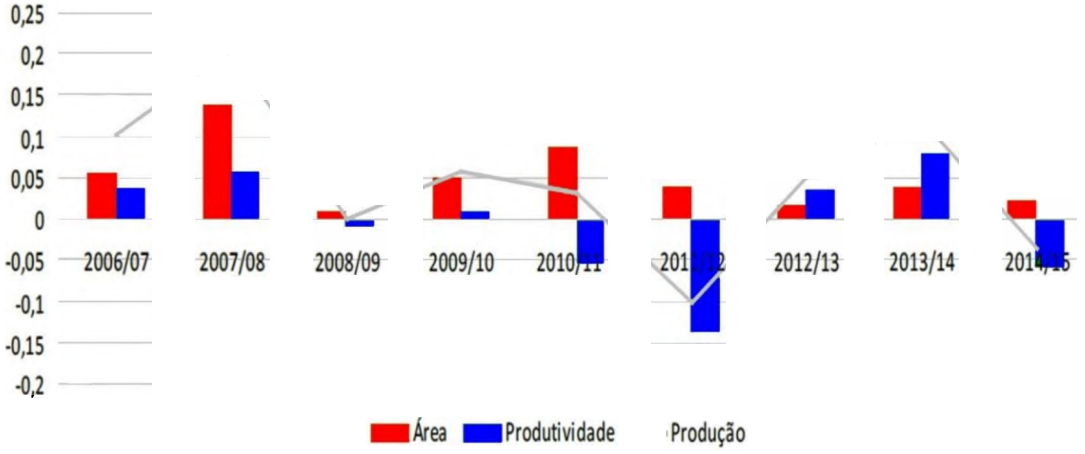


Fonte: Ministério de Minas e Energia, 2018 - Adaptado

O gráfico 10 mostra a distribuição das margens de preços do etanol hidratado no Brasil, praticados desde a fonte produtora até o consumidor final. O valor do litro de etanol que sai da usina aumenta por volta de 70% para o consumidor final. O lucro do distribuidor é por volta de 47%, enquanto os postos trabalham com uma margem de 16% de lucro. Pela resolução nº 43 de 2009, as usinas ficam impedidas de vender combustível diretamente aos postos de combustíveis.

Digitized by Google

Gráfico 11 – Comparação entre variações percentuais de área, produtividade e produção com relação às safras anteriores da lavoura de cana de açúcar – Brasil

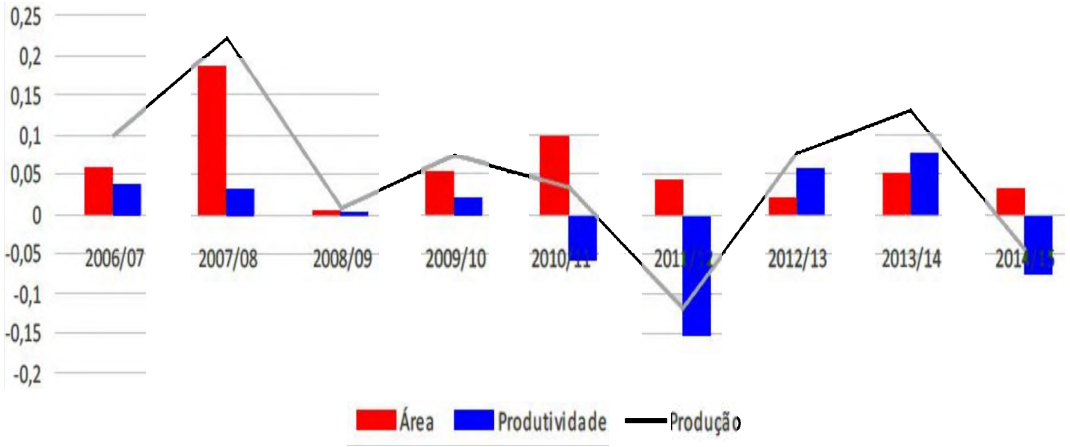


Fonte: CONAB, 2017 - Adaptado

Nota-se pelo gráfico 11, um grande decréscimo na variação percentual de produção da safra 2007/08, que gira em torno de 20%, quando comparada a de 2008/09, coincidindo com a crise mundial de 2008.

Outro fator significante é que a área plantada está com forte tendência de queda com o passar anual das safras. Isso pode ser indicativo do uso de novas tecnologias (melhoria genética de espécies) que fazem com que haja maior produtividade por hectare plantado. A baixa produtividade das safras 2009/10 até 2011/12 pode ser relacionada com escassez de recursos financeiros para renovação dos canaviais e investimentos em pesquisa e tecnologia.

Gráfico 12 – Variação percentual em relação à safra de anterior (cana-de-açúcar) – Centro Sul entre as safras de 2006/2007 e 2014/2015



Fonte: CONAB, 2017 - Adaptado

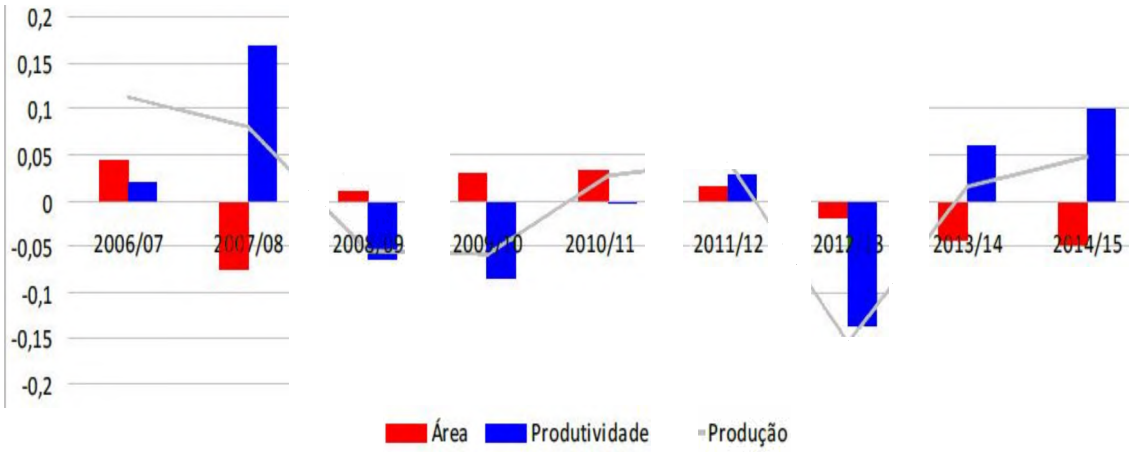
No gráfico 12 pode-se verificar a produção, produtividade e área ocupada pela cana-de-açúcar entre as safras 2006/07 até a safra de 2014/15. Por ser uma região

Digitized by Google

tradicional na produção de cana-de-açúcar, que se destina tanto a produção de açúcar quanto de etanol, a crise de 2008 afetou o setor; que rapidamente se recuperou. A recuperação não alcançou os níveis de produção de antes da crise, mas deu-se de tal forma que possibilitou sua manutenção no mercado. Nas safras de 2010/11 e 2011/12 ocorreu uma profunda queda na produção, como consequência da política econômica do governo em conter o preço da gasolina para segurar a inflação, pela crise internacional, pela falta de investimentos e outras situações que prejudicaram o setor sucroalcooleiro. Já a safra de 2013/14 para 2014/15, o que pode ter tido influência foi a indefinição de políticas para o setor, a crise econômica e política do país e a crise financeira do setor que estava cada vez mais profunda.

Já no Gráfico 13 tem-se a situação da produção da cana-de-açúcar na região Norte/Nordeste. Para estas regiões, a crise de 2008 e suas consequências são mais visíveis, fazendo com que o setor demore mais para se recuperar. Por estar mais afastada do centro de decisão e da produção majoritária, tem mais dificuldade de acessar investidores. Por conta disso, sofre consequências mais prolongadas em relação a falta ou falha de políticas econômicas governamentais e de incentivos ou subsídios do governo.

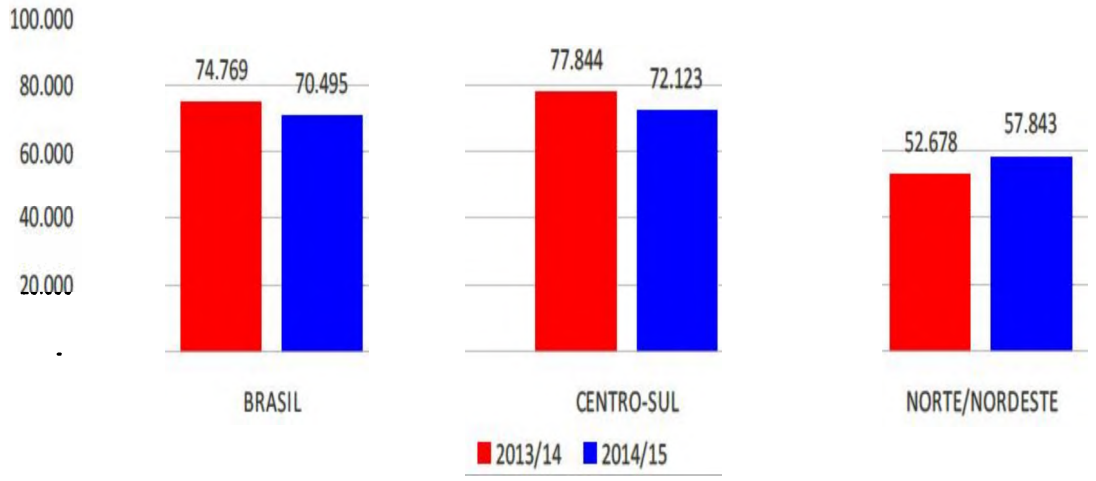
Gráfico 13 – Variação percentual em relação à safra anterior (cana-de-açúcar) – Norte/Nordeste entre as safras de 2006/2007 e 2014/2015



Fonte: CONAB, 2017 - Adaptado

Digitized by Google

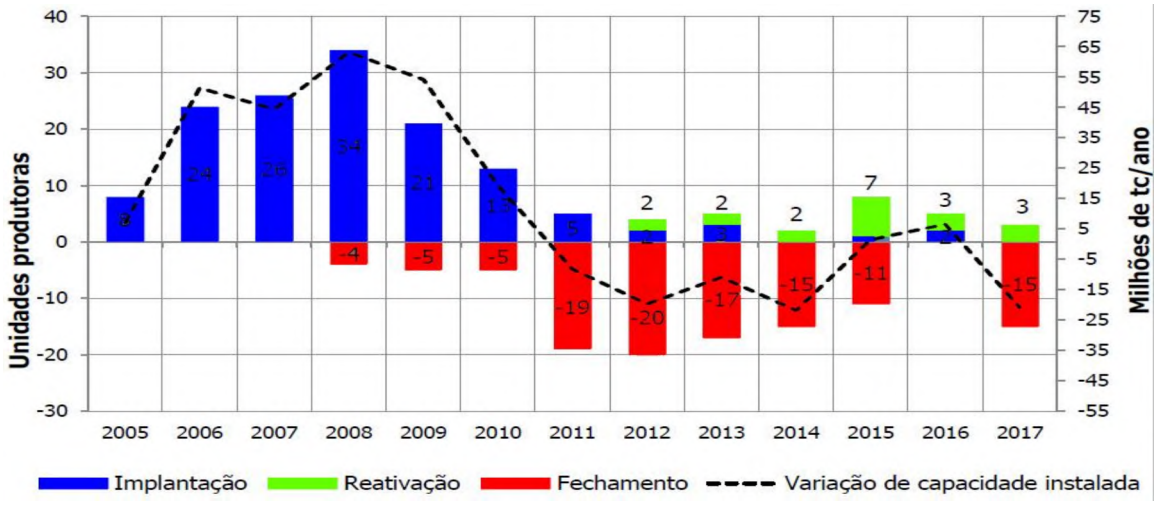
Gráfico 14 – Comparativo de produtividade de cana-de-açúcar por região, em Kg/ha



Fonte: CONAB, 2017 - Adaptado

Observando o gráfico 14, nota-se que a produtividade por hectare no Brasil teve um decréscimo de 6% quando se compara a safra de 2013/14 com a de 2014/15. Em contrapartida, a região Norte/Nordeste apresentou um desempenho de alta, apresentando crescimento de quase 10% na produtividade, contrariando assim, o desempenho do país.

Gráfico 15 – Fluxo das usinas de cana no Brasil



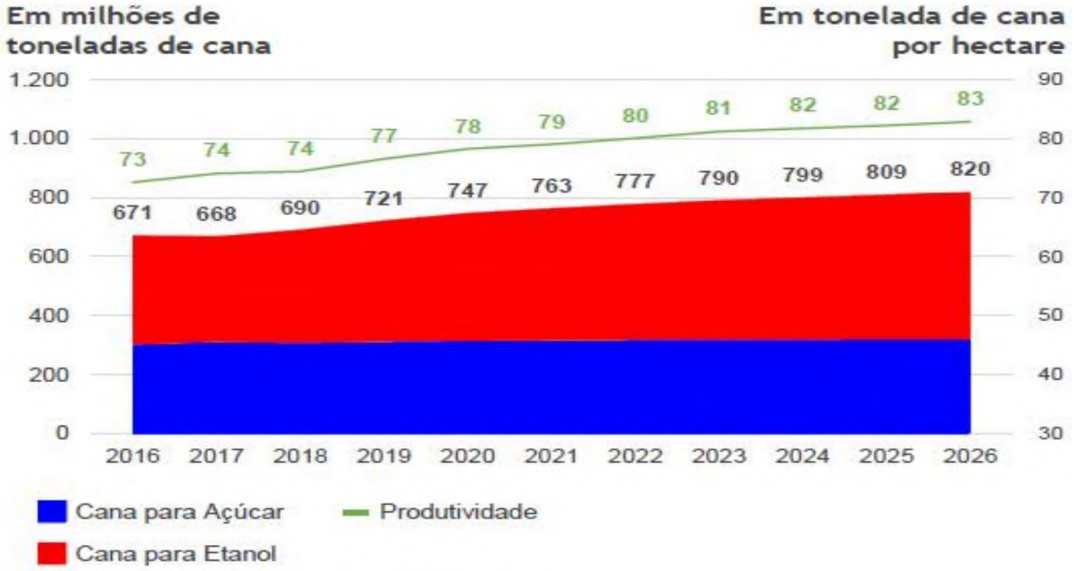
Fonte: Ministério de Minas e Energia, 2018 – Adaptado

Por meio do gráfico 15 percebe-se que a partir do ano de 2005 o país entrou em uma escalada de abertura de indústrias que se perpetuou de forma frenética até o ano de 2010, com a abertura de 126 indústrias e fechamento de 14 unidades. Muito disso por conta da expansão do mercado de etanol, por meio do avanço dos carros flex e de políticas internacionais para a redução da emissão de gases de efeito estufa. A partir de 2011 ocorreu uma inversão, com o fechamento de 97 unidades. Tal

Digitized by Google

situação demostra a gravidade da crise que o setor enfrentou nesse período. Dentro dessa mesma época, observa-se a implantação de 13 novos empreendimentos e a reativação de 19 usinas que já haviam sido fechadas.

Gráfico 16 – Produtividade para cana colhida e destinação para etanol e açúcar (atual e projeções)



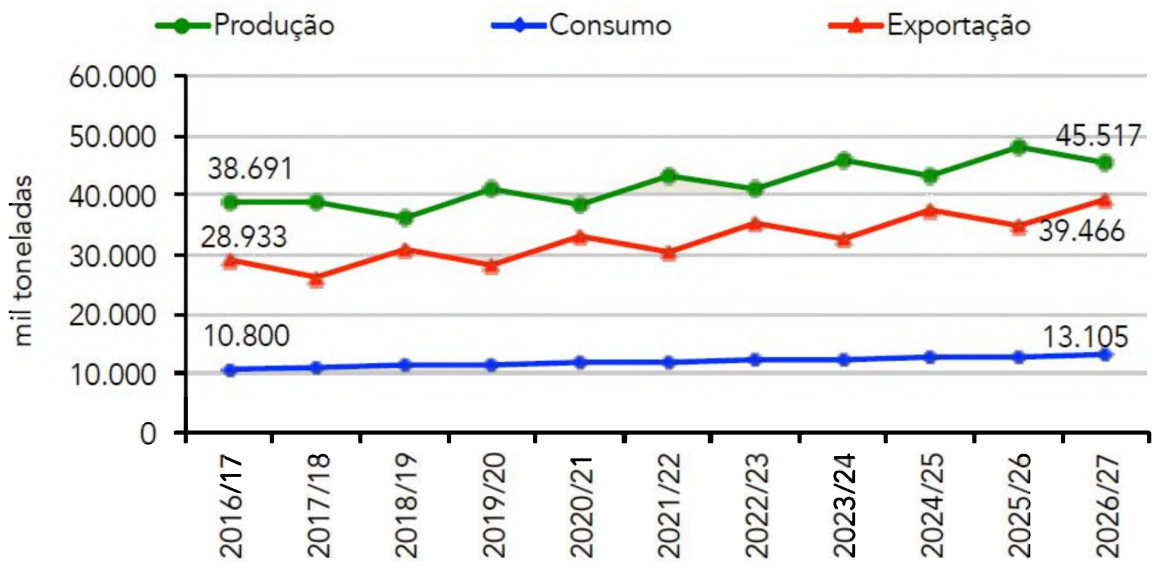
Fonte: COELHO, 2017 - Adaptado

Pelo gráfico 16 avalia-se que, até o ano de 2026, espera-se um incremento na ordem de 12% na produtividade, muito disso ocorrerá devido a aprimoramentos e avanços biotecnológicos. Tal afirmação vem do fato que em muitos Estados da União já existe política destinada com a definição de porcentagem de área que ainda pode ser ocupada com o plantio de cana-de-açúcar. Nota-se também que a expectativa da cana destinada ao etanol cresça na ordem de 19%. Esse crescimento será balizado segundo a premissa de aumento do consumo interno e exportações a países europeus que tendem a consumir menos combustíveis fósseis.

Com relação à cana destinada para a fabricação de açúcar, observa-se uma tendência de um pequeno crescimento de maneira que tende ao estável. Isso se deve pelo fato da existência de um mercado já maduro, no qual os atores da produção mundial já possuírem suas fatias de mercado estabelecidas, inclusive o próprio Brasil. Sendo assim, não existe grande possibilidade de um único país de um momento para o outro assumir a proeminência do mercado.

Digitized by Google

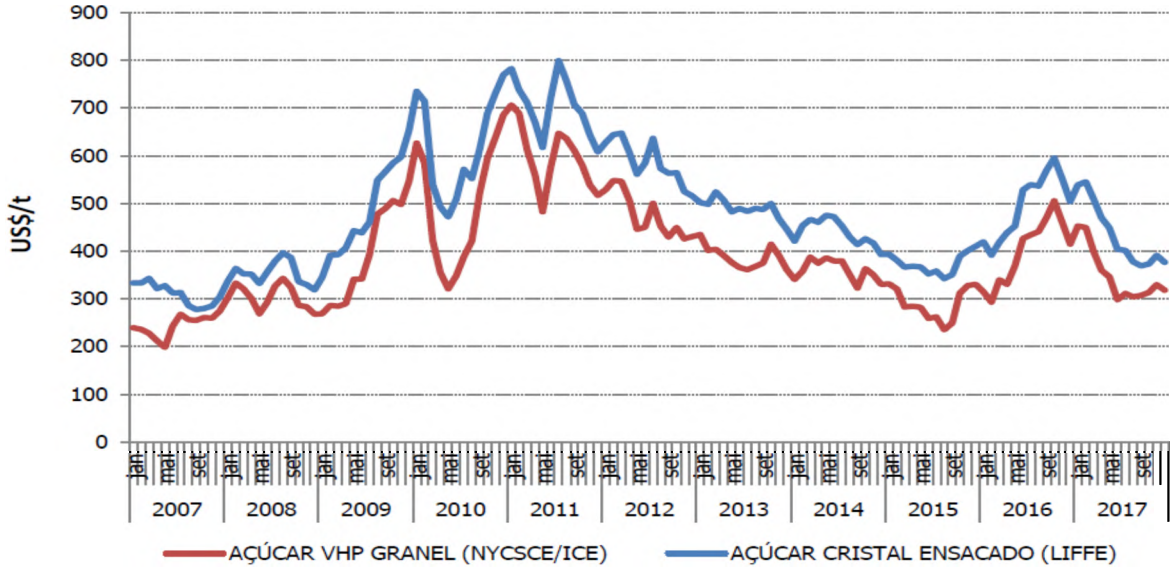
Gráfico 17– Produção, consumo e exportação de Açúcar (atual e projeções)



Fonte: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento 2017 - Adaptado

No gráfico 17 percebe-se que para a safra 2026/27 tem-se como perspectiva projetada um crescimento de 17% na produção de açúcar, incremento nas exportações na ordem de 29% e aumento de 21% no consumo interno.

Gráfico 18 – Preço internacional do açúcar de Janeiro/Março/Setembro entre os anos de 2007 a 2017



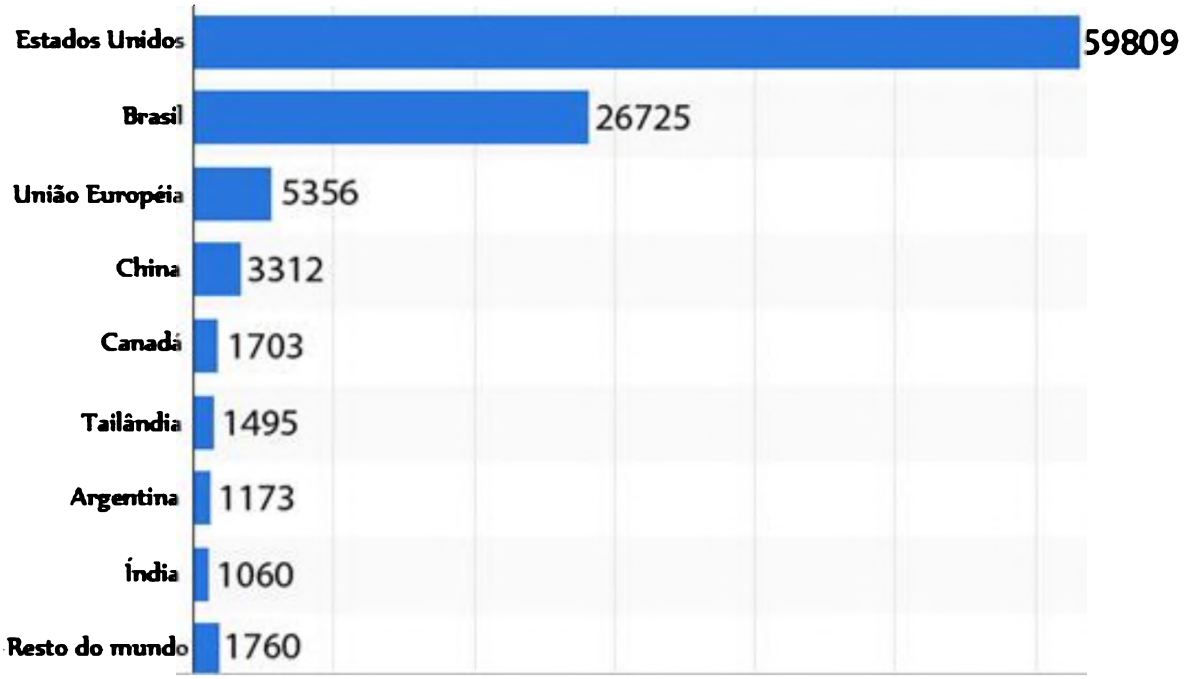
Fonte: Ministério de Minas e Energia, 2018 - Adaptado

Pode-se notar, por meio do gráfico 18, que a produção de açúcar não promove tanta surpresa aos usineiros, haja vista que o produto é uma *commodity* que tem seu preço vinculado ao mercado internacional. Nesse ensejo, percebe-se o motivo pelo qual no Brasil existe ainda usinas que optam apenas por sua produção. Por se tratar

Digitized by Google

de um produto de cunho alimentício, seu consumo não tem a tendência a diminuir, e ainda existe a questão que o açúcar não possui nenhum outro produto substituto absoluto, que possa lhe fazer concorrência, tal como acontece com o etanol.

Gráfico 19 – Produção mundial dos principais países produtores de etanol em milhões de litros 2017



Fonte: STATISTA, 2017 - Adaptado

Ao observar o gráfico 19, nota-se que os EUA produzem mais que o dobro de etanol do que o Brasil produz anualmente. Percebe-se, também, que a soma do restante dos produtores mundiais, que se destacam no mercado internacional, não consegue alcançar a produtividade anual norte americana. O etanol dos EUA é na maior parte advindo de fontes amiláceas, mais especificamente do milho. No Brasil, a produção é advinda majoritariamente da industrialização da cana-de-açúcar enquanto que na União Europeia temos em destaque a produção utilizando como matéria-prima a beterraba.

Dentro da divisão espacial dos maiores produtores mundiais, nota-se que 2 encontram-se no continente norte americano (EUA e Canadá), 2 no sul-americano (Brasil e Argentina), 3 são países asiáticos (China, Índia e Tailândia) e finalmente o bloco europeu.

Digitized by Google

Gráfico 20 – Oferta total de etanol (atual e projeções)

Fonte: COELHO, 2017 - Adaptado

No gráfico 20 nota-se a exposição do etanol anidro, que é o álcool utilizado em composição com a gasolina. Essa forma do etanol, possui por volta de 99,6% de graduação alcoólica. As expectativas com relação a esse produto é que seu consumo se mantenha estável durante os próximos anos, devido ao fato que seu *blend* com a gasolina já ultrapassa a margem de 20% da constituição total. Mostra também o etanol hidratado que é o álcool comumente vendido nos postos de combustíveis. Esse possui de 95% a 96% de graduação alcoólica, sendo que o restante é água. As expectativas quanto a este produto é que seu consumo tenha um incremento de mais de 82% até o ano de 2026, considerando 2016 como início da série.

Já o etanol importado, que sua maior parte vem dos EUA, tem a tendência de se manter estável durante o período dos próximos 10 anos. Boa parte desse etanol entra no Brasil pela região Nordeste.

4. CRISE SUCROALCOOLEIRA E SEUS DESDOBRAMENTOS

Digitized by Google

Geralmente as crises no setor sucroalcooleiro podem ser facilmente identificadas quando se constata fluxo de caixa negativo, em um ou dois anos; redução de investimento e diminuição da produção; endividamento que supera as receitas e fechamento de fábricas (DOS SANTOS *et al*, 2015).

Segundo os autores Cesca, 2016; Bottrel, 2016; Cruz*et al*, 2013; dos SANTOS *et al*, 2015; dos Santos*et al*, 2016; Gilio; Castro, 2016 no contexto dos últimos dez anos, uma gama de fatores expressivos pode estar ligada diretamente à crise, entre os quais, citaram:

- ✓ Aumento geral dos custos produtivos;
- ✓ Lenta adoção de tecnologias para aumentar produtividade;
- ✓ Perdas de matérias primas (que sempre estão sujeitas a intempéries);
- ✓ Falta de renovação dos canaviais (um canavial renovado produz 115 t/ha, enquanto que no sexto corte a produção cai para 55 t/ha);
- ✓ A introdução da mecanização trouxe problemas de compactação do solo, consumo excessivo de mudas, menor quantidade de plantas por área plantada, maior altura de corte do colmo (quando se comparado com o corte manual);
- ✓ Controle do preço da gasolina pelo governo;
- ✓ A não compensação tributária relacionada aos impactos dos combustíveis fósseis;
- ✓ Sazonalidade da produção devido à entressafra (as indústrias ficam paradas por períodos que variam de quatro a sete meses por ano), sendo que nessa condição, existe o desencadeamento no qual o setor não consiga acumular estoques, o que reflete alta concentração de oferta em mesmos períodos do ano.

Quando se aborda fatores externos, ou seja, mundiais, ressalta-se a crise de 2008 (BENETTI, 2009; DIAS *et al*, 2015; DOS SANTOS *et al*, 2015; GILIO; CASTRO, 2016; PITTA; MENDONÇA, 2010; MENDONÇA *et al*, 2012; TONIN, 2014). Muitos dos empréstimos que os usineiros realizavam no período de investimento, eram provenientes do exterior. Dessa forma, esses recursos foram adquiridos com o Real valorizado, quando se comparado ao Dólar (BENETTI, 2009; DOS SANTOS *et al*, 2015; DOS SANTOS *et al*, 2016; GILIO; CASTRO, 2016; MENDONÇA *et al*, 2012). Com a reversão dessa tendência, ou seja, desvalorização do Real, as indústrias contraíram dívidas bilionárias. Sendo que essa desvalorização cambial da moeda

Digitized by Google

brasileira se deu por conta da insegurança causada pela inadimplência das hipotecas subprime. Dessa forma, investidores estrangeiros retiraram seus capitais especulativos de países como o Brasil, aplicando-os em títulos da dívida americana que certamente é mais segura (MENDONÇA *et al*, 2012).

Verificou-se também estímulo para o aumento de produção de etanol após 2004, onde até então, a política era pautada com o livre preço da gasolina. Tal ambiente propiciou uma onda de otimismo no setor, que infelizmente não se concretizou; chegando ao ápice do martírio quando ações como a redução do tributo de Contribuição de Intervenção de Domínio Econômico (CIDE) que é aplicado sobre a gasolina afetou o lucro do setor, que teve que praticar preços mais baixos, mesmo com os custos de produção elevados. Houve também interferência direta sobre a Petrobrás, com a finalidade de segurar a inflação (CESCA, 2016; BOTTREL, 2016; CRUZ *et al*, 2013; DIAS *et al*, 2015; DOS SANTOS *et al*, 2015; DOS SANTOS *et al*, 2016; GILIO; CASTRO, 2016; NASTARI, 2014).

Nesse ensejo, o preço da gasolina foi mantido artificialmente estabilizado durante anos. Dessa forma os preços do etanol seguiram pelo mesmo rumo, deixando os usineiros em situação delicada (CESCA, 2016; BOTTREL, 2016; CRUZ *et al*, 2013; DIAS *et al*, 2015; DOS SANTOS *et al*, 2015; DOS SANTOS *et al*, 2016; GILIO; CASTRO, 2016; NASTARI, 2014).

Como resultado de todos esses fatores, constatou-se que as vendas de etanol em 2014 estavam 21% mais baixas do que no ano de 2009 (CESCA; BOTTREL, 2016). Esse fato ocorre por conta da fórmula, na qual a razão do preço do etanol hidratado pelo preço da gasolina comum deve sempre estar abaixo de 70%, para que o etanol seja economicamente mais vantajoso em relação à gasolina (DOS SANTOS *et al*, 2016).

Destaca-se ainda que a descoberta de petróleo no pré-sal, localizado no litoral brasileiro, contribuiu também para que o etanol novamente fosse colocado em segundo plano pelo governo (CRUZ *et al*, 2013; DIAS *et al*, 2015).

Com a crise que se levantou no ano de 2008, com o congelamento de investimentos e aumento de produção, até no ano de 2015, 83 das 384 usinas de etanol e açúcar foram desativadas no Brasil (CARVALHO, 2015).

Em 2012, o setor de cana-de-açúcar destinado a produção de etanol apresentou um endividamento de R$ 48 bilhões e no início da safra de 2015/2016 houve um crescimento da dívida, que chegou a R$ 85,4 bilhões. As principais

Digitized by Google

contestações do setor sobre o endividamento estão relacionadas à perda de competitividade do etanol em relação à gasolina por conta do preço congelado. O álcool só é vantajoso ao consumidor quando vendido com valor 30% menor do que o da gasolina, e como o valor dessa não foi reajustado, o álcool acabou perdendo condições de concorrência (ÉPOCA, 2014; CANAVIEIROS, 2015).

Mais recentemente, em 2017, segundo Ramos (2017), a agravação financeira dessas usinas ainda sofre reflexos por conta da crise iniciada em 2008, por erros de gestão e pela baixa do preço do açúcar e etanol no primeiro trimestre da safra 2017/18. Há pelo menos 52 usinas em recuperação judicial e 27 em falência. Entre as que tiveram falência decretada, estão as duas do grupo Camaq, quatro usinas da InfinityBio-Energy, a Usina José Carlos Bumlai e a Usina São Fernando. Destas 52 que estão em recuperação judicial, 35 estão operando, e dentre as 27 falidas, três operam.

A participação de estrangeiros na produção subiu de 6% em 2006 para 33% em 2012 (GILIO, 2016; CASTRO, 2016; PITTA; MENDONÇA, 2010).

Na Tabela 1 são apresentadas as principais operações de Fusões e Aquisições realizadas entre usinas e grupos de usinas no período entre os anos 2000 e 2010, demostrando nitidamente o “furacão” que passou pelo setor sucroalcooleiro. A grande maioria das operações aconteceu na forma de aquisições, ou seja, 100% do capital ativo das empresas adquirido; seguido pelas fusões que ficaram em segundo plano. Também dentro da tabela encontramos, dentre as transações, uma posição de arrendamento e uma outra de joint venture.

Com relação a localidade das usinas, temos que 17 encontram-se no estado de São Paulo, 1 no estado de Santa Catarina, 4 no estado de Minas Gerais, 1 no estado da Paraíba, 3 no estado do Espírito Santo, 3 no estado do Mato Grosso do Sul, 1 no estado da Bahia, 1 no estado do Rio Grande do Norte, 3 no estado de Goiás e 2 no estado do Paraná. Desse total de usinas, 24 do total se encontram distribuídas na região Sudeste, 3 na região Sul, 3 na região Nordeste e 6 na região Centro-Oeste. A tabela ainda mostra que a crise atingiu praticamente todos os estados, mostrando que não foi algo pontual e localizado.

Digitized by Google

Tabela 1 – Internacionalização do setor sucroalcooleiro, 2000 a 2010

Ano	Comprador	Nacionalidade	Empresa Adquirida	Tipo de aquisição
2000	FBA	Franco/Brasileira	Ipaussu (SP)	Não Disponível
2000	Coimbra/Louis Dreyfus Dreyfus (LDF)	Francesa	Usina Cresciumal (SP)	Aquisição
2000	Glencore	Suíça	Refinadora Catarinense/Usati (SC)	Aquisição
2001	FBA	Franco Brasileira	Univalem/Guanabara Agro-Industrial (SP)	Aquisição
2001	Béghin-Say	Francesa	Açúcar Guarani (SP)	Aquisição
2001	Coimbra-Dreyfus	Francesa	Usina Luciânia (MG)	Aquisição
2001	FBA	Francesa	Usina Santo Antônio (SP)	Arrendamento
2004	Louis Dreyfus Commodities (LDF)	Francesa	São Carlos Usina Açucareira de Jaboticabal (SP)	Aquisição
2004	Tereos	Francesa	Açúcar Guarani (SP)	Aquisição
2006	Louis Dreyfus Commodities (LDF)	Francesa	Tavares de Melo (PB)	Aquisição
2006	Adecoagro (Fundo de Investimento – George Soros)	Luxemburgo	Monte Alegre (MG)	Aquisição
2006	Evergreen	Inglesa	Cristal Destilaria Autônoma de Álcool (Cridasa) (ES)	Aquisição
2006	Cargill	Norte Americana	Cevasa (SP)	Aquisição
2006/2007	InfinityBio-Energy	Brasileira	Cridasa (ES), Disa (ES), Alcana (MG), Paraíso (SP), Usinavi (MS), Ibirálcool (BA), Cepar (MG) e Agromar (RN)	Aquisição
2017	Glencore	Suiça	Destilaria Alcídia (SP)	Aquisição
2007	Sojitz Corporation	Japonesa	ETH Bioenergia (SP/GO)	Fusão
2007	Clean Energy Brazil (CEB)	Inglesa	Alcoolvale (MS)	Fusão
2007	Abengoa	Espanhola	Grupo Dedini Agro Açúcar e Álcool (SP)	Aquisição
2008	BP	Inglesa	Tropical Bioenergia (GO)	Fusão
2008	ETH Energia	Brasileira	Usina Eldorado (MS)	Aquisição
2009	Tereos	Francesa	Açúcar Guarani (SP)	Aquisição
2009	ETH Energia	Brasileira	Brenco (GO)	Fusão
2009	Louis Dreyfus Commodities (LDF)	Francesa	Usina Santa Elisa Vale (SP)	Joint venturi
2009	ShreeRenukaSugarsLtd.	Indiana	Vale do Ivaí (PR)	Aquisição
2009	Clarion	Brasileira	Manacá (PR)	Aquisição
2009/2010	Bunge Ltd.	Norte Americana	Grupo Moema (SP)	Aquisição
2010	ShreeRenukaSugarsLtd.	Indiana	Equipav Açúcar e Álcool (SP)	Aquisição
2010	Açúcar Guarani	Francesa	Usina Vertente (SP)	Aquisição

Fonte: GARCIA *et al*, 2015 - Adaptado

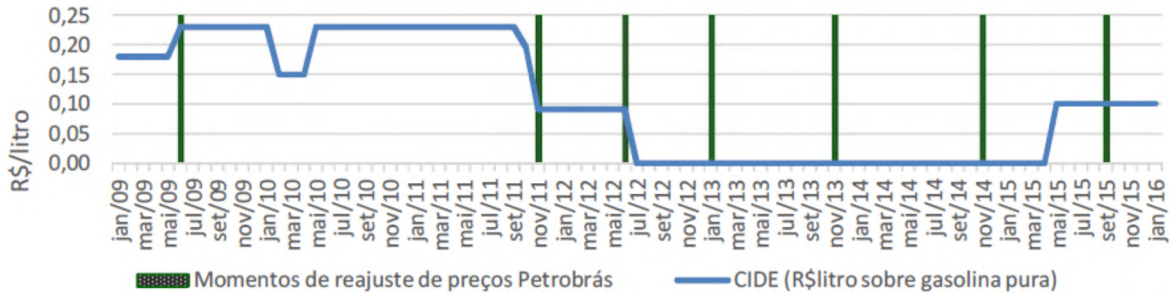
Digitized by Google

Grande parte do parque industrial sucroalcooleiro brasileiro foi transferida por meio de aquisições por parte das multinacionais. Nesse ensejo, destaca-se a presença majoritária de grupos franceses. Esse processo aconteceu por meio de fusões entre grupos locais e internacionais e aquisições de grupos locais por multinacionais.

5.PROGRAMAS E AÇÕES QUE PODEM ALAVANCAR NOVAMENTE O SETOR SUCROALCOOLEIRO

Em 2015, o governo alterou sua política fiscal, ou seja, passou a utilizar a CIDE (Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico), incidente sobre as operações realizadas com combustíveis, como uma forma de arrecadar mais. Dessa forma, o imposto volta a vigorar sobre a gasolina. Alterou também o percentual de álcool anidro de 25 para 27,5% na gasolina (CESCA, 2016; BOTTREL, 2016; DOS SANTOS *et al*, 2016; GILIO; CASTRO, 2016).

Gráfico 21 – Evolução da CIDE incidente sobre a gasolina, em R$/L a preços correntes



Fonte: GILIO, 2016

No gráfico 21 observa-se o declínio do imposto, que iniciou em setembro de 2011, chegando ao valor zero em julho de 2012. Apenas em maio de 2015 o imposto começa novamente a subir, e mesmo assim ainda não recuperou o maior valor praticado em junho de 2009.

Outro programa governamental formatado foi a Renovabio, que possui a premissa de estabelecimento de metas para redução das emissões de gases de efeito estufa por meio da produção e comercialização de biocombustíveis. Compromete-se ainda com a garantia da competitividade desses, frente aos combustíveis fósseis. O

Digitized by Google

alcance de sua utilização englobará veículos, máquinas e equipamentos, e ainda, o setor contará com incentivos fiscais financeiros e creditícios (BRASIL, 2017).

Toda indústria de biocombustível (que assim desejar) passará por vistoria, a qual será realizada por empresa certificadora credenciada. Essa medirá a eficiência energética e as emissões de gases de efeito estufado processo produtivo, e assim aplicará uma nota, que representa a diferença entre a intensidade de carbono de seu combustível fóssil substituto e sua intensidade de carbono estabelecida no processo de certificação. Caso o atendimento dos requisitos for positivo, a indústria receberá certificação da produção eficiente de biocombustíveis. De posse desse certificado, a indústria poderá solicitar emissões de CBio's (Credito de Descarbonização). A quantidade será de acordo com o volume de biocombustível produzido (BRASIL, 2017).

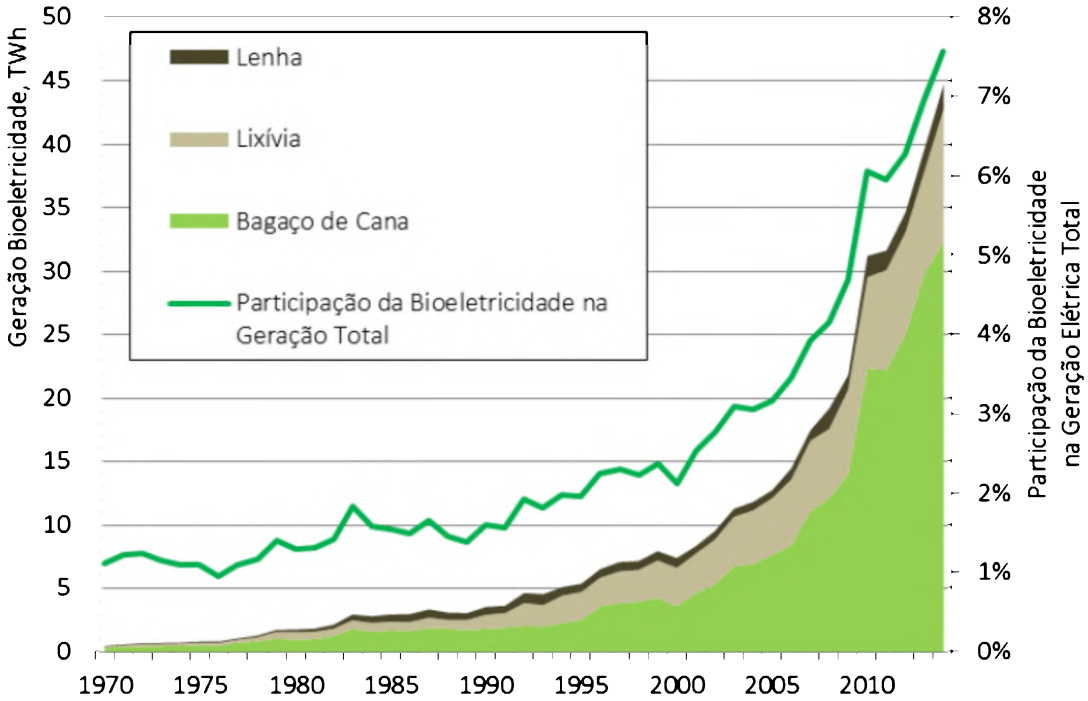
Dessa forma, o produtor irá adquirir CBio's que poderão ser negociados em bolsa de valores, leilões, fazendo com que exista possibilidade de crescimento de receitas, haja vista que as empresas distribuidoras de combustíveis os terão de comprar afim de cumprir as metas compulsórias de redução de emissão de gases de efeito estufa. Essas metas serão individuais, definidas no ano corrente e serão proporcionais à participação da distribuidora no mercado de comercialização de combustíveis. Os CBio's serão registrados de forma escriturada por um banco ou instituição financeira para que possam comprovar o cumprimento das metas individuais de cada distribuidora de combustível. Uma unidade de CBio corresponde a 1 ton. de CO_2eq. A empresa certificadora, autorizada pela Agência Nacional de Petróleo, atestará qual o valor líquido da diferença entre o CO_2eq. advindo dos combustíveis fósseis pelo CO2eq. proveniente dos biocombustíveis (BRASIL, 2017).

Outra possibilidade existente para enfrentar a crise veio a algum tempo, por intermédio do decreto de nº 1.872 de maio de 1981, no qual foi permitida a compra de energia elétrica produzida de forma autônoma por fontes não fósseis; sendo este, reformado pelo decreto nº 2003 de setembro em 1996 (DE OLIVEIRA, 2007).

A principal biomassa utilizada hoje para geração de energia elétrica é proveniente do bagaço da cana-de-açúcar e, em menor escala, existe a contribuição do setor de papel e celulose, utilizando-se a lixívia. O bagaço é um resíduo fibroso que se resulta da última moagem da cana, sendo que em sua composição se encontra fibra e caldo residual (TOLMASQUIM, 2016).

Digitized by Google

Gráfico 22 – Evolução da oferta da bioeletricidade



Fonte: TOLMASQUIM, 2016

No gráfico 22, dentre as biomassas disponíveis para geração de bioeletricidade, o bagaço de cana se destaca entre os demais. Nota-se, também, que nos últimos 40 anos a participação da biomassa na geração elétrica geral nacional saltou de pouco mais de 1% para quase 8%, apresentando assim crescimento de quase 2% por cada década.

Observa-se que a geração de energia nas usinas é realizada por meio de cogeração com a queima do bagaço, em ciclo a vapor com pressões de 22 bar. Dessa forma, a necessidade elétrica da usina é atendida.

O bagaço é produzido na proporção de 5 a 10%, considerando a biomassa total, e observa-se excedentes de eletricidade em torno de 10 KWh/ton de cana. Quando as caldeiras conseguem operar a 65 a 90 bar e 480º C e aproveitar a palha, poderá se obter um índice de até 100 KWh/ton de cana de excedente elétrico (CARVALHO, 2015). O aumento do uso da colheita mecanizada proporcionará também que a palha passe a ser utilizada para a geração de energia elétrica, haja vista que anteriormente no processo de colheita manual a mesma era queimada no campo (TOLMASQUIM, 2016).

A cogeração de energia, no setor sucroalcooleiro, consiste na utilização dos resíduos do processo, ou seja, bagaço e palha. Esses resíduos são queimados em

Digitized by Google

caldeiras, onde é gerado vapor que alimenta o processo produtivo de açúcar e álcool, movimentará turbinas, as quais produzirão energia elétrica para consumo interno e ainda gerará um excedente que será comercializado às distribuidoras, comercializadoras e consumidores livres. Isso permite que o setor diversifique a gama de seus produtos (DE OLIVEIRA, 2007).

A geração de excedentes de eletricidade pelas usinas, por intermédio da queima do bagaço da cana, passou a ser uma meta para as usinas como forma de aumentar a rentabilidade e atenuar impactos desfavoráveis em épocas de crise (DOS SANTOS *et al*, 2016; JÚNIOR, 2016).

Na tabela 2 notamos a expressividade que um resíduo industrial tem para geração de energia, sendo responsável por quase 7% do total de energia elétrica gerada no país.

Tabela 2 – Energia elétrica

Fonte			Capacidade Instalada		
Origem	Fonte Nível 1	Fonte Nível 2	Nº Usinas	KW	%
Biomassa	Agroindustrial	Bagaço de Cana-de- Açúcar	405	11.239.335	6,7242

Fonte: UDOP, 2018 - Adaptado

Dessa forma, com a alternância da política econômica com relação à gasolina, com a formatação da Renovabio pelo governo e com a introdução da cogeração por parte das usinas, crê-se que existirá uma boa oportunidade para os usineiros lograrem maiores lucros advindos da atividade sucroalcooleira. Sendo assim, o setor poderá, sem dúvida, desfrutar novamente tempos melhores.

6.CONCLUSÃO

O setor sucroalcooleiro é uma atividade agroindustrial chave para o Brasil, tanto para a independência dos combustíveis fósseis; como na geração de emprego e renda; no aprimoramento e desenvolvimento tecnológico e ainda para atender as expectativas e compromissos firmados com organizações internacionais para a diminuição das emissões de CO2. Nesse ensejo, nota-se que a produção desse biocombustível é algo que será duradouro por ser competitivo dentro do mercado e ambientalmente correto.

A crise sucroalcooleira foi provocada pelo alto endividamento do setor, pela crise de 2008 e também motivada por políticas públicas desfavoráveis, principalmente

Digitized by Google

relacionadas à gasolina. Sabe-se que o etanol somente é lucrativo para o consumidor, quando o valor do mesmo for 30% menor que o da gasolina. Pelo fato de o preço da gasolina não ter sido reajustado, ficando congelado por anos, o etanol perdeu a capacidade de competir frente a gasolina. Soma-se a isso, a isenção do tributo de Contribuição de Intervenção de Domínio Econômico (CIDE) incidente sobre a gasolina que foi zerado entre os anos de 2012 a 2015; aumento geral dos custos produtivos; lenta adoção de tecnologias para aumentar produtividade; perdas de matérias primas (que sempre estão sujeitas a intempéries); falta de renovação dos canaviais (um canavial renovado produz 115 t/ha, enquanto que no sexto corte a produção cai para 55 t/ha); introdução da mecanização, trazendo problemas de compactação do solo, consumo excessivo de mudas, menor quantidade de plantas por área plantada, maior altura de corte do colmo (quando se comparado com o corte manual); a não compensação tributária relacionada aos impactos dos combustíveis fósseis. Tais situações culminaram com o fechamento e venda de muitas usinas para grupos internacionais.

Em contrapartida, apesar de todo esse cenário desfavorável, mudanças provocadas pelo governo brasileiro, tais como a formatação da Renovabio, a mudança na política adotada frente à gasolina (aumento de preços e volta da CIDE) e ainda o incentivo e financiamentos para a cogeração (através da utilização do bagaço e da palhada cana-de-açúcar para produção de energia elétrica), podem se tornar uma alavanca para que os primeiros passos para a retomada do crescimento e desenvolvimento do setor seja viabilizada.

7.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BENETTI, Maria D. (2009): “Como vai a indústria do etanol no Brasil”. Revistas Eletrônicas FEE, 2009.

BRASIL (2017): Lei nº 13.576, de 26 de dezembro de 2017. Diário oficial da União, Seção 1, 27/12/2017, p. 4.

CANAVIEIROS (2015): Usinas do Centro-Sul iniciam safra 2015/2016 com dívidas de R$ 85 bi. Disponível em: http://www.revistacanavieiros.com.br/conteudo/usinas-

Digitized by Google

do-centro-sul-iniciam-safra20152016-com-dividas-de-r85-bi. Consultado em: 02/09/2018 às 09:00.

CARVALHO, Danilo José (2015): Geração de Bioeletricidade em Usina Sucroalcooleira Utilizando Bagaço, Palha de Cana e Sorgo Biomassa. Tese de Doutorado. Campinas, 2015.
CARVALHO (2015): Fantasma do fechamento de mais usinas ronda início de safra de cana. Disponível em: https://maringa.odiario.com/agribusiness/2015/03/fantasma-do-fechamento-de-mais-usinas-ronda-inicio-da-safra-de-cana/1292855/. Consultado em: 22/09/2018 às 18:55.

CESCA, Igor Gimenes; BOTTREL, Mariana Araújo e Silva (2016): Análise da demanda de combustíveis veiculares no Brasil entre 2004 e 2014. Revista de Economia e Agronegócio, v. 14, n. 1,2 e 3, 2016.

CNA (2017): CANA-DE-AÇÚCAR. Balanço 2017. Disponível em: https://www.cnabrasil.org.br/assets/arquivos/cana_de_acucar_balanco_2017.pdf. Consultado em: 26/09/2018 às 16:02.

COELHO, José Mauro (2017): Planejamento Energético Nacional: Perspectivas de demanda e oferta de etanol, gasolina, biodiesel e diesel. 10º Edição do Fórum Nordeste. Recife, 2017.

CONAB (2017): Acomp. Safra bras. Cana, v. 4 – safra 2017/18, n. 3 – terceiro levantamento, jul-dez, 2013, p. 1-77.

CRUZ, Alvany Cordeiro dos Santos; INÁCIO, Raquel Aparecida Carvalho; MORAES, Rafael (2013): A crise no setor Sucroenergético e as empresas do Município de Sertãozinho-SP. Revista Eletrônica "Diálogos Acadêmicos", v. 05, n. 2., jul-dez, 2013, p. 114-127

DE OLIVEIRA, Janaina Garcia (2007): Perspectivas para a cogeração com bagaço de cana-de-açúcar: potencial do mercado de carbono para o setor sucroalcooleiro paulista. Dissertação de Mestrado. São Carlos, 2007.

Digitized by Google

DIAS, ElioterioFachin; SCHLINDWEIN, Madalena Maria; DA SILVA, Luciana Ferreira; RUVIARO, ClandioFavarini (2015).: A situação da cadeia produtiva do etanol no Brasil e em Mato Grosso do Sul a partir da crise mundial de 2008. Revista Desenvolvimento Socioeconômico em debate, v. 1, n. 1, 2015.

DOS SANTOS, Gesmar Rosa; GARCIA, Eduardo Afonso; SHIKIDA, Pery Francisco Assis (2015): A crise na produção do Etanol e as interfaces com as políticas públicas. Radar I39I jun. 2015.

DOS SANTOS, Gesmar Rosa; GARCIA, Eduardo Afonso; SHIKIDA, Pery Francisco Assis (2016): Quarenta Anos de Etanol em Larga Escala no Brasil, desafios crises e perspectivas. Ipea, Brasília.

ÉPOCA, 2014. Disponível em: http://www.usinabatatais.com.br/noticias/2014/11/05/ja-sao-82-as-usinas-de-alcool-fechadas-por-causa-da-crise-do-setor.html. Consultado em: 25/09/2018 as 23:45

GARCIA, Junior Ruiz; LIMA, Divina Aparecida Leonel Lunas; VIEIRA, Adriana Carvalho Pinto (2015): A nova configuração da estrutura produtiva do setor sucroenergético brasileiro: Panorama e Perspectivas. Revista de Economia Contemporânea,2015, p. 162-184.

GILIO, Leandro; CASTRO, Nicole Rennó (2016): Avaliação de aspectos limitantes ao crescimento do etanol e o setor sucroenergético no Brasil. Revista eletrônica de Energia,2016, p. 58-74.

JÚNIOR, Cícero Pereira de Carvalho (2016): Modelo de Otimização aplicado ao balanço econômico da cogeração de energia, produção de álcool e açúcar na indústria canavieira. Dissertação (Mestrado em Planejamento de sistemas energéticos) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas.

NASTARI, Plínio (2014): Avaliação e Perspectivas do Setor Sucroenergético no Brasil. Datagro, Brasília.

Digitized by Google

MELO, André de Souza; SAMPAIO, Yony de Sá Barreto (2016): Uma nota sobre o impacto do preço do açúcar, do etanol e da gasolina na produção do Setor Sucroalcooleiro. RBE, v. 70 n. 1 / Rio de janeiro, Jan-Mar 2016, p. 61-69.

MENDONÇA, Maria Luisa; PITTA, Fábio T.; XAVIER, Carlos Vinicius (2012): A Agroindústria Canavieira e a Crise Econômica Mundial. Editora Outras Expressões, São Paulo.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECURÁRIA E ABASTECIMENTO (2017): PROJEÇÕES DO AGRONEGÓCIO Brasil 2016/17 a 2026/27 Projeções de longo prazo. Brasília.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (2018): Análise de conjuntura dos biocombustíveis ano 2017. Rio de Janeiro.

PITTA, Fábio T.; MENDONÇA, Maria Luisa (2010): O Etanol e a Reprodução do Capital em Crise. Agrária, n. 13, São Paulo 2010, p. 4-33.

RAMOS, Camila Souza. (2017): Cresce o número de falências entre usinas sucroalcooleiras. Valor Econômico. Disponível em: https://www.valor.com.br/agro/5131622/cresce-o-numero-de-falencias-entre-usinas-sucroalcooleiras. Consultado em: 26/09/2018 as 21:05.

RAMOS, Marina Augusta Pires (2016): A crise do etanol no Brasil, com ênfase na intervenção governamental no preço da gasolina. Monografia. Departamento de Economia – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

SIQUEIRA, Paulo Henrique de Lima (2013): Análise das Estratégias de crescimento e localização da Agroindústria canavieira no Brasil e suas externalidade. Tese de Doutorado. Lavras-MG.

STATISTA (2018). Disponível em: https://www.statista.com/statistics/281606/ethanol-production-in-selected-countries/. Consultado em 02/10/2018 às 20:47.

TOLMASQUIM, Maurício T. (2016): Energia Renovável Hidráulica, Biomassa, Eólica,

Digitized by Google

Solar, Oceânica. Empresa de Pesquisa Energética. Rio de Janeiro.

TONIN, João Ricardo; TONIN, Julyerme Matheus (2014): Do Proálcool ao "Próetanol": Novos desafios na produção do etanol brasileiro. Informe Gepec, Toledo, v. 18, n. 1, jan./jun. 2014, p. 61-76.

UDOP (2018). Disponível em: www.udop.com.br. Consultado em: 20/09/2018 as 12:10.

Digitized by Google

CAPITULO 3

ZONEAMENTO AMBIENTAL DO ESTADO DO TOCANTINS, POLÍTICAS PÚBLICAS E AGROENERGÉTICAS

Digitized by Google

ZONEAMENTO AMBIENTAL DO ESTADO DO TOCANTINS, POLÍTICAS PÚBLICAS E AGROENERGÉTICAS

Resumo

Um dos maiores impactos enfrentados pelas regiões em desenvolvimento é a redução na qualidade de vida da população local devido à degradação ambiental. O Zoneamento Ecológico-Econômico vem como instrumento para promover o desenvolvimento socioeconômico adequado às oportunidades e limitações que cada região apresenta, com foco na conservação do meio ambiente. O presente trabalho tem como objetivo analisar o Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Tocantins como instrumento integrado de gestão pública do território, sob o ponto de vista ambiental, econômico e político. Sendo que a agroenergia surge como uma possibilidade de redução de emissões de CO_2 para a produção de energia e o seu uso é incentivado a nível nacional pelo Plano Nacional de Agroenergia e também no Plano Estadual de Agroenergia. Os resultados mostram que o Zoneamento Ecológico-Econômico do Tocantins está em fase de construção, onde foram realizadas algumas etapas, como o plano de trabalho, as compartimentações das paisagens, as caracterizações dos atores sociais, acompanhadas por oficinas técnicas e zoneamento preliminar, seguidos por diagnósticos e cenários. Foi possível concluir que o Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Tocantins é de suma importância para delimitar as zonas do território, contribuindo para o planejamento e a tomada de decisões do poder público, setor privado e da sociedade em geral com relação ao adequado uso e ocupação do território, compatibilizando, de forma sustentável, as atividades econômicas, a conservação ambiental e a justa distribuição dos benefícios sociais.

Palavras-chave: Zoneamento Ecológico: Agroenergia: Gestão Pública.

1 INTRODUÇÃO

Ultimamente, os países vêm demonstrando atenção especial ao uso sustentado dos recursos hídricos, tendo em vista a fragilidade dos ecossistemas presentes, o uso cada vez mais intenso e as ameaças naturais resultantes de mudanças climáticas globais em função dos gases de efeito estufa (GEE). Um dos principais instrumentos de apoio à tomada de decisão no licenciamento ambiental municipal é o zoneamento ecológico-econômico (ZEE), o qual consta nos respectivos Planos Ambientais Municipais como um dos programas ambientais a serem desenvolvidos pelos municípios (TAGLIANI, 2016).

O ZEE também chamado de Zoneamento Ambiental é um mecanismo de gestão econômico-ambiental que consiste na delimitação de zonas e atribuição de usos de atividades compatíveis segundo as características, potencialidades e

Digitized by Google

restrições de cada uma delas. Dentre as características do ZEE, destaca-se a valorização das especificidades econômicas, sociais, ambientais e culturais existentes nas unidades territoriais, que são traduzidas no estabelecimento de alternativas de uso e gestão que oportunizam as vantagens competitivas do território (OECO, 2013).

Segundo Santos (2004), realizar ou desenvolver o ZEE consiste em compartimentalizar uma região em porções territoriais sujeitas a normas específicas para o desenvolvimento de certas atividades, para a conservação do meio ambiente, para a preservação de patrimônio cultural, entre outros. Cada compartimento é apresentado como uma "área homogênea", ou seja, uma zona (ou unidade de zoneamento) delimitada no espaço, com estrutura e funcionamento uniforme. Cada unidade possui alto grau de associação dentre si, com variáveis solidamente ligadas, mas significativa diferença entre elas e os outros compartimentos.

O zoneamento consiste em um dos principais instrumentos do planejamento ambiental e requer o uso das ferramentas presentes nos sistemas de informações geográficas para analisar e diagnosticar as características da região que será alvo de intervenção. Com base nessa avaliação, uma proposta de compartimentação das áreas homogêneas do zoneamento e as respectivas atividades a serem permitidas podem ser indicadas pelos tomadores de decisão, visando o desenvolvimento econômico, social e a preservação ambiental dos recursos naturais (REMPEL *et al.*, 2012).

O ZEE do Tocantins é uma importante ferramenta de apoio ao planejamento do estado, apresentando estratégias e ações para o desenvolvimento sustentável de todas as regiões do mesmo, onde são estabelecidas as orientações adequadas do território, considerando também a proteção dos recursos naturais. É composto por um conjunto de documentos técnicos, contendo análises, mapas, diagnósticos, propostas de organização do território e de ações para o desenvolvimento do estado, seguindo as diretrizes estabelecidas pelo Ministério do Meio Ambiente e as legislações e Normas Federais e Estaduais (SEPLAN, 2017).

O presente trabalho tem como objetivo apresentar resumidamente o Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Tocantins (ZEE-TO), como instrumento integrado de gestão pública do território, sob o ponto de vista ambiental, social, econômico e político. Além disso, procura-se mostrar sua importância como uma ferramenta que pode atrair investimentos para o Estado ao mostrar a realidade do ambiente natural, socioeconômica e institucional de cada regiões e municípios.

Digitized by Google

2 CONCEITUAÇÃO

2.1 Zoneamento Ecológico-Econômico

O Zoneamento Ecológico-Econômico foi institucionalizado a partir de 1980, como instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente (Lei Federal nº 6.938/1981), com o objetivo de preservar, melhorar e recuperar a qualidade ambiental propícia à vida. Este instrumento foi regulamentado pelo decreto federal nº 4.297/2002, e, de acordo com o Ministério do Meio Ambiente, tem sido utilizado pelo poder público com projetos realizados em diversas escalas de trabalho e em frações do território nacional. Municípios, estados da federação e órgãos federais têm executado ZEE's e avançado na conexão entre os produtos gerados e os instrumentos de políticas públicas, com o objetivo de efetivar ações de planejamento ambiental territorial (MMA, 2012).

Em 1990, a discussão da base conceitual do ZEE ganhou impulso com a instituição do Decreto nº 99.193/90 que criou o Programa de Zoneamento Ecológico-Econômico (PZEE) e um Grupo de Trabalho para orientar a sua execução em todo o país, com prioridade para a organização territorial da Amazônia Legal. Em 1992, o PZEE foi ampliado para o restante do território nacional e outras iniciativas foram desenvolvidas em estados como Mato Grosso e Rondônia (REZENDE; LEITE, 2010).

O ZEE tem como objetivo realizar o desenvolvimento sustentável, a partir da compatibilização do desenvolvimento socioeconômico com a conservação ambiental. Assim, para que ocorra a sua implementação, é necessário realizar um diagnóstico dos meios físico-biótico, socioeconômico e jurídico-institucional e, a partir desses, de modo integrado, estabelecer os cenários para cada unidade territorial identificada (MMA, 2012).

O ZEE é instrumento da Política Nacional de Meio Ambiente, conforme inciso II do artigo 9º da Lei n.º 6.938/1981, e regulamentado pelo Decreto Federal Nº 4.297/2002, que diz:

> *"Parágrafo único. O ZEE, na distribuição espacial das atividades econômicas, levará em conta a importância ecológica, as limitações e as fragilidades dos ecossistemas, estabelecendo vedações, restrições e alternativas de exploração do território e determinando, quando for o caso, inclusive a relocalização de atividades incompatíveis com suas diretrizes gerais." (BRASIL, Decreto Federal nº 4.297, de 10 de julho de 2002. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 11 de julho de 2002).*

Digitized by Google

O ZEE busca contribuir para racionalizar o uso e a gestão do território, reduzindo as ações predatórias e apontando as atividades mais adaptadas às particularidades de cada região, melhorando a capacidade de percepção das inter-relações entre os diversos componentes da realidade e, por conseguinte, elevando a eficácia e efetividade dos planos, programas e políticas, públicos e privados, que incidem sobre um determinado território, especializando-os de acordo com as especificidades observadas (MMA, 2012). Como um instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente, consiste em procedimento de divisão de determinado território em zonas ou áreas em que se autorizam determinadas atividades ou se interdita, de modo absoluto ou relativo, o exercício de outras atividades em razão das características ambientais e socioeconômicas do local (MACHADO, 2003).

Segundo Silva (2014), Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE) é uma nomenclatura que procura evitar o desvencilhamento da sociedade da natureza em processos de ordenamento e planejamento político-territorial ao evidenciar que sem as questões sociais é insolúvel qualquer trama de gestão pública que envolva a apropriação e o uso dos recursos naturais para a sua potencialização. Assim sendo, os ZEE são instrumentos de política territorial que, no Brasil, passaram a ser mais utilizados pela esfera federal nos anos de 1980, no planejamento de apropriação e uso da Amazônia Legal, junto a diversos organismos supranacionais.

A sua abordagem política cresce hoje, como potencial de práticas sustentáveis, pelos Governos em múltiplas escalas. Ao ser entendido que nenhum uso, apropriação, ocupação e associação do homem podem ser feitos sem a mediação entre os projetos estatais e os interesses públicos (via representação/participação), e que os territórios são arenas da política cotidiana (portanto há perdas, ganhos e convencimentos sobre prioridades diversas), as abordagens políticas sustentabilistas redirecionam as decisões sobre os projetos para a sociedade como um todo nos territórios, forçando a coparticipação dos atores nas práticas espaciais, o que legitima as gestões do território, minimizando-se os efeitos ambientais e econômicos nocivos que podem ser gerados pelas ações nos territórios (SILVA, 2017).

2.2 Plano Nacional de Agroenergia

O Brasil é referência na produção de agroenergia, programas governamentais como os destinados ao desenvolvimento do etanol e do biodiesel atraem a atenção

Digitized by Google

do mundo como ofertas alternativas econômica e ecologicamente viáveis à substituição dos combustíveis fósseis. Menos poluente e mais barata, a geração de energia com uso de produtos agrícolas representa a segunda principal fonte de energia primária do país. O consumo do álcool, algumas vezes, supera o da gasolina, e o biodiesel já conta com participação relevante na matriz de combustíveis no país, já que é mistura obrigatória com o Diesel derivado do petróleo (MAPA, 2018).

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) planejou e promoveu ações que mobilizaram a sociedade e Estado no sentido de reduzir o uso de combustíveis fósseis, a ampliação da produção e do consumo de biocombustíveis, a proteção do meio ambiente, maior participação no mercado internacional e a contribuição para a inclusão social.

Na 21ª Conferência das Partes (COP21) da *United Nations Framework ConventiononClimateChange* – UNFCCC ou Convenção Quadro das Nações Unidas para as Alterações Climáticas, em Paris, foi adotado um novo acordo com o objetivo central de fortalecer a resposta global à ameaça da mudança do clima e de reforçar a capacidade dos países para lidar com os impactos decorrentes dessas mudanças (MMA, 2018).

Após a aprovação pelo Congresso Nacional, o Brasil concluiu, em 12 de setembro de 2016, o processo de ratificação do Acordo de Paris. No dia 21 de setembro, o instrumento foi entregue às Nações Unidas. Com isso, as metas brasileiras deixaram de ser pretendidas e tornaram-se compromissos oficiais. Agora, portanto, a sigla perdeu a letra "i" (do inglês*, intended*, intenção) no início e passou a ser chamada apenas de NDC - *Nationally Determined Contributions* ou Contribuições Nacionalmente Determinadas. A NDC do Brasil comprometeu-se a reduzir as emissões de gases de efeito estufa em 37% abaixo dos níveis de 2005, em 2025, com uma contribuição indicativa subsequente de reduzir as emissões de gases de efeito estufa em 43% abaixo dos níveis de 2005, em 2030. Para isso, o país se comprometeu a aumentar a participação de bioenergia sustentável na sua matriz energética para aproximadamente 18% até 2030, restaurar e reflorestar 12 milhões de hectares de florestas, bem como alcançar uma participação estimada de 45% de energias renováveis na composição da matriz energética em 2030 (MMA, 2018).

O investimento em pesquisa é a base para o desenvolvimento de tecnologias de produção agrícola, permitindo a identificação de plantas mais aptas, sistemas de produção mais eficientes e regiões com potencial. O Plano Nacional de Agroenergia

Digitized by Google

sistematiza as estratégias e ações para organizar e desenvolver propostas de pesquisa, desenvolvimento, inovação e transferência de tecnologia. O objetivo é garantir sustentabilidade e competitividade para as cadeias produtivas da agroenergia (MAPA, 2018).

Para atingir as metas previstas no Acordo de Paris, o governo federal lança mão de algumas ferramentas para cumprir suas diretrizes, como o Plano de Agricultura de Baixo Carbono, Plano de Mineração de Baixa Emissão de Carbono, Plano Decenal de Energia, Plano Setorial de Transporte e de Mobilidade Urbana para Mitigação da Mudança do Clima, Plano de redução de emissões da Siderurgia e o RenovaBio. Nesse cenário surge o Plano Estadual de Agroenergia do Estado do Tocantins.

Em 2011, o Governo do Estado do Tocantins criou o Setor de Agroenergia, com objetivo de estruturar e incentivar a produção de agroenergia no Estado, a partir do conhecimento e sistematização de informações, o apoio à pesquisa, a capacitação de técnicos e produtores, a difusão de tecnologias, a desburocratização de processos ambientais, apoio creditícios e a estruturação de polos de produção (SEAGRO, 2018).

O Estado do Tocantins possui potencial agrícola de 13.825.070 hectares (50,25% do território do Estado), precipitação variando de 1.300 a 2.200 mm anuais, 82% do território são solos planos ou levemente ondulados, cortado pela maior bacia de água doce (Araguaia - Tocantins) em território inteiramente brasileiro, aptidão para irrigar 4.800.00 ha ou 15% do potencial da área irrigada do Brasil, o que faz do estado um "*player*" decisivo na produção da agroenergia e nas mudanças climáticas mundiais necessárias (SEAGRO, 2018).

Estudando as vocações regionais e a partir de parcerias estratégicas foram priorizados três programas: Incentivo a florestas plantadas, Incentivo à produção de biocombustíveis e Biomassa e Resíduos Energéticos (SEAGRO, 2018).

Foram selecionadas quatro cidades polos para desenvolvimento dos trabalhos em agroenergia no estado, sendo elas: Pedro Afonso, Porto Nacional, Brejinho de Nazaré e Paraíso do Tocantins. Estes quatro municípios contam com grande potencial de geração de energia a partir de biomassa, grãos e dejetos, tanto de bovinos, quanto de galináceos.

2.3 Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Tocantins

Digitized by Google

Para conhecer os territórios (municípios, regiões, estados ou até mesmo nações), torna-se necessário o uso de instrumentos que forneçam informações para o planejamento e a gestão de políticas de desenvolvimento. Dentre os possíveis instrumentos, destaca-se o Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Tocantins.

Em 1992 foi criada à Comissão Estadual Zoneamento Ecológico-Econômico pelo Decreto 5.562/1992; entre 1996 a 1999 foi elaborado o Zoneamento Agroecológico do Tocantins em parceria com Embrapa; entre 1998 a 2005 foi elaborado o ZEE do Norte do Estado do Tocantins em 37 municípios do Norte do Tocantins. Em 2012 foi aprovado o ZEE do Norte do Tocantins na Assembleia Legislativa - Lei 2.656/2012; entre 2011 a 2014 foram finalizados os estudos básicos sobre o Tocantins - Dinâmica da Terra; Inventário Florestal; e em 2015 foi iniciado o Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Tocantins (SEPLAN, 2017).

O Zoneamento Ecológico Econômico - ZEE do Tocantins está sendo elaborado em etapas consecutivas e tem por propósito principal estabelecer bases importantes para o direcionamento de políticas públicas e para o incentivo à implantação de investimentos privados no território, aliando o desenvolvimento socioeconômico às oportunidades e limitações que cada região apresenta. O fundamento principal que norteia a elaboração do ZEE-TO é estabelecer o equilíbrio entre os eixos de desenvolvimento social, econômico e ambiental, tendo em vista que estes são complementares e dependentes entre si (DETZEL, 2017).

A elaboração do ZEE-TO é uma das ações executadas por meio do Projeto de Desenvolvimento Regional Integrado e Sustentável (PDRIS), desenvolvido pelo Governo do Estado do Tocantins com financiamento do Banco Mundial (BIRD), sob a responsabilidade da Secretaria do Planejamento e Orçamento (SEPLAN) em conjunto com o Consórcio Senografia-Detzel-Hardt (SEPLAN, 2017). Esse oferece indicadores e índices que condensam informações que podem ser utilizadas como elementos norteadores para monitorar, acompanhar e avaliar o planejamento, ou seja, pode ser utilizado como instrumento de gestão territorial. É, também, uma ferramenta essencial para orientar a formulação de políticas públicas setoriais com maior precisão e consistência, orientar decisões no âmbito da gestão do território, orientar organismos governamentais e não governamentais na intervenção social no âmbito municipal, orientar contratos entre iniciativas privadas e governos, bem como servir de referência para ações judiciais de caráter público (PEREIRA *et al*, 2011).

Digitized by Google

O Plano do ZEE-TO tem como objetivos específicos: (i) compartimentar o estado em unidades de paisagem, utilizando no mapeamento níveis de hierarquização; (ii) propor diretrizes para o uso e conservação dos recursos naturais no estado; (iii) estabelecer estratégias e propor metas e programas para racionalização do uso dos recursos naturais no Tocantins, considerando as características peculiares de cada compartimento da paisagem; (iv) propor políticas, mecanismos e instrumentos para a compatibilização dos usos econômicos dos recursos naturais e da sua preservação e conservação; (v) informar, sensibilizar, mobilizar e consultar atores sociais locais quanto às questões que envolvem os recursos naturais, o planejamento do uso das paisagens e gestão territorial no Tocantins (MATTEO, 2016).

3. METODOLOGIA

Esse estudo é parte de uma pesquisa maior sobre o assunto e utilizou-se como procedimento metodológico a pesquisa bibliográfica, descritiva e exploratória. Foram consultados sites, revistas, livros e publicações periódicas sobre os ZEEs e planos agro energéticos federal, regionais e estaduais, buscando assuntos relacionados ao zoneamento ecológico, zoneamento político-econômico, produção e investimentos no setor de agroenergia sob o ponto de vista social, ambiental, econômico e político. Os tópicos-chave pesquisados foram: Agroenergia no Brasil, Plano Estadual de Agroenergia no Estado do Tocantins, Panorama do Zoneamento Ecológico-Econômico no Brasil e Zoneamento Ecológico-Econômico do Tocantins e Políticas Públicas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Panorama do Zoneamento Ecológico-Econômico no Brasil

O Zoneamento Ecológico-Econômico contribui para que os esforços de investimentos do governo e da sociedade civil sejam mais efetivos e adequados às peculiaridades dos diversos segmentos do território dos estados. Áreas definidas como zonas e tratadas como unidades de planejamento permitem estabelecer melhor direcionamento para os programas e ações governamentais e privados, possibilitando melhor eficácia na obtenção de resultados positivos e estabelecer estratégias para a gestão de ordenamento territorial (MMA, 2006). Este é fundamentado numa análise

Digitized by Google

detalhada e integrada do espaço geográfico. Neste sentido, é constituído um conjunto de estudos e análises elaboradas sobre as paisagens, seus sistemas ambientais e recursos naturais, sobre as relações e potencialidades ambientais, sociais, culturais e econômicas, bem como da sociedade com o meio ambiente, necessários à formulação de proposta de desenvolvimento sustentável e de ordenamento físico-territorial (SEPLAN, 2017). A Figura 1 mostra as escalas de zoneamento no Brasil.

Figura 1 - Escalas de Zoneamento no Brasil, após o retorno do Estado de Direito (1988)

Fonte: SILVA, 2016.

As interpretações em torno dos ZEE tendem a depender das perspectivas acadêmicas, técnicas e ideológicas das equipes envolvidas na sua confecção, assim como dos agentes promotores e financiadores que fazem valer não apenas a ideia de que o ZEE é um instrumento inovador para o impulsionamento de dinâmicas políticas, ambientais ou mercantis sobre os recursos, mas, sobretudo, o 'peso' mais 'ecológico', mais 'econômico' no zoneamento desejado para a qualidade de vida nos territórios (SILVA, 2017). Dentre as diferentes perspectivas analíticas, na que trata o território como categoria de análise de intervenção por meio de políticas públicas, a dimensão de território segundo Silva (2017), aliada à de comunidade, forma uma categoria analítica denominada por ela de "infraestrutura social". Assim, território é considerado como uma "perspectiva que dirige o olhar para as condições da infraestrutura urbana e de bens e serviços em diversos 'pedaços' da cidade e também considera a dimensão

Digitized by Google

das relações sociais que configuram o tipo de organização social existente" (BRONZO, 2007).

4.2 Zoneamento Ecológico-Econômico do Tocantins e Políticas Públicas

O Tocantins é um Estado com localização estratégica no centro do Brasil e tem grande potencial produtivo, com áreas férteis já ocupadas com cultivos, mas ainda com grandes extensões próprias para a expansão de agricultura, pecuária e silvicultura. Tem também disponibilidade de recursos hídricos para navegação, irrigação, pesca e geração de energia. A natureza tem uma grande diversidade de flora e fauna, tanto na parte Amazônica, no extremo norte, quanto no Cerrado que ocupa a maior parte do território do estado. Possui uma cultura rica, povo hospitaleiro, belas paisagens e atrativos que impulsionam o turismo junto à natureza (SEPLAN, 2017).

Segundo Detzel (2017) os procedimentos metodológicos utilizados nas etapas do processo de elaboração do ZEE do estado do Tocantins têm como fundamento a compartimentação do território estadual com base em temas dos meios físico e biótico, em hierarquia de escalas, conforme proposto por Becker e Egler (1996). Foram orientados também pelas diretrizes metodológicas do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2006) e nos procedimentos indicados por Crepani *et al* (2001), de modo a identificar dinâmicas do sistema ambiental e suas interações com componentes socioeconômicos. Esse abrange todo o Estado do Tocantins e incluiu um conjunto de estudos e análises sobre diversos aspectos físicos que são: As variações do regime de chuvas; a aptidão agrícola dos solos; os aspectos biológicos que fazem parte a vegetação nativa do Estado (florestas e de cerrados); os aspectos sociais compostos pelos agricultores, comerciantes, indígenas, quilombolas, quebradeiras de coco, servidores públicos e empresários; os aspectos econômicos que são baseados na agricultura, pecuária, comércio e serviços e são considerados também o turismo e a industrialização (SEPLAN, 2017).

Nas diversas etapas do trabalho para a construção do ZEE-TO foram realizados planos de trabalhos e realizadas as compartimentações das paisagens, as caracterizações dos atores sociais, acompanhadas por oficinas técnicas e zoneamento preliminar, seguidos por diagnósticos e cenários. Vinculado às etapas consecutivas, o ZEE-TO tem o propósito principal de estabelecer bases essenciais ao direcionamento de políticas públicas e ao incentivo à implementação de

Digitized by Google

investimentos privados no território, ligando o desenvolvimento socioeconômico às oportunidades e limitações de cada região (DETZEL, 2018).

Com base nas diretrizes traçadas pelo Ministério do Meio Ambiente e iniciando pela análise da situação atual, foram elaborados cenários com o propósito de estabelecer cenários futuros para o estado. A partir destes cenários facilitam as indicações de intervenções para minimizar ou afastar problemas e conflitos diagnosticados. Diante da análise dos temas tratados no diagnóstico, foram determinados os fatores influentes e condicionantes relacionados aos sistemas natural e antrópico e, a partir deles, elaboradas análises com o sentido de definir a suscetibilidade física e biológica, condicionantes fundamentais para a definição da vulnerabilidade do sistema natural (SEPLAN, 2017).

Com o objetivo de subsidiar o estabelecimento de zonas e subzonas do Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Tocantins, definir estratégias e diretrizes para o desenvolvimento futuro, a elaboração do Prognóstico está estruturada em três etapas principais:

a) a descrição do Cenário Atual (figura 2), seguida pela
b) prescrição do Cenário Futuro Tendencial (figura 3), e
c) a proposição do Cenário Futuro Propositivo (figura 6).

a) Cenário Atual

O cenário atual (figura 2) traz sua constituição derivada do relacionamento entre os resultados do diagnóstico dos sistemas natural e antrópico, considerando a análise das unidades e componentes da paisagem, incluindo a definição de vulnerabilidade do sistema natural, assim como de elementos dos componentes antrópicos. Desta forma, o cenário atual permitiu verificar que os municípios do eixo central, estabelecido pela BR-153, e do extremo norte apresentam os maiores índices de desenvolvimento antrópico, com destaque para os municípios de Aguiarnópolis, Alvorada, Araguaína, Araguatins, Augustinópolis, Brejinho de Nazaré, Colinas do Tocantins, Guaraí, Gurupi, Miracema do Tocantins, Miranorte, Nova Olinda, Palmas, Paraíso do Tocantins, Porto Nacional e Xambioá (DETZEL, 2017). Dentre os municípios citados três são contemplados como cidades polo no Plano Estadual de Agroenergia, ficando fora somente Pedro Afonso. A Figura 2 mostra o cenário atual e pode-se notar a não expansão da malha logística no Estado, por meio dos vazios rodoviários, ficando o Estado na dependência somente da BR-153 como eixo de

Digitized by Google

entrada de insumos e escoamento da produção. Com esse contexto, temos maiores custos logísticos devidos à má conservação das estradas em função do grande fluxo destinado somente a algumas vias rodoviárias e um modal ineficiente como o transporte rodoviário. Sendo que o Estado tem grande potencial aquaviário e ferroviário quando da implantação da ferrovia FIOL (Ferrovia de Integração Oeste – Leste) e de toda a extensão da Ferrovia Norte – Sul ser operacionalizada.

Figura 2. Cenário Atual do Estado do Tocantins

Fonte: SEPLAN, 2017.

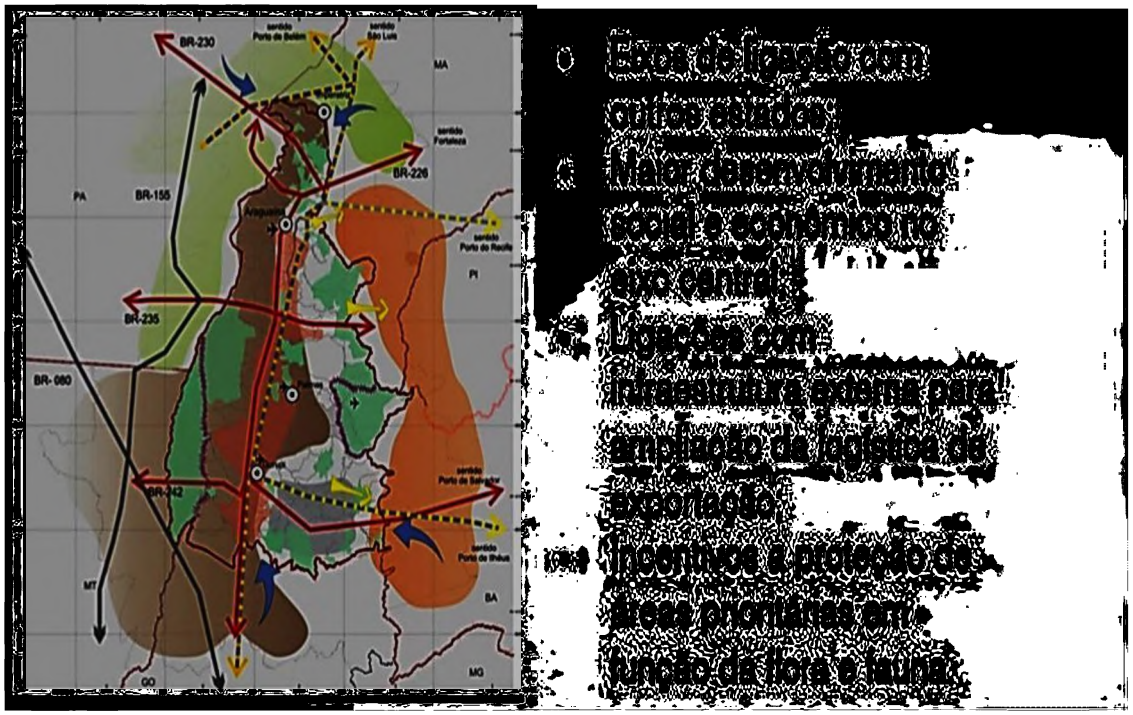
b) Cenário Futuro Tendencial

O cenário tendencial (figura 3) tem sua constituição derivada da interação do sistema natural e condicionantes antrópicas previstas com uma projeção para os próximos 20 anos, considerando a vulnerabilidade do meio natural já obtida no cenário atual, assim como de elementos dos componentes antrópicos tendenciais. Apontou uma tímida melhora da condição antrópica, em geral, a partir da consolidação das dinâmicas do eixo central e da região do extremo norte, além de melhora em municípios do sul, em função de investimentos previstos em infraestrutura ferroviária e rodoviária. Assim, inseriram-se entre os maiores índices os municípios de Combinado, Colmeia, Pedro Afonso e Presidente Kennedy (DETZEL, 2017). Neste cenário há a inserção da quarta cidade, Pedro Afonso, que consta no Plano Estadual de Agroenergia, que não estava contemplada no cenário atual.

Digitized by Google

A figura 3 mostra o cenário tendencial para o Estado do Tocantins.

Figura 3. Cenário Tendencial do Estado do Tocantins.



Fonte: SEPLAN, 2017.

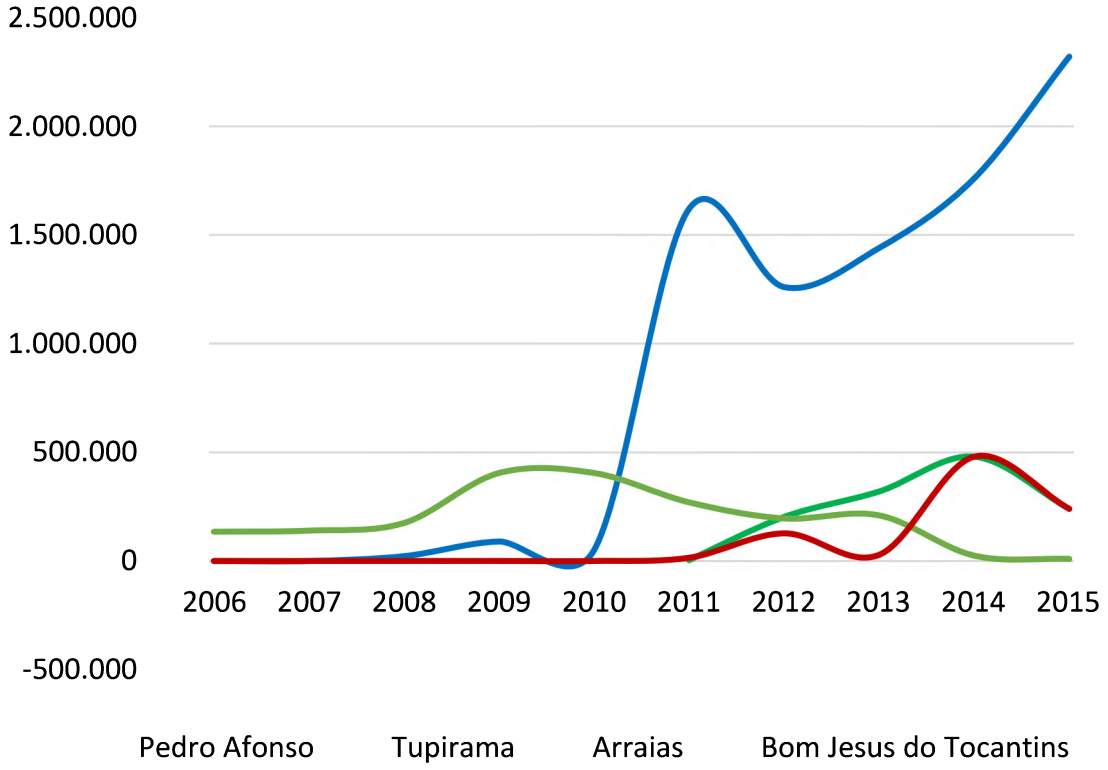
A cidade Pedro Afonso é um polo produtor de cana, no estado do Tocantins, que conta com uma indústria com área plantada de 29 mil hectares e capacidade de esmagamento de 2,5 milhões de toneladas de cana (SEAGRO, 2018).

Os benefícios seguem quando analisada a capacidade de geração de energia elétrica de 80 mil MW ou 230 MWh/ano. Com consumo de 35 MW essa indústria gera uma disponibilidade de cogeração de 45 MW (SEAGRO, 2018).

A figura 4 demonstra a produção de cana dos principais municípios (em toneladas), de 2006 a 2015. Pode-se observar que a produção no município de Pedro Afonso está muito acima dos municípios de Arraias, Bom Jesus do Tocantins e Tupirama. Pedro Afonso segue em uma escala de aumento em sua produção, enquanto os demais estão em declínio tendendo a extinguir a produção em larga escala de cana.

Digitized by Google

Figura 4: Produção de cana-de-açúcar dos principais municípios do Estado do Tocantins



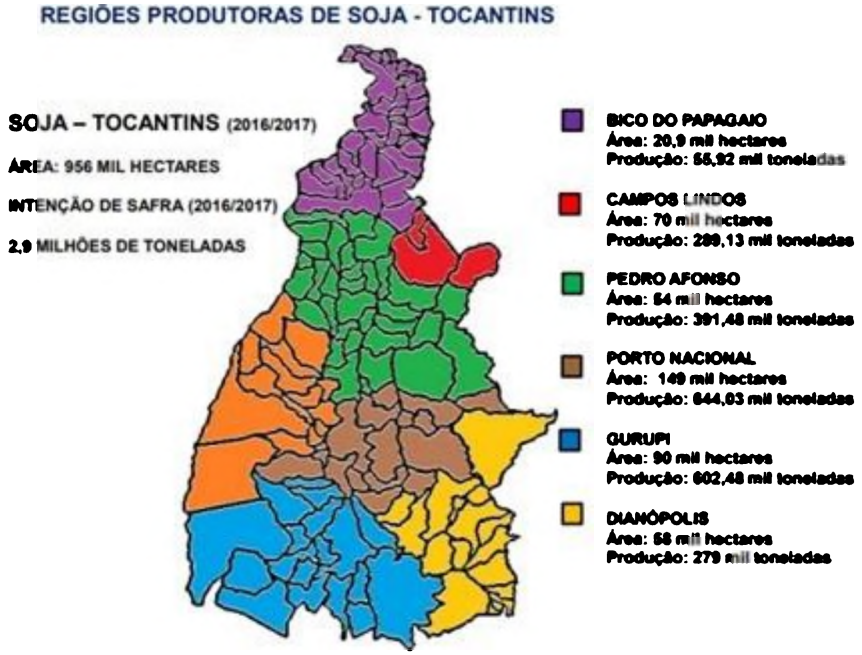
Fonte: IBGE, 2016, *et al*, SEAGRO, 2017.

Conforme figura 5, na safra de soja 2016/2017, a região de Pedro Afonso obteve uma produção de 391,48 mil toneladas do grão, se destacando como a terceira maior produtora de soja no estado, ficando atrás somente das regiões de Gurupi com 602,40 mil toneladas e Porto Nacional com 644,03 mil toneladas. Esse índice na safra de soja, que está entre as melhores médias de produtividade do estado, demonstra o grande potencial produtivo do Biodiesel corroborando com a cadeia de produção do etanol já consolidada.

Com a melhoria de estradas e infraestrutura proposta no cenário tendencial, a região produtora de Pedro Afonso poderá ter maior intercâmbio econômico com os estados do Maranhão, Piauí e Pará.

Digitized by Google

Figura 5: Regiões produtora de soja no Estado do Tocantins



Fonte: CONAB-TO, 2016, *et al*, SEAGRO, 2017.

Neste cenário teríamos uma melhoria na circulação de matéria-prima e insumos, com possível instalação de indústrias para o processamento de grãos para Biodiesel, incremento na produção de Etanol devido a melhoria logística e até mesmo o início de novas fontes de agroenergia.

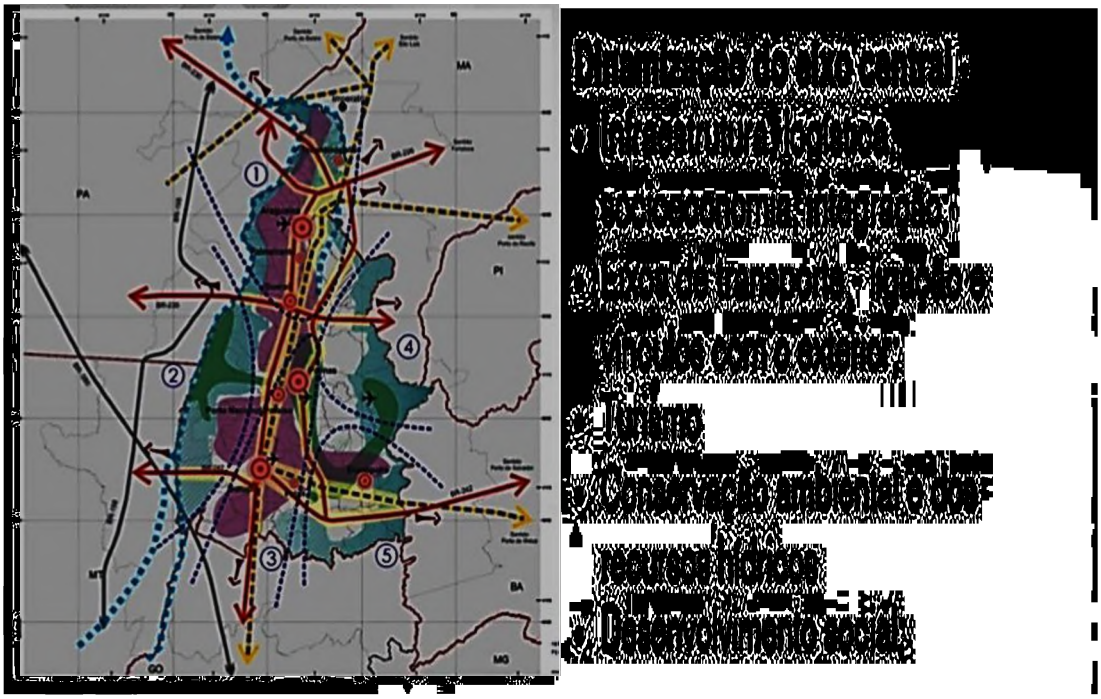
c) Cenário Futuro Propositivo

A figura 6 propõe a construção de um cenário propositivo ideal, foi baseada em previsão de estratégias de desenvolvimento futuro com sustentabilidade ambiental, social e econômica. Para o cenário propositivo foram também consideradas as potencialidades verificadas no estado com base nos dados desenvolvidos para o Diagnóstico. Denominados de componentes estratégicos, estes elementos visam o reconhecimento de potenciais que poderão ser estimulados a favor do dinamismo local. Foram destacadas como cadeias produtivas a serem consolidadas: As produções de bovinos, suínos, peixes, aves, silvicultura, cana-de-açúcar e soja; os equipamentos de ciência e tecnologia; as áreas de preservação e manejo sustentável; a rede de cidades; o potencial turístico; a infraestrutura - energia elétrica; e a infraestrutura logística (DETZEL, 2017). Com o cenário propositivo, o Tocantins poderia desenvolver a produção e geração de energia via cogeração, biogás para uso próprio e ainda produzir fertilizantes como subproduto do biogás. A

Digitized by Google

cogeração poderá proporcionar energia elétrica e calor para uso em processos de produção de forma economicamente mais viável e ambientalmente sustentável, O mesmo pode acontecer no campo, com a produção do biogás, pode-se ter a energia elétrica e o fertilizante a um custo mais acessível do que se comprado no mercado. Com a produção de soja pode-se atrair mais usinas para produção de biodiesel que poderão, também, utilizar os resíduos dessa oleaginosa produzida aqui no TO e pelos Estados vizinhos, consolidando como agente catalizador do potencial regional de produção de biodiesel

Figura 6: Cenário Propositivo do Estado do Tocantins.



Fonte: SEPLAN, 2017.

Assim, foram definidas diretrizes de planejamento para os arcos de desenvolvimento que visam orientar as ações que serão propostas em etapas posteriores; além de eixos de integração logística, estabelecidos nas principais infraestruturas existentes e previstas; eixo de dinamização econômica, conformado, sobretudo, pela porção central e municípios de maior desenvolvimento; eixo de dinamização turística, abrangendo as regiões do Jalapão, Cantão e das Serras Gerais. Os cenários elaborados definiram índices socioeconômicos que permitiram avaliar a dinâmica antrópica existente, tendencial e proposta para os municípios do

Digitized by Google

estado, considerando as condições de vulnerabilidade do sistema natural (DETZEL, 2017).

Dentre os cenários expostos pelo ZEE, o cenário atual possui um eixo central de ligação com desenvolvimento econômico a seu longo, tendo pouca integração com os estados vizinhos e capacidade de desenvolvimento. Já no cenário tendencial que é aquele que implementa as obras de infraestrutura já previstas ao estado, podemos notar que há a tendência de maior desenvolvimento econômico e social ao longo do eixo central, ligação com outros estados, ligações com infraestrutura externa para ampliação da logística de exportação e incentivos à proteção de áreas prioritárias em função da flora e fauna, propiciando o desenvolvimento da agroenergia no estado. Já o cenário propositivo representa a visão de futuro que queremos para o desenvolvimento do Estado do Tocantins, onde temos dinamização do eixo central, maior infraestrutura, logística, socioeconômica, integração dos eixos de transporte com ligação e vínculos com o exterior, turismo e conservação ambiental. Neste cenário a agroenergia produzida no estado teria força competitiva e poderia chegar a impactar a nível regional e nacional no curto prazo e no longo prazo poderia exportar devido a capacidade logística.

Conclusões

Diante do exposto, pode-se concluir que o Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Tocantins possui suma importância para o Estado no que tange a direcionar de forma estratégica as políticas e investimentos públicos e privados.

Sendo o desenvolvimento econômico o impulso para melhoria em diversas áreas de uma determinada região, como melhoria ao acesso a saúde, educação e qualidade de vida, e tendo o Tocantins a agropecuária como sua principal atividade econômica, fomentar a produção de agroenergia no estado é agregar valor ao produto principal. O Estado possui tecnologias já presentes nos diversos segmentos da agroenergia como o etanol, biodiesel, biogás e biomassa florestal totalmente passíveis de expansão.

Perante o cenário atual, o setor de agroenergia do Estado tem se desenvolvido a passos lentos. Com os cenários tendencial e propositivo expostos, aumentam os meios de acesso e escoamento da produção agropecuária, assim alavancando a produção de matérias prima para a produção de agroenergia.

Digitized by Google

É importante destacar que, junto com a geração de divisas, a agroenergia gera benefícios ao meio ambiente e com a geração de combustível limpo e sequestro de carbono no desenvolvimento das culturas em campo pode contribuir para o aumento a renda dos agricultores.

Referências

BRASIL. (2002): Decreto Federal nº 4.297, de 10 de julho de 2002. Diário Oficial da União, Brasília, DF. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4297.htm >. Acesso em 15/05/2018 às 16:42.

BRASIL. (2017): Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. A Agroenergia no Brasil. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/agroenergia/agroenergia-no-brasil. Acesso em 20/09/2018 às 20:03.

BRASIL. (2017): Ministério do Meio Ambiente, Apresentação. 2017. Disponível em: http://www.mma.gov.br/gestao-territorial/zoneamento-territorial. Acesso em 22/04/2018 às 09:53.

BRASIL. (2018): Ministério de Minas e Energia. EPE – Empresa de Pesquisa Energética, Balanço Energético Nacional. Relatório Síntese Ano base 2017. Disponível em: http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2018. Acesso em 21/09/2018 às 17:46.

BRONZO, C. (2007): “Território como categoria de análise e como unidade de intervenção nas políticas públicas”. In.: FAHEL, M. & NEVES, J. A. B. (Org.) Gestão e avaliação de políticas sociais no Brasil. Belo Horizonte, PUC Minas, 2007. 428p.

DETZEL, Valmir Augusto, *et al.* (2017): Secretaria de Planejamento e Orçamento (Seplan). Gerência de Indicadores Econômicos e Sociais (GIES). Projeto de Desenvolvimento Regional Integrado e Sustentável. “Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Tocantins. Diagnóstico Ecológico-Econômico do Estado do Tocantins”. Palmas: Seplan/ GIES, 2017. 522 p.

Digitized by Google

DETZEL, Valmir Augusto, *et al.* (2018): Secretaria de Planejamento e Orçamento (Seplan). Gerência de Indicadores Econômicos e Sociais (GIES). Projeto de Desenvolvimento Regional Integrado e Sustentável. “Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Tocantins. Plano de Zoneamento”. Palmas: Seplan/ GIES, 2018. 466 p.

MACHADO, Paulo Affonso Leme. (2004): “DIREITO AMBIENTAL BRASILEIRO”. São Paulo-SP: Malheiros Editores Ltda. 1131 p. Disponível em: <https://pt.scribd.com/doc/10040557/Direito-Ambiental-Brasileiro-Paulo-Affonso-Leme-Machado>. Acesso em 20 abr. 2018 às 13:40.

MATTEO, K. C.; MATRICARDI, E. A. T. (2016): Secretaria do Planejamento e Orçamento (Seplan). Superintendência de Planejamento e Desenvolvimento. Diretoria de Pesquisa e Informações Econômicas. Gerência de Indicadores Econômicos e Sociais. “Zoneamento Ecológico-Econômico. Diagnóstico da Dinâmica Social e Econômica do Estado do Tocantins”. Rede de Cidades. Palmas: Seplan, 2016. 76p.

PEREIRA, José Roberto *et al.* (2011): “Gestão social dos territórios da cidadania: o zoneamento ecológico-econômico como instrumento de gestão do território noroeste de Minas Gerais”. *Cad. EBAPE.BR* [online]. 2011, vol.9, n.3, pp.724-747. ISSN 1679-3951. http://dx.doi.org/10.1590/S1679-39512011000300004.

REMPEL, Claudete *et al.* (2012): “ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO-ZEE - PARA SISTEMAS ORGÂNICOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA. *Tecnológica*, Santa Cruz do Sul, v. 16, n. 2, p.90-97, 17 nov. 2012. Disponível em: https://online.unisc.br/seer/index.php/tecnologica/article/view/3178. Acesso em 29/04/2018 às 10:40.

REZENDE, João Batista; LEITE, Eduardo Teixeira. (2010): “Gestão Pública do Território: o Zoneamento Ecológico-Econômico como instrumento integrado de gestão”. Enapg: ANPAD, Vitória, Es, p.1-17, novembro de 2010. Disponível em: http://www.anpad.org.br/admin/pdf/enapg298.pdf. Acesso em 29/04/2018 às 10:49.

SANTOS, Rozely Ferreira dos. (2004): “Planejamento Ambiental - teoria e prática”. São Paulo: *Oficina de Textos*, 2004, 184 p. Disponível em:

Digitized by Google

https://pt.scribd.com/document/356181828/Planejamento-Ambiental-Teoria-e-Pratica-Rozely-Ferreira-Dos-Santos-pdf. Acesso em 25/04/2018 às 11:24.

Secretaria de Agricultura e Pecuária do Estado do Tocantins (SEAGRO) (2016): "Agricultura". Disponível em: https://seagro.to.gov.br/agricultura/. Acesso em 20/09/2018 às 18:03.

Secretaria de Agricultura e Pecuária do Estado do Tocantins (SEAGRO) (2017): "Tocantins". Disponível em:http://www.agricultura.gov.br/assuntos/camaras-setoriais-tematicas/documentos/camaras-tematicas/infraestrutura-e-logistica/2018/58aro/tocantins-2017.pdf. Acesso em 30/08/2018 às 17:35.

Secretaria de Planejamento e Orçamento (SEPLAN) (2017): Gerência de Indicadores Econômicos e Sociais. Projeto de Desenvolvimento Regional Integrado e Sustentável. Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Tocantins. Apresentação das Oficinas Técnicas Participativas Regionais. Palmas, 2017. Disponível em: https://central3.to.gov.br/arquivo/357013/. Acesso em 27/04/2018 às 17:04.

SILVA, A. C. P.; FREITAS, M. M.; RODRIGUES, R. A. (2017): "Estratégia metodológica de Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE) na escala municipal: um exercício acadêmico de geografia política para a gestão do território". *L'EspacePolitique*, 2017.Disponível em: https://journals.openedition.org/espacepolitique/4234. Acesso em 14/05/2018 às 13:09.

SILVA, Augusto César Pinheiro da. (2014): "Geografia e Meio Ambiente: as políticas de Estado na configuração de sustentabilidades no Brasil". *Acta Geográfica* (UFRR), v. 1, p. 103-119.2014. Disponível em:https://journals.openedition.org/espacepolitique/4234?lang=en. Acesso em 27/04/2018 às 17:15.

SILVA, Augusto César Pinheiro. (2016): Gestão Territorial em Regiões Metropolitanas: agendas necessárias para uma governança cooperativa e coparticipativa – exemplo do Rio de Janeiro. In Silva, Augusto César Pinheiro da. (org.) Geografia Política, Geopolítica e Gestão do Território: racionalidades e práticas em múltiplas escalas. Rio de Janeiro, Gramma, p.139-168.

Digitized by Google

TAGLIANI, Carlos Roney. (2016): “Zoneamento Ecológico-Econômico da zona sul do Estado do Rio Grande do Sul”. Desenvolvimento e Meio Ambiente, Rio Grande, Rs, v. 38, agosto de 2016, p.303-324. Universidade Federal do Paraná. Disponível em:https://revistas.ufpr.br/made/article/view/46044. Acesso em 27/04/2018 às 17:30.

Digitized by Google

CAPITULO 4

A PRODUÇÃO DE ETANOL DE MILHO E DE CANA-DE-AÇÚCAR

Digitized by Google

A PRODUÇÃO DE ETANOL DE MILHO E DE CANA-DE-AÇÚCAR

RESUMO

O milho é uma cultura que ocupa lugar de grande destaque na produção mundial. As diversas pesquisas realizadas na área contribuíram no desenvolvimento do seu cultivo e influenciaram diversas técnicas de melhoramento genético vegetal e continuam apresentando muitos efeitos positivos nos dias atuais. É uma cultura em destaque no sistema de integração lavoura-pecuária (ILP) devido às diferentes possibilidades de sua utilização dentro da propriedade. No Brasil, o setor de produção do etanol da cana-de-açúcar convive com a busca de suprir a demanda de consumo do país, ao mesmo tempo em que necessita melhorar a sustentabilidade da cadeia produtiva. Tais fatores são responsáveis pelas pesquisas que são realizadas na busca por novas matérias-primas que sejam fontes de energia renovável, que reduzam a emissão de gases de efeito estufa na atmosfera. As fontes de energia sustentáveis como o etanol do milho e da cana-de-açúcar já estão consolidadas no cenário mundial, sendo consideradas limpas e economicamente viáveis. Da cana e do milho tudo ou quase tudo pode ser aproveitado. O aproveitamento do milho nas usinas de etanol da cana tem se fortalecido nos últimos anos, principalmente nas entressafras da cana-de-açúcar, tornando as usinas flex e aproveitando ao máximo o seu potencial produtivo.

Palavras-chave: Etanol; Biocombustível; Sustentabilidade; cana-de-açúcar; milho.

1. INTRODUÇÃO

O etanol (álcool etílico) é produzido com o uso de cereais e vegetais. No Brasil, utiliza-se a cana-de-açúcar para a produção do etanol, enquanto nos Estados Unidos e México é utilizado o milho.

O Brasil é o segundo maior produtor e exportador de etanol a partir da cana-de-açúcar do mundo. No entanto para realizar as exportações, principalmente para o mercado europeu, onde são aceitos apenas biocombustíveis certificados, foi necessário realizar a certificação mundial da Bonsucro (*Better Sugarcane Initiative*). As primeiras usinas a obterem a certificação de selo verde foram as de São Francisco e Santo Antônio, de Sertãozinho (SP). A certificação comprova boa prática ambiental. A União da Indústria da Cana-de-açúcar (UNICA) considera um importante passaporte para exportações destes produtos e para garantir as melhores práticas de sustentabilidade durante o processo produtivo. O etanol é considerado um combustível ecologicamente correto, por ser originado a partir de biomassa vegetal, como: milho, soja, cana-de-açúcar dentre outros (ÚNICA, 2013).

Digitized by Google

Os Estados Unidos da América são líder mundial na produção de etanol, utilizando como matéria-prima o milho (NOVACANA, 2013). O grão do milho contém grandes moléculas de polissacarídeos (amido), que são carboidratos constituídos de unidades de glicose e que interagem entre si, formando pacotes compactados de carboidrato com baixa solubilidade em água. Por isso, é preciso degradar o amido e transformá-lo em açúcares solúveis (glicose e maltose) que serão usados na fermentação para gerar o álcool (NOVACANA, 2015).

Assim como nos EUA, o Brasil utiliza a fermentação como método de obtenção do etanol. O processo é feito em três etapas: preparo do substrato, fermentação e destilação. No preparo do substrato, o milho é tratado para que dele se obtenha os açúcares. Na fermentação, os carboidratos são transformados em álcool pela ação de micro-organismos. Finalmente, na destilação, o etanol é separado e purificado (ÚNICA, 2015).

A produção de etanol é dividida por tecnologias de conversão, que são separados por geração. As tecnologias de primeira geração baseiam-se na fermentação alcoólica dos carboidratos da biomassa. É produzido principalmente de culturas alimentares que contenham sacarose, como o melaço, a cana de açúcar, a beterraba e de materiais ricos em amido, como milho, trigo, mandioca, centeio, cevada, inhame e batata-doce. O etanol de segunda geração é obtido por matérias-primas não alimentares, como a biomassa lignocelulósica advindas de resíduos industriais e agroindustriais ou de culturas lenhosas (CARVALHO *et al*, 2013).

O cultivo da cana-de-açúcar é realizado no Brasil há quase cinco séculos, a região Nordeste foi a principal receptora e produtora de açúcar no país, porém esta produção era direcionada para a produção de açúcar. No entanto, no século XX a produção da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo vem se destacando e atualmente é o maior produtor de cana (ÚNICA 2014).

O Brasil produz em torno de 657.184,00 mil toneladas, sendo o Estado de São Paulo o maior responsável, produzindo sozinho cerca de 56% da produção do país (CONAB, 2017). Em 1970, com a grave crise do petróleo que afetou o mundo todo, o Brasil viu a necessidade de buscar outras fontes de energia e também buscou diminuir a dependência do petróleo importado. Por essa razão, em 1975 o governo lançou o Programa Nacional do Álcool (PROALCOOL), o objetivo principal era de substituir os veículos movidos à gasolina por veículos movidos a álcool. A medida deu certo e o país começou a produzir para o consumo doméstico e, também, para a exportação.

Digitized by Google

Perdendo atualmente somente para os EUA que se mantem como líder mundial na produção de etanol (ÚNICA 2014).

O Brasil já produz em torno de 45% da energia e 18% dos combustíveis a partir de fonte renováveis. Já no do mundo, a porcentagem de energia utilizada que vem de fonte não renovável é de aproximadamente 86%. Atualmente o Brasil ocupa uma posição almejada por muitos países (SILVA, 2016).

Com o estabelecimento da política de produção e consumo de energia limpa, os países buscam alternativas para produção de energia renovável, com intuito de diminuir a emissão de carbono. A produção realizada pelo Brasil e o uso de etanol obtido a partir da cana-de-açúcar agregou muitas vantagens, tais como o avanço tecnológico do setor produtor de etanol, que além de ser economicamente viável, sua produtividade é mais rentável que o etanol produzido por meio do milho (CARVALHO, 2013).

Com o agravamento dos problemas ambientais e econômicos que o mundo vivencia, pôr em prática o uso de fontes renováveis como combustível na matriz energética brasileira é extremamente significativo. Além de contribuir gerando emprego e renda para os produtores rurais que cultivam a cana-de-açúcar e, também, para as indústrias produtoras do etanol. O uso de etanol apresenta papel importante tanto para o Brasil quanto para outros países que importam o etanol brasileiro, tendo como uma das grandes vantagens do álcool o seu caráter de menos poluente (NOVACANA, 2015).

O Brasil produziu na safra 2017/2018 a quantidade de 647,63 milhões de toneladas de cana-de-açúcar. A informação foi divulgada pela Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), que também informou que a safra 2016/2017 foi de 657,18 milhões de toneladas. A produção de cana gera um dos maiores faturamentos do campo (UNICA, 2018).

O desenvolvimento do setor de biocombustíveis mostra que o Brasil passa por um processo abrangente de transformação política, econômica, social, cultural e principalmente ecológica (SANTOS *et al*, 2014).

Esse estudo teve como meta descrever a produção de etanol por meio da cana-de-açúcar e do milho e mostrar suas vantagens e sua evolução.

2. GERAÇÃO DE ETANOL

Digitized by Google

A matriz energética de maior crescimento mundial na atualidade são os biocombustíveis ou combustíveis renováveis, que além do baixo custo de produção se comparado com os combustíveis fósseis, também apresenta a vantagem de redução da emissão de gases poluentes (SEBRAE, 2013).

O etanol é um álcool composto por um único tipo de molécula, sua produção pode ser feita a partir de diferentes tipos de matéria-prima renováveis e com diversas tecnologias de conversão, que podem ser de primeira ou de segunda geração. O etanol é um combustível considerado ecologicamente correto, pois o cultivo da sua matéria-prima é capaz de reduzir a quantidade de gás carbônico na atmosfera por meio da fotossíntese (PETROBRAS, 2013). Suas duas principais fontes de produção são a cana-de-açúcar e o milho (ver Figura 1). O Brasil é líder mundial na produção de etanol a partir da cana e os Estados Unidos lideram a produção utilizando como matéria-prima o milho. No entanto, o etanol produzido utilizando o milho como matéria - prima é considerado menos eficiente do que outros tipos de etanol como o de cana de açúcar, isso acontece pelo fato de que na produção do etanol de milho é utilizado apenas o grão, fazendo necessário o uso de produtos à base de petróleo na sua produção (MANOCHIO, 2014).

Figura 1: Exemplos de fontes de biomassa para produção do etanol

Fonte: SBA (Sistema Brasileiro de Agronegócio), 2017.

A produção de etanol de primeira geração é realizada por meio da fermentação alcoólica dos carboidratos simples presentes na biomassa ou em hidrolisados enzimáticos. Sendo produzido de culturas alimentares que contenham

Digitized by Google

sacarose, como a cana de açúcar, a beterraba, o melaço e frutas, assim como também a partir de materiais ricos em amido como o milho, mandioca, trigo, centeio, batata doce e outros. O etanol de segunda geração é produzido com matéria-prima não alimentar, como a biomassa lignocelulósica, extraída de resíduos industriais e agroindustriais ou madeira.

No Brasil, o etanol é obtido a partir da sacarose da cana de açúcar e nos Estados Unidos da América é obtido a partir de hidrolisado de milho. A principal diferença entre o etanol produzido com matéria-prima açucareira e o produzido com matéria-prima que contenha amido está no fato dos açucares, no primeiro caso, só precisarem ser extraídos e no segundo é necessário que seja feita a conversão do amido em açúcar por um processo enzimático a alta temperatura (MANOCHIO,2014). A importância ambiental do etanol é significativa, pois além de ser produzido a partir de uma matéria-prima renovável, promove a geração de empregos na cadeia sucroalcooleira e também dá abertura para novos negócios, além da sua contribuição na redução da emissão de gases, que é um fator de preocupação mundial nos últimos tempos (SEBRAE, 2013).

Em 2000, os EUA eram líderes no mercado de etanol, sendo os principais produtores, consumidores e importadores do produto. Em 2003, o Brasil iniciou a exploração ativa de biocombustíveis, em especial o etanol, e nesse contexto buscou a abertura do mercado norte-americano. Apesar da resistência inicial, os EUA chegaram ao entendimento no ano de 2006 da necessidade de um mercado internacional estável para o etanol, ficando estabelecido que a especificação fosse uma única para cana, milho e celulose e o desenvolvimento de um mercado de futuro de biocombustíveis (BRASIL, 2014).

Neste processo, o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro) representou o Brasil e o Instituto Norte-Americano de Padrões e Tecnologia (NIST) foi o departamento que representou os EUA. Logo após, foi criado o Fórum Internacional de Bicombustíveis (FIB) que, além dos EUA e do Brasil, reuniu a União Europeia, a China, a Índia e a África do Sul. A partir desse momento iniciou a troca de informações e padronização de normas. Na visita que o então presidente dos EUA, George Bush, fez ao Brasil em março de 2007, foi assinado um Memorando de Entendimento para a cooperação no desenvolvimento e difusão dos bicombustíveis em uma estratégia de três níveis: Bilateral (avanço da pesquisa e desenvolvimento tecnológico para gerar novos biocombustíveis), Global (expansão do mercado por

Digitized by Google

meio do estabelecimento de padrões uniformes e normas) e Terceiros Países (formação de triângulo produtivo com países da América Central e África) (BRASIL, 2014).

O governo norte-americano divulgou em 2009 as novas regras para as metas de combustíveis renováveis, o etanol de cana-de açúcar foi classificado como mais eficiente na redução de poluentes que o de milho. Isso abriu caminho para as usinas brasileiras avançarem com os biocombustíveis. Desta forma, o governo norte-americano abriu mais espaço para a importação do etanol brasileiro (CORTEZ *et al*, 2016).

O interesse crescente no etanol está ligado à preocupação com a degradação do meio ambiente, a necessidade de buscar fontes de energia renováveis e diversificar estas de forma a gerar trabalho e renda no campo. O Brasil tem destaque neste cenário por ser considerado um país de matriz limpa, tendo a emissão de dióxido de carbono relativamente abaixo da média mundial. A diminuição da emissão de poluentes não teve razão política ou planejada para este fim, mas sim devido à necessidade de adequação de nossas potencialidades a uma situação de escassez de hidrocarbonetos. O Brasil foi importador de líquido de petróleo por mais de um século e, com os choques de oferta, viu a necessidade de investir em outras fontes de energia, como a hidroelétrica e, após o choque de 1973, em álcool, com o Programa Nacional do Álcool (Proálcool) (CORTEZ *et al* 2016).

Aliado ao fator econômico está a sustentabilidade na demanda dos biocombustíveis. Neste sentido o fator principal é diminuir a emissão de gases de efeito estufa e também a queda da produção do petróleo que supostamente ocorrerá dentro de dez a vinte anos, não comportando a demanda existente (BRASIL, 2015).

Independente de qual seja a fonte de matéria-prima, o etanol já se mostrou economicamente mais vantajoso em comparação com a gasolina, levando em conta o preço do barril do petróleo na atualidade, a tecnologia utilizada para a sua produção e também em comparação com os benefícios para o meio ambiente (MANOCHIO, 2014).

2.1 Matérias-primas para a Produção de Etanol e tecnologias

Para a produção do etanol e as tecnologias serão consideradas as seguintes:

a) milho;

Digitized by Google

b) etanol do milho;

c) cana-de-açúcar;

d) etanol de primeira geração;

e) segunda geração;

f) terceira geração;

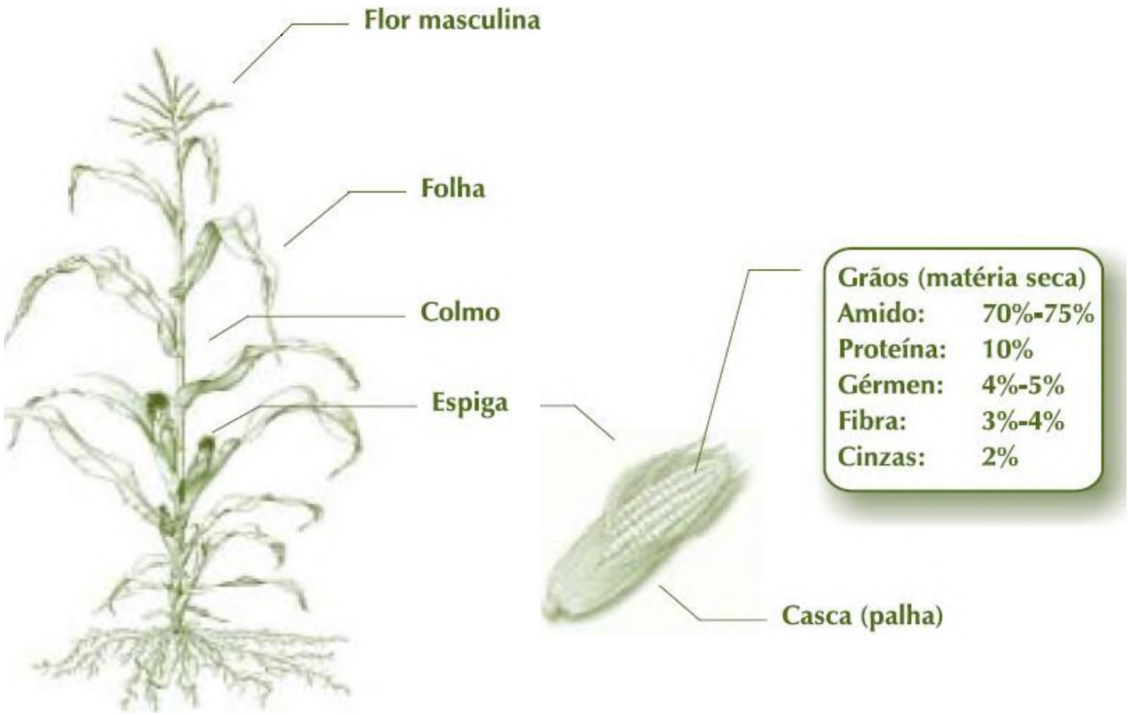
g) quarta geração.

a) Milho

1) Contextualização e definições

O milho pertence à classe Liliopsida, família Poaceae, gênero Zea, constituindo cientificamente como ZeaMays L. É uma planta monóica, ou seja, seus órgãos masculinos e femininos estão na mesma planta em inflorescências diferentes (Figura 2). Foi o alimento fundamental de várias civilizações importantes ao longo dos séculos, sendo que os Mecas, Maias, Astecas e Incas veneravam o cereal na arte e religião (BARROS & CALADO, 2014).

Figura 2: Estrutura do milho



Fonte: BNDES e CGEE, 2008, *apud* MANOCHIO, 2014.

Digitized by Google

É cultivado em muitas partes do Mundo (Estados Unidos da América, República Popular da China, Índia, Brasil, França, Indonésia, África do Sul e outros). Por ter fácil adaptabilidade e variados genótipos, o seu cultivo vai desde o Equador até ao limite das terras temperadas e desde o nível do mar até altitudes superiores a 3600 metros, sendo encontrado, desta forma, em climas tropicais, subtropicais e temperados. Sua finalidade principal é a utilização na alimentação humana e animal, em razão da qualidade nutricional, pois contém diversos aminoácidos. Hoje é cultivado e consumido em todos os continentes e sua produção só perde para a do trigo e do arroz (BARROS & CALADO, 2014)

O milho apresenta alto teor fecundo e sua via de fotossíntese é C4. Apresenta boa aceitação quanto ao uso de tecnologias em sua produção, sendo também a espécie vegetal mais usada em pesquisas genéticas. É um dos principais casos de sucesso da chamada revolução verde (EMBRAPA, 2013). O grão do milho é uma cariopse com um único embrião no seu interior. O monoicismo indica a separação dos sexos na mesma planta, o que beneficia a alogamia (GOODMAN & SMITH, 1987; *apud* GONÇALVES, 2013).

Os cultivos de milho são qualificados como híbridos simples, simples modificado, duplo, triplo, ou cultivares de polinização aberta (multiplicidades). As cultivares de híbridos simples tem como vantagens maior uniformidade e potencial produtivo, além da maior uniformidade de plantas e espiga, porém a semente tem o custo mais elevado (GONÇALVES, 2013).

Segundo Silva (2016), no mercado brasileiro prevalece o uso de híbridos simples. Ao analisar o cultivo do milho, sabe-se que o rendimento é o resultado do potencial genético da semente, das condições climáticas, do local de semeadura e do manejo adotado na lavoura. A planta apresenta ciclo vegetativo que pode variar entre 100 e 180 dias de acordo com o genótipo e clima. Com a introdução dos híbridos, por volta da década de 1930, a produção mundial aumentou. Nos EUA, os ganhos de produtividade de milho foram ajustados ao aumento do uso de fertilizantes minerais nitrogenados.

A cultura do milho é uma cultura associada tanto à produção de silagem quanto à produção de grão, demonstrando ser uma cultura com potencialidade produtiva na agricultura brasileira e contribuindo para a vitalidade das economias nacionais (BARROS & CALADO, 2014).

Digitized by Google

De modo geral, os maiores benefícios na fecundidade de milho estão conexos ao desenvolvimento na quantidade de fertilizantes aplicados, e na busca por maiores eficiências de utilização das novas tecnologias. O milho estabelece um dos basais insumos para o segmento produtivo, sendo utilizado com destaque no arraçoamento de animais, em especial na suinocultura, na avicultura e na bovinocultura de leite, tanto na forma "*in natura*", como na forma de farelo, de rações ou de silagem (MARTINS, 2014). Mesmo não tendo um grande consumo do milho em grão na nutrição humana, o milho é frequentemente utilizado na forma de subprodutos, como pão, farinha, massas e hoje na fabricação de etanol. Em algumas regiões do Brasil o milho constitui a ração diária de alimentação. Temos como exemplo a região Nordeste do Brasil, onde o milho é a fonte de energia para muitas pessoas que vivem no Semiárido, também pode-se citar o uso do milho pela população mexicana, que faz dele um ingrediente básico em sua culinária. Na cadeia fecunda de suínos e aves são consumidos perto 70% do milho no mundo e entre 70 e 80% do milho produzido no Brasil (BRASIL, 2016).

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho, com uma produção de 82 milhões na safra 2017/2018 e alcançando 96 milhões de toneladas na safra 2018/2019 (CONAB, 2018). A China ocupa a segunda posição com 215 milhões de toneladas na safra 2017/2018 e deve chegar a 225 milhões de toneladas na de 2018/2019 (Tabela 1). De acordo com estimativa do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), o país continua a liderar a produção com 370 milhões de toneladas na safra 2017/2018 e estimativa de 361,4 milhões de toneladas na safra 2018/2019 (CONAB, 2018).

Tabela 1: Comparativo da Produção de Milho, Safras 2016/17 e 2017/18.

Pais	**2016/17**	**2017/18**	**Var. %**
Estados Unidos	384.778	362.732	-5,7
China	219.554	215.000	-2,1
Brasil	98.554	95.000	-3,6
União Europeia	61.094	59.385	-2,8
Argentina	41.000	42.000	2,4

Fonte: CONAB (2018)

Digitized by Google

O resultado da produção de milho se deve ao potencial genético da semente e das condições climáticas do local de plantio, além do manejo da lavoura (EMBRAPA, 2016). Produtores que aceitam um bom nível tecnológico obtêm 8 t ha-1 ou 15 mais, existindo registros de produções superiores a 16 t ha-1 em área não irrigada (MARTINS, 2014).

O cultivo de milho no Brasil é dividido em duas fases, havendo duas épocas de semeadura. As semeaduras de verão ou primeira safra são realizadas na época tradicional, durante o período chuvoso, que varia entre fins de agosto na região Sul, até os meses de outubro e novembro no Sudeste e Centro-Oeste. Mas atualmente tem aumentado a produção obtida na safrinha ou segunda safra. A safrinha refere-se ao milho de sequeiro, difundido extemporaneamente, em fevereiro ou março, quase sempre depois da soja precoce, predominantemente na região Centro-Oeste, com destaque para o Estado de Mato Grosso e nos estados do Paraná e São Paulo. As basais épocas de cultivo são distintas para cada região. A época de plantio da região Sul precede a da região Sudeste, que logo antecede a da região Centro-Oeste. O mesmo ocorre ao se conferir a época do plantio da região Centro-Oeste com as épocas das regiões Nordeste e Norte do Brasil (EMBRAPA, 2016).

Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), o crescimento da produção brasileira de milho representa uma retomada, considerando os problemas climáticos enfrentados pelo país na safra deste ano. Outro fator que impulsionou o aumento da produção é a projeção de aumento do consumo do produto. De acordo com a estimativa realizada pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, as exportações brasileiras de milho apresentam uma possibilidade de sair de 27 milhões de toneladas, na safra 2017/2018, para 31 milhões na safra 2018/2019. Caso estes dados se concretizem, haverá uma recuperação do patamar da safra 2016/2017, quando o Brasil exportou 30,8 milhões de toneladas de milho (CONAB, 2018). A estimativa mundial de produção de milho para a safra 2018/2019 é de 1,054 bilhão de toneladas do grão, sendo uma estimativa um pouco menor do que a produção de 2016/2017 que foi de 1,078 bilhão de toneladas, segundo os dados fornecidos pela USDA (BRASIL, 2018).

b) O Etanol de Milho

Digitized by Google

O etanol produzido pelos Estados Unidos a partir de milho é como uma biomassa industrial, o processo passa pela fermentação, destilação e tratamento químico. O processo de fabricação do etanol a partir do milho resulta em outros produtos com distintas utilidades como xarope, farelo, amidos, bagaço para produção de energia e outros. O processo é realizado por via úmida, onde o etanol é obtido após a hidrolise do amido liberando as moléculas de açúcares que são transformados em álcool pelo processo de fermentação. O milho é moído e sai em forma de pó, esse pó é misturado com água e enzima e vão para um forno de aquecimento alto, nesta fase ocorre o processo de liquefação. Essa mistura liquefeita é resfriada e acrescida de outra enzima, convertendo o amido em açúcares, que podem ser fermentados pra fabricar álcool. Após esse processo a levedura é adicionada à mistura de açúcar para obter a fermentação e desse processo surgem os açúcares quebrados em etanol e em dióxido de carbono. Após a fermentação a mistura é destilada. O etanol é separado dos sólidos, um processo de desidratação retira a água do etanol separado, uma pequena quantidade de gasolina é adicionada ao etanol. (CORTEZ, 2016).

Os Estados Unidos utilizam uma determinada área para produzir o milho que será utilizado para a produção de etanol, essa região é conhecida como Cinturão do milho. A região foi escolhida por ter o clima mais adequado para a plantação. Nessa área estão situados os estados de Iowa, Indiana, Illinois e Ohio. E é nesta região que concentra a produção de aproximadamente 50% do total de milho produzido pelos Estados Unidos. Além destes quatro principais estados também participam do cinturão do milho os estados da Dakota do Sul, Nebraska, Kansas, Minnesota, Wisconsin, Michigan, Missouri e Kentucky (Figura 3). Em cada hectare é produzido cerca de dez toneladas de milho e cada tonelada de milho pode render até 380 litros de etanol (CONAB, 2017).

A vantagem que o etanol produzido a partir do milho apresenta, em relação ao etanol de cana de açúcar, está no fato de que o rendimento em litros produzidos de etanol do milho supera em 371 litros contra 90 litros da cana de açúcar. Porém estudos realizados por acadêmicos das Universidades de Cornell e de Berkeley apontaram que os combustíveis alternativos, como o etanol a base de milho queimam mais energia do que produzem. Os acadêmicos ressaltaram também que apesar da queima ser mais rápida, é também mais limpa, além de gerar uma renda para os produtores rurais e reduzir a dependência do petróleo. Segundo os pesquisadores das Universidades de Cornell e de Berkeley, o milho precisa de 29% a mais energia fóssil

Digitized by Google

para ser transformado em etanol do que o volume de combustível produzido no processo. E para transformar soja em biodiesel é preciso queimar 27% mais energia fóssil (BRASIL, 2017).

Figura 3: Etanol de milho – Estados Unidos da América

Fonte: Washington Examiner

O processo da produção do etanol de milho libera grande quantidade de dióxido de carbono, o que gera conflito de opinião quanto ao seu selo de combustível limpo. Esse fato se dá em razão da maioria das usinas de etanol realizarem o processo de queima com gás natural ou carvão mineral na geração do vapor utilizado na destilação, o que agrega à emissão do dióxido de carbono os combustíveis fósseis (Figura 4). No entanto, a indústria do etanol de milho é bastante viável nos Estados Unidos devido ao subsídio realizado pelo governo (BRASIL, 2018).

c) Cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar (Saccharumofficinarum L) é uma gramínea composta por caule, folhas e folhas superiores, e uma das poucas plantas que armazena seus carboidratos na forma de açucares e não de amido (Figura 4). A sacarose se concentra nos colmos, que compõe a parte aérea da planta enquanto a palha da cana está em suas pontas e folhas, como mostra a Figura 4. Seu cultivo no Brasil é feito

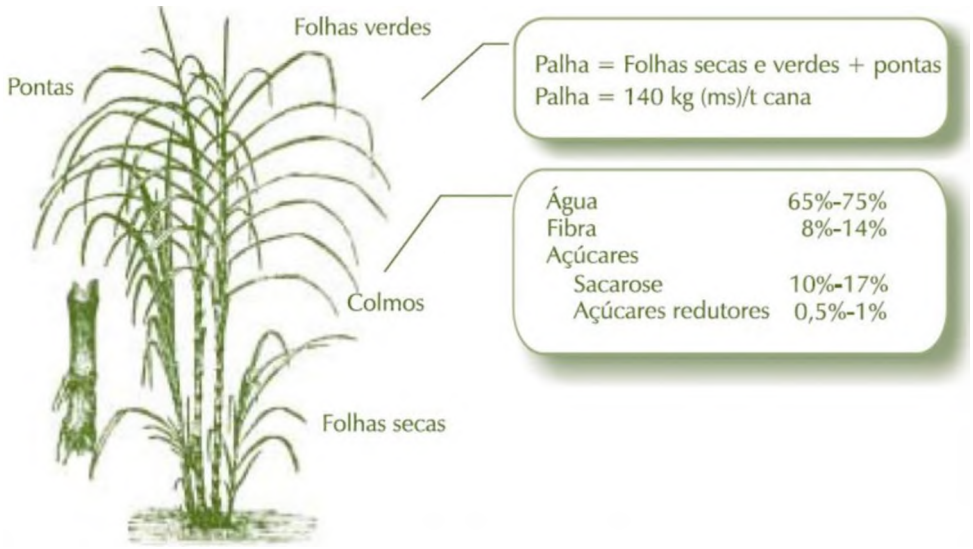
Digitized by Google

desde a colonização do país. A cana-de-açúcar e suas variedades são cultivadas em diversos países para fins comerciais, tendo como destaque na produção o Brasil, Índia e China (FONTANETTI & BUENO, 2017).

A cana começou a ser cultivada na região Nordeste, mas no século XX perdeu a liderança para o Estado de São Paulo, seguido por Goiás e Minas Gerais. Atualmente a produção de cana-de-açúcar se concentra nas regiões Centro-Sul e Nordeste do Brasil, tendo uma produção de 657.184,00 mil toneladas, onde só o Estado de São Paulo é responsável por cerca de 56% da produção do país (CONAB, 2017).

O Brasil é reconhecido mundialmente como maior produtor de cana-de-açúcar, um dos motivos é o clima tropical e o solo favorável de algumas regiões (Nova Cana, 2015). O cultivo também está relacionado ao desenvolvimento econômico (UNICA, 2015). O Brasil atualmente é responsável por cerca de 61,8% das exportações mundiais de açúcar (MAPA, 2016).

Figura 4: Estrutura da cana-de-açúcar



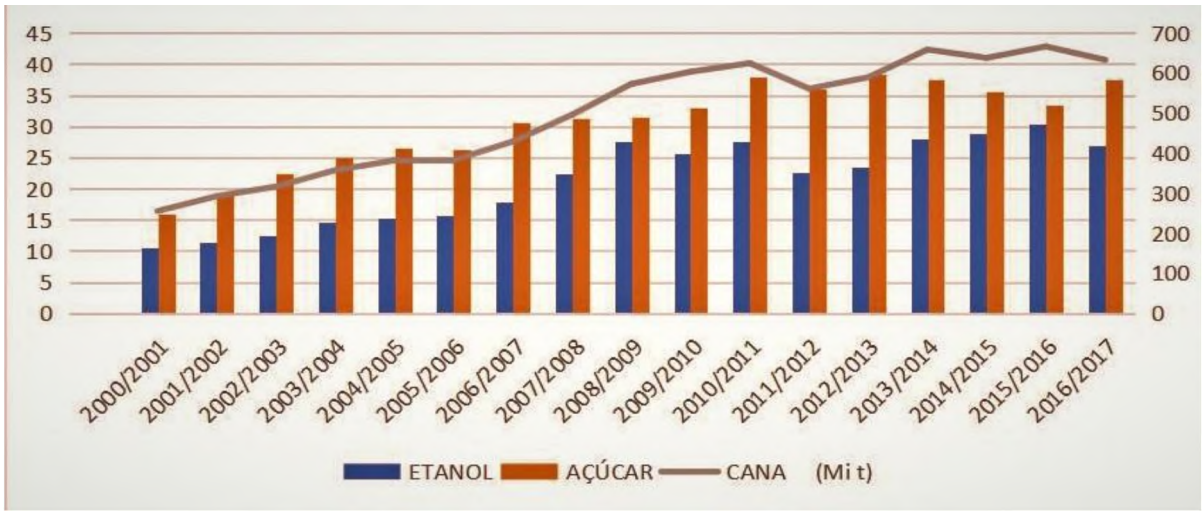
Fonte: BNDES e CGEE, 2008, *apud* MANOCHIO, 2014.

O Brasil produziu aproximadamente 630 milhões de toneladas na safra 2014/2015, de acordo com o (Gráfico 1) abaixo demonstrado. Desta safra, 36 milhões foram destinadas à produção de açúcar e cerca de 20 milhões de toneladas para a exportação (UNICA, 2015). O Brasil é também o segundo maior produtor mundial de

Digitized by Google

etanol, perdendo apenas para os Estados Unidos da América, na safra de 2014/2015, o país teve uma produção de 28 bilhões de litros de etanol (CONAB, 2016).

Gráfico 1: Produção de cana, açúcar e etanol



Fonte: Ambiente Território Sociedade (2017). https://ambienteterritoriosociedade-ics.org/2017/03/15/a-ultima-oportunidade-para-os-biocombustiveis-no-brasil/

Segundo dados da Conab, a estimativa de produção da safra 2017/2018 é de 635,6 milhões de toneladas. Com uma redução de 3,3% em relação à safra anterior. A área a ser colhida está estimada em 8,74 milhões de hectares, queda de 3,4%, se comparada com a safra 2016/17. Sendo que a produção de açúcar deverá atingir 39,46 milhões de toneladas, aumento de 0,2% ao produzido na safra 2016/17. Já o etanol deverá ter uma produção de 27 bilhões de litros, com uma redução de apenas 2,7%pelo fato da preferência em produzir o açúcar (CONAB, 2017).

Atualmente existe no Brasil mais de 400 usinas de processamento de cana- -de-açúcar em funcionamento e aproximadamente 70 mil produtores da matéria-prima. Conta com uma área de 5,88 milhões de hectares e com 42,4% das usinas produtoras de açúcar e álcool (MAPA, 2014). Os municípios que tem a economia baseada no cultivo da cana de açúcar já são mais de 350, onde boa parte está localizada na região Centro-Norte do estado de São Paulo, abrangendo Piracicaba, Ribeirão Preto, Franca e Barretos, além de Campinas, Bauru, Jaú, Hortolândia Araçatuba e Presidente Prudente (INVESTE 2016). No entanto, a produção de cana-de-açúcar gera impacto positivo sobre o PIB *per capita* do município onde o cultivo se localiza, uma vez que cria emprego e renda e ainda, na maioria das vezes, contribui para a qualificação da população local (FONTANETTI & BUENO, 2017).

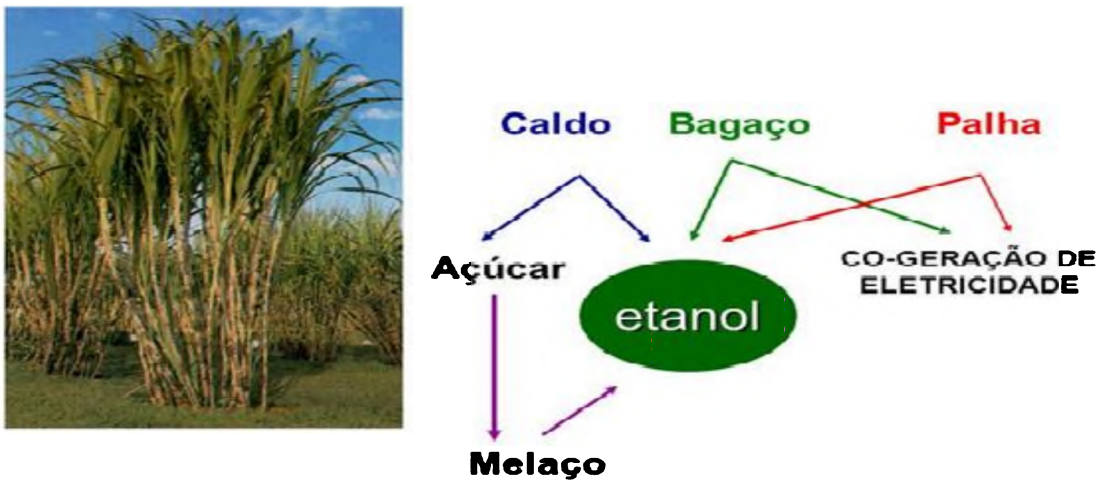
Digitized by Google

A cana de açúcar tem grande importância econômica devido sua cadeia de produtos propiciar a criação de planta industrial de porte significativo e criar muitos empregos e proporcionar renda tanto para o município quanto para a população. Essa matéria-prima serve para a produção de açúcar, melaço, etanol, aguardente entre outros. O cultivo da cana-de-açúcar, normalmente, está ligado diretamente ao parque fabril (usinas de açúcar, destilarias de álcool e bioeletricidade). Seus produtos têm consumo doméstico e industrial, tanto dentro quanto fora do país (THOMÉ *et al*, 2017).

Segundo Fontanetti e Bueno, as usinas brasileiras são divididas atualmente em três tipos, sendo elas: as usinas de açúcar, com produção somente de açúcar; as usinas de açúcar com destilarias anexas, que produzem tanto açúcar, quanto bioetanol; e as usinas exclusivas de bioetanol. Sendo que as usinas de açúcar com destilarias anexas são as que possuem maior quantidade de instalações, em média 60% do total. Em seguidas vêm as destilarias, com cerca de 35% das instalações e em menor quantidade as usinas exclusivas de açúcar. Geralmente as usinas de açúcar e de bioetanol são instaladas nas mesmas regiões de plantio da cana, visando favorecer a logística de produção e diminuir o custo com transporte. Por essa razão, o Estado de São Paulo possui a maior quantidade de usinas (UNICA, 2015).

O ciclo da cana-de-açúcar é de cinco anos em média, sendo realizado o plantio no primeiro ano, e nos seguintes o rebrote é cultivado e colhido anualmente até se tornar economicamente viável (Figura 5).

Figura 5: Ciclo de Produção da Cana-de-açúcar



Fonte: ÚNICA, 2013.

Digitized by Google

Vários fatores interferem na produtividade e na qualidade da cana-de-açúcar que, no final, representam a integração das diferentes condições as quais a cultura foi submetida (THOMÉ *et al*, 2017).

Segundo a EMBRAPA, os fatores climáticos que controlam o crescimento, a produção e qualidade da cana são temperatura, luz e umidade disponível. Sendo o clima fator de influência em 43% da eficiência produtiva da cana-de-açúcar, pela radiação solar, deficiência hídrica, temperatura. O solo é responsável por 15% e os fatores socioeconômicos, biológicos e de manejo representam em conjunto 42% na produtividade da cana-de-açúcar. A produção tende a ser melhor quando a estação quente é longa e com alta incidência de radiação solar e umidade adequada (chuva).

A disponibilidade de água é o principal fator climático que provoca a variação da qualidade e da produtividade da cana-de-açúcar. Esse consumo de água varia de acordo com a espécie da cana (cana planta ou cana soca) e com as técnicas de manejo utilizadas. Escolher a época adequada de plantio é fundamental para o bom desenvolvimento da cultura da cana-de-açúcar, podendo ser plantada em três épocas diferentes: sistema de ano-e-meio, sistema de ano e plantio de inverno (MAPA, 2016).

Thomé *et al.* (2017) ressalta que para cultivar a cana-de-açúcar é necessário uma extensa área territorial e que a área possua duas estações distintas, a primeira quente e úmida (germinação e perfilhamento), e a outra estação deve ser fria e seca (maturação e o acúmulo de sacarose), outra influência é o solo que deve ser profundo, bem estruturado, fértil e com boa capacidade de retenção de água.

De acordo com Marin (2015), condições climáticas adequadas é fator determinante para o bom desenvolvimento da cana, o clima é essencial para o cultivo e deve ser monitorado com a finalidade de antever quaisquer mudanças climáticas. A aplicação de defensivos e fertilizantes também dever ser monitorada. O desenvolvimento da cana está diretamente ligado aos fatores temperatura, radiação solar e água, sendo que o segundo está ligado a fotossínteses e ao acumulo de açúcares, a temperatura influencia no crescimento e emissão das folhas da planta e a água define o crescimento de forma geral (BIOENERGIA, 2015).

As temperaturas mensais devem ficar entre 30 a 34ºC, pois contribui para o acúmulo de açúcar. A temperatura ideal para a brotação é 32 a 38°C, se ficar acima diminui a fotossíntese, e para o amadurecimento as temperaturas devem ficar entre 12 a 14°C, se as temperaturas ficarem altas nessa fase, a sacarose é revertida em frutose e glicose, diminuindo o açúcar da planta (EMBRAPA, 2013). Por outro lado, a

Digitized by Google

umidade em excesso compromete a produção e se faltar chuva, as plantas morrem. Na fase de crescimento o ideal é que a umidade fique entre 80 a 85%, o que ajudará no alongamento da planta, e na maturação a umidade deve estar entre 45 e 65%, contribuindo para o acumulo de açúcar na cana (FONTANETTI & BUENO, 2017).

Segundo Nova Cana (2013), o processo de produção de cana-de-açúcar permanece igual, mesmo após vários séculos, fato que ocorre mesmo em regiões com maior desenvolvimento tecnológico. No entanto, experiências com outros processos agronômicos como cultivo mínimo e plantio direto são substitutos vantajosos do sistema convencional. No sistema convencional é feito a subsolagem e aração, combinados por gradagens, eliminando as soqueiras e corrigindo o solo. No sistema de cultivo mínimo substituem-se as operações convencionais por um preparo concentrado na linha de plantio, fazendo uso das operações de subsolagem, diminuindo gradativamente a erosão e uso de máquinas no campo. Já no sistema de plantio direto o preparo do solo não é feito com uso de maquinas, apenas realiza o revolvimento do solo para o deposito das mudas e fertilizantes, tal processo diminui a erosão e melhora a fertilidade do solo (NOVA CANA, 2013).

d) Etanol da Cana-de-açúcar

Após a colheita a cana de açúcar é levada para a indústria, onde terá dois destinos, sendo: produção de açúcar ou de álcool. Se for para a produção de açúcar terá as seguintes etapas: lavagem da cana; preparo para moagem ou difusão, extração do caldo: moagem ou difusão; purificação do caldo: peneiragem e clarificação; evaporação do caldo; cozimento; cristalização da sacarose; centrifugação: separação entre cristais e massa cozida; secagem e estocagem do açúcar (MIGUEL, 2013).

O etanol iniciou sua expansão e popularização no Brasil em 1975 com a criação do Proálcool – Programa Nacional do Álcool, onde o principal motivo foi diminuir a dependência do petróleo que era importado de outros países. No entanto, a produção interna de petróleo teve um acréscimo e o preço no mercado internacional baixou e o governo diminuiu os investimentos na produção de etanol, o que estagnou a expansão do Proálcool. O que fez com que a gasolina ganhasse competitividade com o etanol hidratado. Somente em 1986 que o governo federal reviu as políticas de

Digitized by Google

fomento, retirando o subsídio ao álcool, o que reduziu a rentabilidade da agroindústria canavieira e estimulou o uso da cana para a fabricação de açúcar para exportação (NOVACANA, 2015).

Em 2000, os EUA eram líderes no mercado de etanol, sendo os principais produtores, consumidores e importadores do produto. No ano de 2002, o petróleo voltou a subir os preços internacionais e voltou a ser interessante retomar os investimentos na produção de etanol. E com o crescimento da demanda mundial pelo etanol, o volume exportado pelo Brasil chegou a 516 milhões de litros neste mesmo ano. Em 2003, o Brasil iniciou a exploração ativa de biocombustíveis, em especial o etanol, e nesse contexto buscou a abertura do mercado norte-americano. No entanto somente em 2006 foi formada uma parceria para regularizar e estabilizar o mercado de etanol em todo o mundo (BRASIL, 2014).

O processo de formalização e adequação da produção de etanol contou com a participação brasileira, representada pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro) e os Estados Unidos da América foram representados pelo Instituto Norte-Americano de Padrões e Tecnologia (NIST) (BRASIL, 2014). Dessa forma o Brasil desenvolveu e potencializou a fabricação de etanol, chegando a produzir na safra 2016/2017 27,19 bilhões de litros (UNICA, 2017).

O crescimento das exportações brasileiras de açúcar contribuiu de forma significativa para a expansão do setor sucroalcooleiro nacional nos últimos anos. A perspectiva almejada é de fornecer o etanol para o mercado interno em expansão e para o mercado internacional, devido à grande busca por fontes renováveis de energia. A produção de etanol no Brasil é mais rentável em comparação com os outros países produtores, especialmente pelo método utilizado. A cana de açúcar, que é a matéria-prima, torna o álcool uma fonte de energia economicamente viável. As demais matérias primas encarecem o custo de produção do etanol, como por exemplo, o milho e a beterraba, que dependem de um processo de extração do açúcar para então iniciar a fabricação do etanol, além da eficiência energética ser menor (CARVALHO *et al*, 2013).

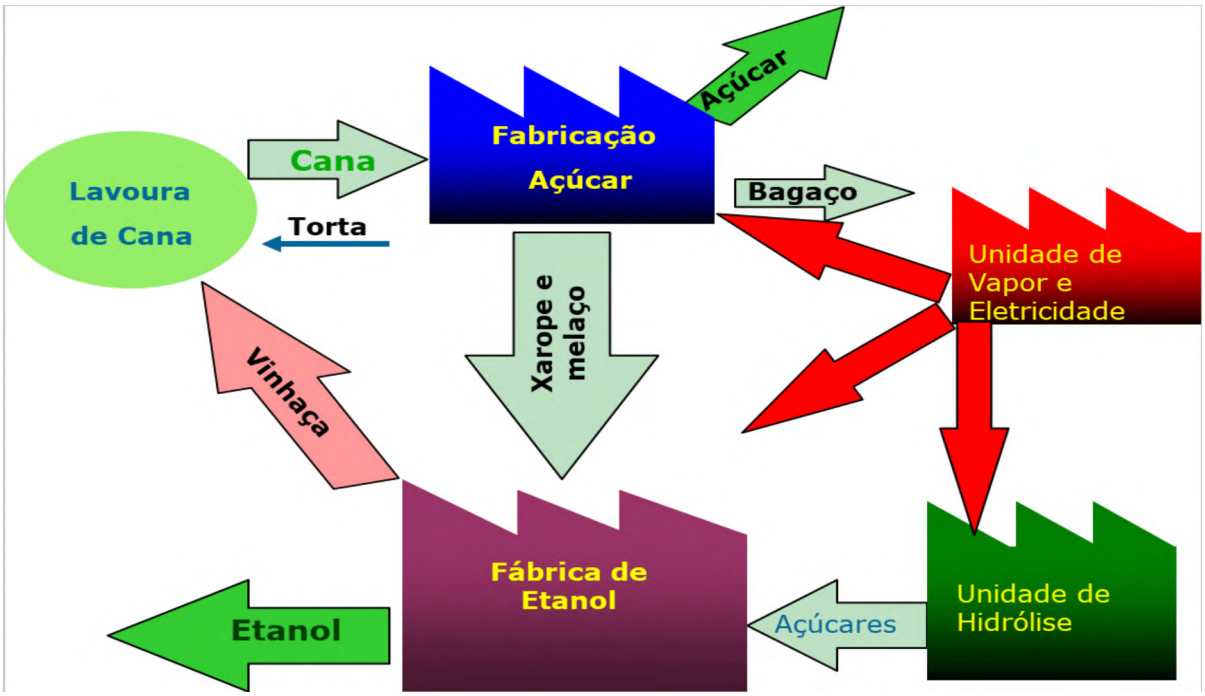
O destaque para a produção de etanol no Brasil é devido às tecnologias e políticas mais avançadas do mundo, por ser pioneiro na exploração do etanol da cana de açúcar (Figura 6). Estima-se que a produção de etanol anidro e etanol hidratado aumentem gradativamente a cada safra (CONAB, 2013). Há uma discussão sobre a possível utilização de conversão de material lignocelulósico ou biomassa em açucares

Digitized by Google

fermentados para a produção de etanol, sendo uma fonte alternativa promissora para aumentar a produção necessária para atender a demanda mundial (MIGUEL, 2013).

Segundo a Conab (2013), o Brasil apresenta vantagens na sua produção de etanol, em relação a outros países, por dominar todo o processo de produção de álcool, possuir abundância de terra e mão-de-obra. Tais vantagens o levam a possuir o menor custo de produção do álcool no mundo. O processo produtivo do etanol tem início logo após o recebimento da matéria-prima nas usinas, as amostras de cana são colhidas e levadas para análise. A cana passa pela lavagem para higienização e então é conduzida para a realização do preparo básico, que visa aumentar sua densidade e capacidade de moagem, de modo que as células se rompam ao máximo para a liberação do caldo (BRASIL, 2013).

Figura 6: Produção de Etanol da Cana-de-açúcar



Fonte: NIPE/UNICAMP, s/data

O etanol da cana, quando óbito por meio da fermentação alcoólica da sacarose (mesmo processo do milho), é chamado de etanol de primeira geração. Já o etanol obtido a partir dos polissacarídeos da parede celular vegetal é chamado de etanol de segunda geração. Há também o etanol de terceira e quarta geração, onde o de terceira geração é baseado no aproveitamento de novas colheitas de energia projetadas (colheitas transgênicas), ou seja, a produção seria por meio de plantas

Digitized by Google

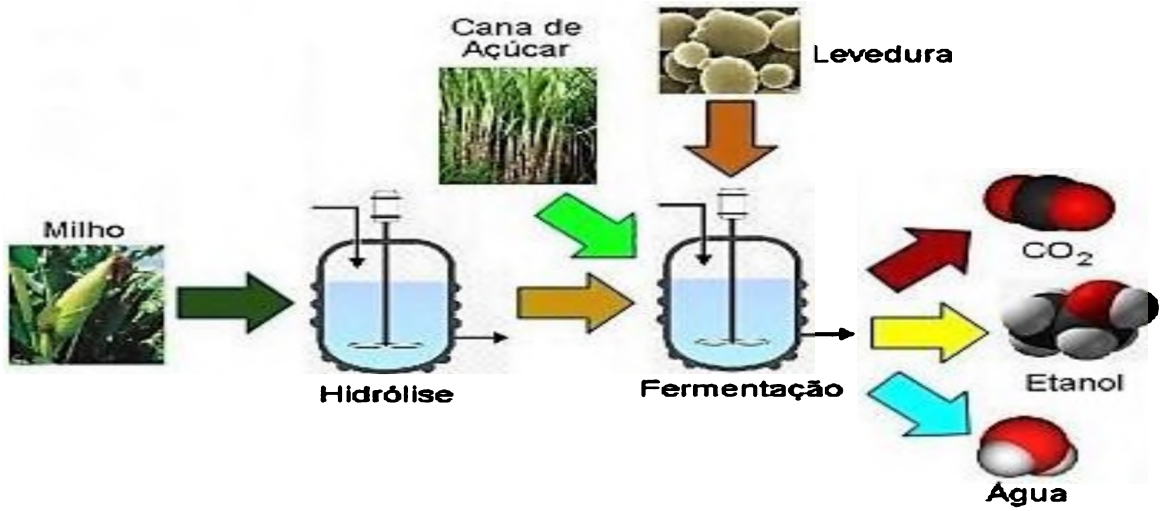
geneticamente modificadas. Estudos recentes mostram o que se pode esperar de um futuro próximo com relação aos avanços no campo da genômica. Foram criadas arvores de eucalipto com baixo conteúdo de lignina que permitem uma conversão mais fácil em etanol celulósico (BIOENERGIA, 2015).

e) Etanol de Primeira Geração para o Etanol

O etanol pode ser fabricado a partir da cana-de-açúcar, beterraba doce, mandioca, milho dentre outros. O combustível de primeira geração ainda causa polêmica, em razão de competir com a produção de alimentos, pois são cultivados em terras altamente produtivas e sua finalidade não é a alimentícia (ÚNICA, 2014).

O processo para obtenção de etanol de primeira geração, a partir da cana-de-açúcar, ocorre pela fermentação do caldo, que é colocado em tanques chamados de "dornas de fermentação", e possui aproximadamente 15% de sacarose e 15% de fibras. Depois de um período de quatro a doze horas fermentando, o produto passa a ter entre 7 e 10% de teor alcoólico. Esse produto é centrifugado para separação e recuperação da levedura e em seguida vai para a destilação, resultando em álcool hidratado (NOVACANA, 2016). Na figura 7, pode-se verificar o processo de produção do etanol por meio da cana-de-açúcar e do milho, por meio da tecnologia de primeira geração.

Figura 7: Produção de etanol de primeira geração



Fonte: Biocombustíveis – Scientia(https://sites.google.com/site/scientiaestpotentiaplus/biocombustiveis)

Digitized by Google

A etapa de destilação é onde o álcool, a água e os demais componentes como outros álcoois, aldeído, leveduras, açúcares mais complexos e outros são separados de acordo com o ponto de ebulição de cada um e esse processo é composto por três etapas. No processo de destilação propriamente dito, o álcool é separado do vinho fermentado em duas fases, a flegma e a vinhaça, sendo que esta última pode ser utilizada como substrato para produzir biogás pela própria usina (BIOGAS, 2014).

Já no processo de retificação, a flegma é concentrada até alcançar um teor alcoólico de 96° GL, eliminando os compostos impuros e separando o óleo fúsel (resíduo obtido das destilarias de etanol carburante) que é usado com aditivos pela indústria química. E no processo final, o álcool passa pela desidratação com monoetilenoglicol, que permite a evaporação do etanol, separando-o da água e assim obtendo um produto com 99,9° GL, denominado então, álcool anidro (BIOGAS, 2014).

f) Etanol de Segunda Geração

O etanol produzido por meio de matéria-prima como o bagaço da cana de açúcar, é classificado como de segunda geração. A geração desse tipo de biocombustível é uma alternativa para produção de energia por meio da biomassa, apresentando vantagens ambientais e econômicas. A tecnologia para a produção do etanol produzido a partir de lignocelulose ainda está em fase de aperfeiçoamento e tende a ser economicamente viável a partir do ano 2025. Atualmente ainda não se produz etanol de segunda geração em escala comercial (MARTINS *et al*, 2014). Uma das grandes dificuldades enfrentadas para a comercialização de etanol de segunda geração são as dificuldades operacionais e outra é a necessidade de neutralizar a solução contendo açúcares para realizar a fermentação. Normalmente o hidróxido de cálcio é utilizado, porém ele não é reaproveitável, o que ajuda a encarecer o custo da fabricação (ARAÚJO *et al*, 2013).

Segundo a Nova Cana (2013), a biomassa lignocelulósica tem uma composição química que contem geralmente 35-50% de celulose, seguido de 20-35% de hemicelulose, 10-25% de lignina e uma pequena quantidade de cinzas e extrativos (MARTINS *et al*, 2014). A composição química varia de acordo com o tipo de biomassa, conforme mostra a Tabela 2.

Digitized by Google

Tabela 2: Composição da Biomassa Lignocelulósica (% em base seca)

Tipo	Eucalipto	Pinheiro	Switch-grass*	Bagaço
Celulose	49,5	44	32	37
Hemicelulose	13	22	25	28
Lignina	27,5	28	18	21
Outros	10	5,5	24	1

Fonte: Hamelinck*et al.* (2005); *apud* Martins *et al.* (2014) * Gramínea em estudo nos EUA

O etanol de segunda geração é obtido por meio de hidrólise ácida, onde a parede celular precisa ser desmontada no processo para que os polissacarídeos possam ser utilizados como fonte de açúcares fermentáveis. Este processo é funcional, porém não o suficiente para permitir a produção em grande escala e com fim comercial (UNICA, 2014).

No Brasil, os combustíveis a base de celulósicos são produzidos basicamente com incentivos governamentais, como por exemplo, temos o Plano Conjunto BNDES-FINEP que realiza Apoio à Inovação Tecnológica Industrial dos Setores Sucroenergético e Sucroquímico– PAISS, que disponibilizou 3,3 bilhões de reais para este fim. Em 2014, a primeira usina comercial de etanol celulósico iniciou sua produção, localizada em Alagoas, no entanto o momento vivido de grande euforia em relação ao etanol de segunda geração foi adiado para uma década devido a dificuldades técnicas que retardaram o seu desenvolvimento (ÚNICA, 2016).

Atualmente o setor faz uma previsão de retomar os investimentos na produção de etanol celulósico, que tem sido visto como competitivo comercialmente, devido ao aumento do barril do petróleo, próximo dos 70 dólares (NOVACANA, 2018).

A boa expectativa de investimento no etanol de segunda geração também está ligada ao cumprimento do acordo climático de Paris por diversos países, aumentando a regulação que favorece os biocombustíveis (EXAME, 2018). Na Figura 8 pode-se ver as diversas fontes de celulose e a produção do etanol de segunda geração.

Digitized by Google

Embora em fase inicial de implantação e pouco investimento, o etanol celulósico demonstra potencial de crescimento por não depender da produção de alimentos para sua industrialização e não necessitar de expandir a área plantada com cana-de-açúcar (Figura 8). O reaproveitamento dos resíduos da produção de etanol e açúcar já são abundantes, porém o desafio maior está em torna-lo tão competitivo quanto o etanol de primeira geração (ÚNICA, 2017).

Segundo a revista Exame (2018), até o ano de 2020 terão mais empresas utilizando a mesma tecnologia de produção do etanol de segunda geração no Brasil, o que o poderá baixar o seu custo de produção.

Figura 8: Produção de etanol segunda geração

Fonte: Biocombustíveis – Scientia: https://sites.google.com/site/scientiaestpotentiaplus/biocombustiveis

O Brasil consome atualmente metade da quantidade de etanol em relação ao consumo da gasolina. O consumo de etanol está ligado a dois fatores fundamentais: a ampla cobertura geográfica do produto e a comercialização do etanol hidratado e da gasolina nos postos de combustíveis de todo o país. Além da baixa emissão de carbono, as usinas de produção de etanol a partir da cana-de-açúcar são autossuficientes em energia elétrica, levando em conta que o bagaço produzido durante a etapa da moagem é utilizado nas caldeiras gerando energia, muitas vezes em quantidade maior que a necessária na usina, podendo então ser comercializada (ÚNICA, 2013).

Digitized by Google

g) Etanol de Terceira Geração

Segundo a Biopact *apud* BiodieselBR (2008) pode-se considerar que a segunda geração de biocombustíveis intervém no passo de bioconversão, porém a terceira geração é baseada em avanços feitos na fonte - a produção de biomassa. Esta geração aproveita-se de novas colheitas de energia especialmente projetadas. A evolução da biologia de planta, o aparecimento de técnicas de procriação rápida e extremamente eficiente (procriação molecular), os rápidos avanços no campo da genômica, e o design clássico de colheitas transgênicas promete resultar em plantas com propriedades que as tornam mais apropriadas para a conversão em bioprodutos. No que deve ser visto como uma inovação importante, cientistas tiveram sucesso ao superar o problema de terras ácidas projetando uma planta (sorgo) que pode crescer em tal ambiente. Metade das terras do mundo são ácidas, a maior parte nas regiões tropicais e subtropicais. Esta planta e outras semelhantes prometem tornar disponível uma grande parte do mundo considerada anteriormente problemática para a agricultura. Note que nem todos os experimentos ou pesquisas são transgênicas. As técnicas de procriação molecular simplesmente tornam mais fácil selecionar colheitas robustas e permitir seu lançamento em uma questão de meses, ao invés de anos. O uso de tais colheitas de energia dedicadas faz um impacto no carbono e no balanço energético. Com rendimentos mais altos e mais fácil bioconversão, menos energia é necessária para plantar, colher e transformar uma dada quantia de biomassa.

Estudos realizados com uma colheita de milho já contendo as enzimas necessárias para converter a biomassa em combustível se mostrou eficaz. A biologia sintética tem sido utilizada para descobrir os princípios necessários e permitir alterar o design das plantas, o que irá permitir que os cultivos sejam predestinados para a indústria de biocombustíveis (ÚNICA, 2013). Assim como também a utilização dos organismos para a produção de biocombustíveis e produtos químicos, mesmo não sendo uma alternativa imediata, poderá contribuir no futuro para uma estabilidade na produção de energia de forma sustentável para o mercado de etanol (BIODIESEL, 2015)

h) Etanol de Quarta Geração

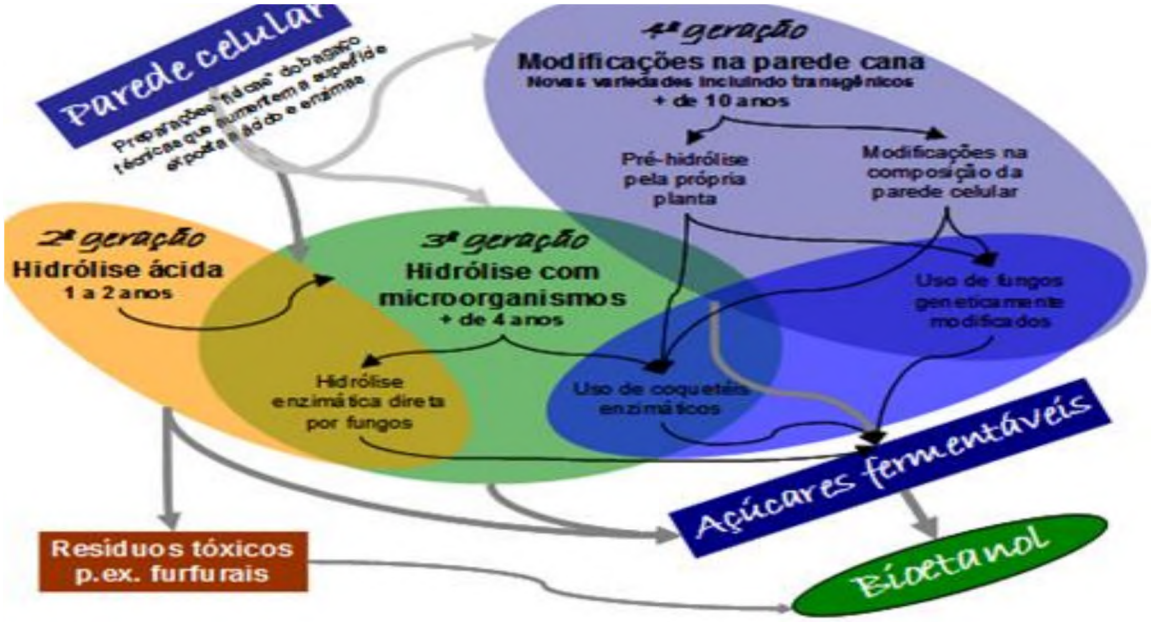
O foco dos biocombustíveis de quarta geração é a retirada de gás carbônico da atmosfera, armazenando-o em seus troncos, galhos e folhas. A biomassa

Digitized by Google

abundante em carbono será transformada em combustível e gases fazendo uso das mesmas técnicas de segunda geração. Além de serem combustíveis e gases renováveis, são considerados carbono-negativo, pois retiram gás carbônico da atmosfera (NOVACANA, 2013).

Este avanço na tecnologia irá promover a integração de todas as gerações, mas com o uso de uma matéria-prima modificada geneticamente e capaz de realizar modificações na parede celular, o que tornaria o processo mais eficiente. Ou seja, promoverá alterações na própria planta de cana-de-açúcar e, também, expandir a quebra da parede celular para outras espécies, como o eucalipto e sementes de árvores de espécies nativas de biomas brasileiros, que permitirá aumentar a eficiência dos processos de produção de etanol de segunda e terceira geração. (ÚNICA, 2013). A Figura 9 representa a produção da quarta geração de etanol.

Figura 9: Quarta Geração de Bioetanol



Fonte: Mundo da Cana (http://mundodacana.blogspot.com/2010/08/as-rotas-para-o-etanol-celulosico-no.html)

Toda célula vegetal possui parede celular, que é composta por uma mistura de polissacarídeos, proteínas, compostos fenólicos e sais minerais. Os polissacarídeos representam cerca de 90% do peso seco da parede e consistem em celulose, que compõe de 20-40% da parede celular, hemiceluloses (15-25%) e pectinas (~30%). Essa matriz é ordenada e dinâmica, tornando-se mais rígida ou mais frouxa conforme as necessidades ontogênicas e comportamentais da célula ou da

Digitized by Google

planta (Figura 9). É responsável por determinar o tamanho e a forma da célula, dar resistência mecânica e proteção contra o ataque de predadores e patógenos (ÚNICA, 2013).

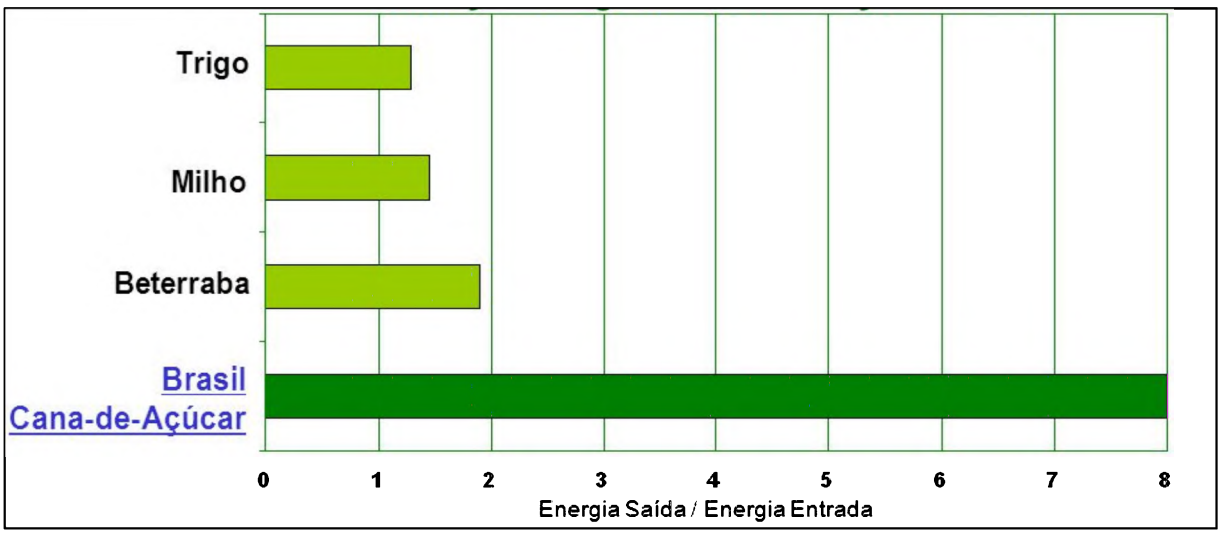
2. 2 Vantagens e Desvantagens do Etanol do Milho e da Cana-de-açúcar

A produção de etanol a partir do milho e da cana-de-açúcar como matéria-prima ainda envolve muitas discussões sobre as vantagens e desvantagens de ambas.

Segundo a representante na América do Norte da União da Indústria de Cana-de-Açúcar (Única), Leticia Phillips, nenhum país no mundo produz etanol com a mesma eficiência obtida pelo Brasil a partir da cana-de-açúcar (ÚNICA, 2014).

De acordo com diversas pesquisas realizadas, a maior vantagem do etanol brasileiro é a eficiência durante o processo de produção (Figura 10). Produz-se mais biocombustível com a cana, segundo os cálculos realizados pela FAEG, um hectare gera oito mil litros de etanol de cana. Já com o milho, no mesmo espaço, são três mil litros (NOVACANA, 2013). O segundo fator positivo da cana é que as moléculas de açúcar são menores, sendo mais fáceis de serem quebradas. Gastando em média entre 7 e 11 horas na fermentação (ÚNICA, 2014).

Figura 10: Balanço Energético na Produção de Etanol



Fonte: Brasil - Ministério de Minas e Energias

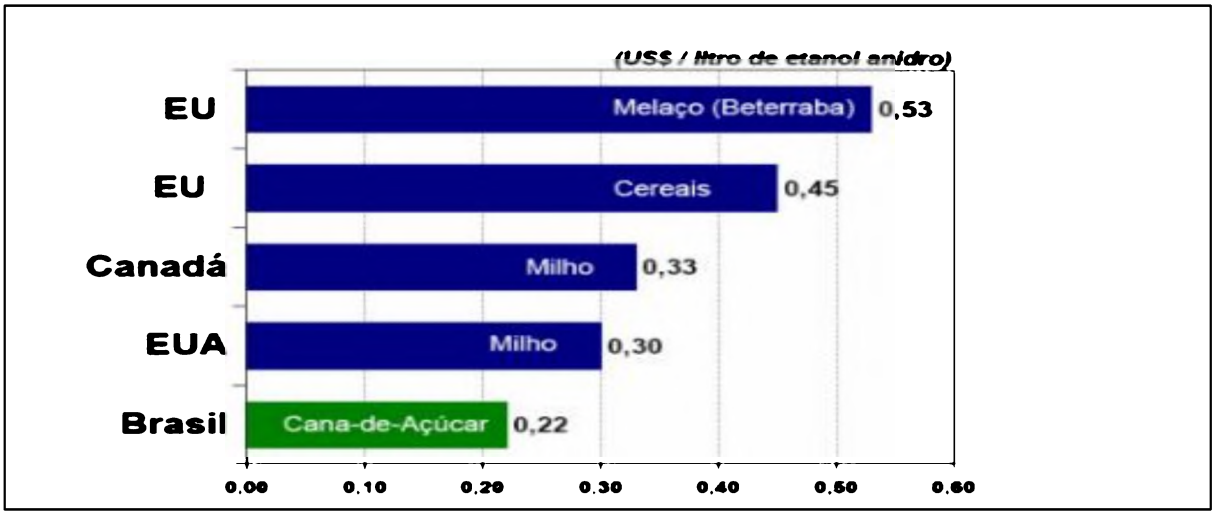
Já o milho, é preciso 'quebrar' o carboidrato em açúcares para depois realizar a fermentação. E como o amido é uma célula grande, necessita de mais tempo para

Digitized by Google

a sua fermentação que oscila entre 40 e 70 horas. Sendo assim, o grão passa por um processo em duas etapas, e a cana somete uma. O que contribui para que o custo da produção de biocombustível da cana seja inferior ao do milho (ÚNICA, 2014).

Os subprodutos da cana também têm um maior valor agregado em comparação aos do milho, e para o processo de fertilização do solo da lavoura são aproveitados resíduos, como a torta de filtro e a vinhaça, tirando assim, maior proveito possível de todo o processo da cana, não permitindo que nada se perca. Já os resíduos do etanol de milho são aproveitados na fabricação de ração animal e na fabricação de óleo (MANOCHIO, 2014). Outro ponto positivo em relação à cana-de-açúcar é o espaço para o cultivo que é mais reduzido em relação ao milho. Em um hectare se produz 90 toneladas de cana e no mesmo espaço, se produz 10 toneladas de milho. O Brasil produz cerca de sete mil litros por hectare. Nos EUA, são 3,8 mil litros por hectare, em média. Ainda se tem que considerar que a cana, por ser uma cultura semi-perene (dura muito tempo), é replantada a cada seis anos e o milho precisa desse processo de replantação anualmente (NOVACANA, 2016). O ciclo de vida da cana-de-açúcar ajuda a combater as emissões de gases que causam o efeito estufa quase cinco vezes mais que o milho, enfatiza Leticia Phillips, além de apresentar um custo de produção mais vantajoso (ÚNICA, 2014).

Figura 11: Custo de Produção de produção de acordo com a matéria-prima e o custo final



Fonte: ICONE – Instituto de Estudos do Comércio e Negociações Internacionais (2013)

Segundo dados da ÚNICA (2015), apesar de todos os benefícios e proveitos com o uso do etanol produzido no Brasil, esse também apresenta algumas

Digitized by Google

desvantagens em relação ao produzido nos EUA com o milho. O rendimento em toneladas do produto em si, ou seja, do etanol feito com o milho é mais rentável do que o produzido com a cana-de-açúcar, sendo que uma tonelada de cana rende 90 litros do biocombustível e a mesma quantidade de milho rende 400 litros de etanol.

Outra desvantagem do etanol da cana está relacionada à estocagem, pois da colheita ao início do processamento não pode passar mais do que 24 horas. Sendo assim, para ter uma boa logística, é necessário que as usinas sejam instaladas dentro do mesmo espaço dos canaviais. O que não acontece com o milho, que pode ser colhido e armazenado em local adequado por dois ou mais anos até que seja processado, o milho não precisa ter a usina no mesmo espaço do plantio, pois não estraga tão rápido (MANOCHIO, 2014). Por apresentar este benefício, algumas usinas brasileiras no Estado de Mato Grosso iniciaram a produção do etanol de milho no período de entressafra ou safrinha. Na primeira produção, as usinas processaram mais de 85 mil toneladas do grão, gerando 6 milhões de litros de etanol. Devido à possibilidade de armazenagem e ao fato do estado ter atingido uma supersafra e o preço do grão ter reduzido significativamente, percebeu-se a oportunidade de ampliar a produção do etanol utilizando esse milho (NOVACANA, 2015).

O milho possui matéria-prima de qualidade e tem pouca oscilação, assim como, também, possui poucas impurezas e um alto teor de amido. De fácil manuseio, não exigindo grandes instalações para a produção. Enquanto a cana, necessita passar por um processo de purificação para então iniciar o seu processo de fabricação do etanol (ÚNICA, 2014).

Não gera subproduto, a não ser a vinhaça do processo de destilação, todo o milho é aproveitado. E além do etanol, é utilizado para a produção de ração de alto valor proteico e óleo que depois de refinado é utilizado como produto culinário. Já a cana gera subprodutos e que geralmente são utilizados nas caldeiras, como fonte de energia para a própria usina (NOVACANA, 2014).

Toda a produção é utilizada, se for refugada pelos compradores por apresentar baixa qualidade, então é utilizado para a fabricação do etanol e seus subprodutos. A cana precisa estar em boas condições para o seu processamento, afim de não comprometer a produção de etanol (ÚNICA, 2014).

O processo do milho é relativamente mais simples, mais fácil de ser conduzido e menos exigente que o da cana. Os mesmos operadores que operam a planta de cana operam a planta de milho e com mais facilidade. Com o aumento da frota de

Digitized by Google

veículos brasileiros com motor com tecnologia flexfuel e com os elevados custos do barril do petróleo, o etanol tem se apresentado como uma solução alternativa de economia para a população brasileira e, também, para a indústria do etanol, que percebeu na abundancia da produção de milho uma oportunidade para tornar as usinas com potencial de produção flex. Ou seja, produzindo o etanol da cana que é mais barato e o do milho que rende mais em quantidade (BIONERGIA, 2015).

A produtividade do bioetanol de cana-de-açúcar mantém relação com a capacidade da planta industrial em converter os açúcares redutores totais nas diversas etapas do processamento (NOVACANA, 2013).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Brasil apresenta alto potencial para o desenvolvimento de matrizes energéticas sustentáveis ou limpas. Os avanços nas pesquisas na área de biocombustíveis são de grande importância para o Brasil e o mundo, dada a preocupação em desenvolver fontes energéticas renováveis e mais limpas, que permitam superar o uso de combustíveis fósseis. Neste contexto, o etanol ganha espaço por se tratar de um excelente substituto para a gasolina, o principal combustível usado em automóveis no mundo. Também diante da possibilidade de escassez de combustíveis, dos problemas ambientais originados do uso de fontes energéticas poluentes, do reconhecimento da relevância da energia para a realização de todas as atividades que condicionam a vida humana, desenvolver energias renováveis é também uma questão de preservar os recursos que ainda temos (ÚNICA, 2016).

Neste sentido o Proálcool foi de suma importância para a introdução do etanol como combustível na matriz energética brasileira. O desenvolvimento e capacitação da tecnologia nacional geraram condições para permitir que o Brasil se tornasse referência mundial nesse setor (SILVA, 2016). É sabido que o Brasil tem destaque frente a novas tecnologias energéticas renováveis, pois apresenta extensão territorial e clima favorável para a produção de diversos tipos de energias renováveis ou bioenergia. O etanol a partir de cana-de-açúcar apresenta vantagens em relação ao etanol produzido por outros países, por ter baixos custos de produção, além de reduzir a emissão de CO2 na atmosfera (NOVA CANA, 2015). A produção do etanol

Digitized by Google

celulósico é uma fonte que tende a ser promissora no tocante a suprir a demanda de combustível sustentável e eficiente, podendo tornar-se capaz de ser produzido comercialmente e com demanda para exportação. No entanto, ainda carece de maior investimento e interesse por parte dos usineiros para que avance nas pesquisas e venha a ter o resultado esperado, o que promete torná-lo tão competitivo quanto o etanol de primeira geração e com um custo muito inferior (ÚNICA, 2014).

Assim como, também, é viável a utilização do milho para a produção de etanol de forma complementar à produção a base da cana. A melhor alternativa para seu uso é na entressafra da cana-de-açúcar, definida no Centro-Sul brasileiro. Porém, a viabilidade só existe se o preço do milho estiver em baixa e houver grande quantidade de produção do grão. A alta produtividade e rentabilidade quanto à quantidade do etanol produzido por meio do milho, bem como o uso de tecnologias avançadas e a redução dos custos de produção, tende a tornar o produto como um importante complemento do etanol produzido no Brasil (SILVA, 2016).

BIBLIOGRAFIA

Ambiente Território (2017). **Produção de cana, açúcar e etanol.** Disponível em: https://ambienteterritoriosociedade-ics.org/2017/03/15/a-ultima-oportunidade-para-os-biocombustiveis-no-brasil/. Consultado em 28 de setembro de 2018 às 11:00.

Araújo *et al* (2013). **Estudo das rotas de hidrólise química e biológica para a produção de etanol de segunda geração a partir de resíduos lignocelulósicos.**Em RevistaUnifacs - Seminário Estudantil de Produção Acadêmica, UNIFACS, 2013.

Barros & Calado (2014). **A Cultura do Milho**. Em Repositório Universidade de Évora. 2014.

Bioenergia (2015). **Etanol do Milho**. Disponível em: https://bioenergia.com.br/etanol-de-milho/. Consultado em 25 de setembro de 2018 às 15:30.

Digitized by Google

Biocombustíveis. **Scientia**. Disponível em: https://sites.google.com/site/scientiaestpotentiaplus/biocombustiveis. Consultado em 24 de setembro de 2018 às 13:00.

Biodiesel (2015). **Tudo sobre o biodiesel**. Disponível em: https://www.biodieselbr.com/. Consultado em 26 de setembro de 2018 às 22:00.

Biogás. **Combustível biogás**. Disponível em: https://www.portaldobiogas.com/biogas/. Consultado em 26 de setembro de 2018 às 21:00.

Biopact (2008). Biocombustíveis - Da primeira a quarta geração- Tradução e adaptação: BiodieselBR. Disponível em: https://www.biodieselbr.com/destaques/2007/biocombustiveis-primeira-quarta-geracao-10-03-08.htm) Acessado em 15.10.2018 às 20:00h

BNDES (2008). **Bioetanol da Cana-de-açúcar**. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/.../1408/.../Bioetanol%20da%20cana-de-acucar_P.pdf. Consultado em 22 de setembro de 2018 às 08:50h.

BNDES (2013). **A produção de etanol pela integração do milho-safrinha às usinas de cana-de-açúcar: avaliação ambiental, econômica e sugestões de política**. Disponível em: https://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Galerias/Convivencia/Publicacoes/Consulta_Expressa/Tipo/Revista_do_BNDES/201406_04.html. Consultado em 22 de setembro de 2018 às 08:40.

Brasil (2013). **Pacote de incentivos do setor de combustíveis beneficiará produtores de cana-de-açúcar**. Disponível em: http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2013/04/produtores-de-etanol-terao-pacote-de-incentivos-para-estimular-o-setor. Consultado em 23 de setembro de 2018 às 10:50.

Brasil (2013). **BNDES, Embrapa e parceiros estudam setor de etanol**. Disponível em: http://www.brasil.gov.br/noticias/educacao-e-ciencia/2013/11/bndes-embrapa-e-

Digitized by Google

parceiros-estudam-setor-de-etanol. Consultado em 22 de setembro de 2018 às 11:15.

Brasil (2014). **Lei aumenta percentual de biodiesel e etanol em combustíveis**. Disponível em: http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2014/09/lei-aumenta-percentual-de-biodiesel-e-etanol-em-combustiveis. Consultado em 22 de setembro de 2018 às 19:25.

Brasil (2015). **Brasil incentiva produção de etanol**. Disponível em: http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2015/07/brasil-incentiva-producao-de-etanol. Consultado em 22 de setembro de 2018 às 07:40.

Brasil (2015). **Etanol atingiu produção recorde de 30 bilhões de litros em 2015.** Disponível em: http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2016/05/etanol-atingiu-producao-recorde-de-30-bilhoes-de-litros-em-2015. Consultado em 22 de setembro de 2018 às 07:30.

Brasil (2016). **Ministro Destaque Papel de Biocombustível no Brasil**. Disponível em: http://www.brasil.gov.br/noticias/meio-ambiente/2016/11/ministro-destaca-papel-de-biocombustiveis-para-sustentabilidade. Consultado em 25 de setembro de 2018 às 17:30.

Brasil (2017). **Produção de cana açúcar**. Disponível em: http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2016/04/safra-de-cana-2016-17-cresce-em-producao-e-area/producao-cana.jpg/view. Consultado em 24 de setembro de 2018 às 13:35.

Brasil (2018). **Colheita de grãos na safra 2017/2018 é a segunda maior da história.** Disponível em: http://www.brasil.gov.br/noticias/economia-e-financas/2018/04/colheita-de-graos-na-safra-2017-2018-e-a-segunda-maior-da-historia. Consultado em 26 de setembro de 2018 às 11:20.

Brasilagro. **Terra onde o etanol de cana é rei aposta em combustível de milho**. Disponível em: http://www.brasilagro.com.br/conteudo/-terra-onde-o-etanol-de-cana-

Digitized by Google

e-rei-aposta-em-combustivel-de-milho.html. Consultado em 30 de setembro de 2018 às 17:10.

Carvalho *et al* (2013). **Cana-de-açúcar e álcool combustível: histórico, sustentabilidade e segurança energética**. Em ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, N.16; p. 539. 2013

CONAB (2015) **Séries históricas. Séries Históricas de Área Plantada, Produtividade e Produção, relativas às safras 1976/77 a 2014/15 de grãos, 2001 a 2014 de café, 2012/13 a 2014/15 de cana-de-Açúcar**. 2015. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&>. Consultado em 23 de setembro de 2018 às 15: 55.

CONAB (2017). **Série Histórica - Custos - Milho 2ª Safra - 2005 a 2018**. Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/custos-de-producao/planilhas-de-custo-de-producao/item/1952-serie-historica-custos-milho-2-safra-2005-2018. Consultado em 22 de setembro de 2018 às 18:10.

CONAB (2018). **Cana-de-açúcar: análise mensalrelativas às safras 2015/16 a 2017/18.**Disponível em: https://www.conab.gov.br/.../15304_75e19d1e6fdeaa10d0d05724ab018632. Consultado em 24 de setembro de 2018 às 15:53.

Cortez, L. A. B*. et al.* (2016) PROÁLCOOL 40 anos. Universidades e empresas: 40 anos de ciência e tecnologia para o etanol brasileiro**. Em Instituto de Biociências – USP.**

EMBRAPA (2013). **BNDES, Embrapa e parceiros estudam viabilidade de usinas de produção de etanol de cana e milho**. Disponível em: https://www.embrapa.br/noticias?p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&_101_urlTitle=bndes-embrapa-e-parceiros-estudam-viabilidade-de-usinas-de-producao-de-etanol-de-cana-e-milho&_101_groupId=1355145&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_c

Digitized by Google

ontent&_101_type=content&_101_assetEntryId=1502293. Consultado em 22 de setembro de 2018 às 20:30.

EMBRAPA (2014). **A produção de etanol pela integração do milho-safrinha às usinas de cana-de-açúcar: avaliação ambiental, econômica e sugestões de política**. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1003152/a-producao-de-etanol-pela-integracao-do-milho-safrinha-as-usinas-de-cana-de-acucar-avaliacao-ambiental-economica-e-sugestoes-de-politica. Consultado em 24 de setembro de 2018 às 20:13.

EMBRAPA (2014). **Milho Segunda Safra: a bola da vez**. Disponível em: https://www.embrapa.br/milho-e-sorgo/-/asset_publisher/5qTVmWdGWiRK/content/id/5051624. Consultado em 24 de setembro de 2018 às 19:30.

EMBRAPA (2016). **2016: Um Ano de Extremos para a Produção de Milho**. Disponível em: https://www.embrapa.br/milho-e-sorgo/-/asset_publisher/5qTVmWdGWiRK/content/id/17979614. Consultado em 24 de setembro de 2018 às 16:33.

Exame (2018). **Etanol de 2ª geração dribla problemas técnicos e é visto como competitivo.** Disponível em: https://exame.abril.com.br/economia/etanol-de-2a-geracao-dribla-problemas-tecnicos-e-e-visto-como-competitivo/. Consultado em 27 de setembro de 2018 às 16:00.

FAESP (2018). **Etanol.** Disponível em: https://faespsenar.com.br/leitura-conteudo/00000031. Consultado em 30 de setembro de 2018 às 18:20.

Fontanetti& Bueno (2017a). **Cana-de-açúcar e seus impactos: uma visão acadêmica**. Editora Canal 6. Bauru – SP..

Fontanetti& Bueno (2017b) **Cana-de-açúcar e seus impactos: uma visão acadêmica**. Editora Canal 6. Bauru- SP.

Digitized by Google

Gonçalves, Gabriel Moreno Bernardo (2013). **Desempenho agronômico e adaptativo e divergência genética dê populações de milho local derivadas de mpa1 em processo de melhoramento genético.** Em Repositório UFSC.

Investe (2018)**. Produção de Etanol da Cana-de-açúcar**. http://www.investe.sp.gov.br/setores-de-negocios/agronegocios/cana-de-acucar/. Consultado em 25 de setembro de 2018 às 18:23.

Manochio, Carolina. (2014) **Produção de bioetanol de cana-de-açúcar, milho e beterraba: uma comparação dos indicadores tecnológicos, ambientais e econômicos**. Poços de Caldas – MG. Em UNIFAL, 2014.

Marin, Fábio Ricardo (2014). **Eficiência de Produção da cana-de-açúcar brasileira: estado atual e cenários futuros baseados em simulações multimodelos**. Piracicaba – SP. Em Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP, 2014.

Martins *et al.* (2014). **A produção do etanol de segunda geração a partir do bagaço da cana-de-açúcar.** Em Revista Latino-Americana de Inovação e Engenharia de Produção Vol. 2, n. 3. 2014.

MAPA (2014). **Para Conab, produção de grãos na safra 2013-14 deve somar 196,7 milhões de toneladas**. Disponível em: http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2014/01/para-conab-producao-de-graos-na-safra-2013-14-deve-somar-196-7-milhoes-de-toneladas. Consultado em 24 de setembro de 2018 às 15:45.

MAPA (2016**). Etanol - Comércio Exterior Brasileiro**. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/agroenergia/etanol-comercio-exterior-brasileiro. Consultado em 24 de setembro de 2018 às 20:00.

MAPA (2017). **Produção**. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/agroenergia/producao. Consultado em 24 de setembro de 2018 às 10:00.

Digitized by Google

Miguel, José Vitor Pereira (2013). **Produção integrada de bioetanol de cana-de-açúcar de primeira e segunda geração: análises energética, ambiental e econômica**. disponível em: www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/18/180830/tce...105814/.../Miguel_Jose_Vitor.pdf. Consultado em 23 de setembro de 2018 às 12:00.

Mundo da Cana.(2018) **As rotas para o etanol celulósico no Brasil**. Disponível em: http://mundodacana.blogspot.com/2010/08/as-rotas-para-o-etanol-celulosico-no.html. Consultado em 04 de outubro de 2018 às 22:00.

NIPE/UNICAP (s/data) Setor Sucroalcooleiro e a produção de etanol. Transformações após o Protocolo de Kioto. Palestrante Carlos Eduardo Vaz Rossell, Campinas, NIPE. UNICAMP. Sem data.

Nova Cana. (2018) **Etanol do Milho: o novo combustível do Mato Grosso**. https://www.novacana.com/n/etanol/mercado/etanol-milho-novo-combustivel-mato-grosso-120416/. Consultado em 25 de setembro de 2018 às 10:15.

Nova Cana (2013). **Etanol.** Disponível em: https://www.novacana.com/n/etanol/?start=4035. Consultado em 22 de setembro de 2018 às 10:24.

Nova Cana (2014). **Processo de Fabricação do Etanol.** https://www.novacana.com/etanol/fabricacao/. Consultado em 22 de setembro de 2018 às 22:10.

Nova Cana (2015). **Tudo sobre: História do Etanol (etanol e cana-de-açúcar)**. Disponível em: https://www.novacana.com/tag/20-historia-do-etanol/. Consultado em 22 de setembro de 2018 às 10:45.

Nova Cana (2016). **Produção de Etanol de Segunda Geração por Hidrólise**. Disponível em: https://www.novacana.com/etanol/producao-por-hidrolise/. Consultado em 23 de setembro de 2018 às 09:03.

Digitized by Google

Nova Cana (2016). **Demanda por Etanol no Brasil em 2016**. Disponível em: https://www.novacana.com/n/etanol/mercado/abastecimento/demanda-etanol-brasil-2016-cair-aumento-precos-090316/. Consultado em 24 de setembro de 2018 às 18:40.

Nova Cana (2017). **Etanol Celulósico**. Disponível em: https://www.novacana.com/tag/113-etanol-celulosico/. Consultado em 25 de setembro de 2018 às 11:00.

Nova Cana (2017). **Sobre o Etanol**. Disponível em:https://www.novacana.com/etanol/sobre-etanol/. Consultado em 23 de setembro de 2018 às 09:30.

Nova Cana (2018)**. Etanol Preços**. Disponível em: https://www.novacana.com/n/etanol/mercado/precos/. Consultado em 27 de setembro de 2018 às 15:00.

Nova Cana (2018). **Safra 2018/2019**. Disponível em: https://www.novacana.com/tag/563-safra-2018-2019/. Consultado em 28 de setembro de 2018 às 09:00.

SBA (2018)**. Produção de etanol**. Disponível em: https://sba1.com/noticias/Producao-de-etanol-de-milho-no-Centro-Sul-segue-subindo. Consultado em 03 de outubro de 2018 às 18:00.

SEBRAE (2013). **O que é etanol?** Disponível em: <http://www.sebrae.com.br/setor/agroenergia/o-setor/etanol/o-que-e>. Consultado em: 22 de setembro de 2018 às 09:20.

Silva, Jéssica Alexandra da (2016). **Catálise enzimática na produção**. São João Del Rei. Em Monografia UFSJ,

Thomé *et al* (2017). **Fatores e Técnicas do cultivo Cana-De-Açúcar e sua correlação com a Qualidade e a Produtividade**. Disponível em:

Digitized by Google

http://anais.unespar.edu.br/xi_eepa/data/uploads/artigos/4/4-09.pdf. Consultado em 23 de setembro de 2018 às 22:00.

ÚNICA (2013). **Etanol**. Disponível em: http://www.unica.com.br/documentos/publicacoes/etanol/. Consultado em: 23 de setembro de 2018 às 08:30.

ÚNICA (2010). **Selo Verde**. Disponível em: http://www.unica.com.br/noticia/37058433920334743692/unica-ve-por-centoE2-por-cento80-por-cento9Cselo-verde-por-centoE2-por-cento80-por-cento9D-para-usinas-como-importante-avanco/. Consultado em 29 de setembro de 2018 às 18:17.

UNICA – União da Indústria de Cana-de-Açúcar (2014). **Produção e Uso do Etanol Combustível no Brasil: respostas às questões mais frequentes** . São Paulo. Disponível em: <http://www.ie.ufrj.br/infosucro/biblioteca/bic_Unica_ProducaoUsoEtanol.pdf>. Consultado em: 23 de setembro de 2018 às 09:10.

UNICA (2014). **Safra 2014/2015**. Disponível em: http://www.unica.com.br/noticia/27460993920325965467/numeros-finais-da-safra-2014-por-cento2F2015-e-iniciais-da-nova-safra-2015-por-cento2F2016/. Consultado em: 23 de setembro de 2018 às 19:11

ÚNICA (2015). **Consumo de Etanol Hidratado Cresce 37% em 2015**. Disponível em: http://www.unica.com.br/noticia/14883647920325965467/consumo-de-etanol-hidratado-cresceu-mais-de-37-por-cento-em-2015/.Consultado em: 23 de setembro de 2018 às 09:10.

ÚNICA (2016). **Estimativa da Safra 2016/2017**. Disponível em: https://www.novacana.com/n/cana/safra/unica-apresentacao-estimativas-safra-2016-17-270416/. Consultado em: 23 de setembro de 2018 às 18:40.

Digitized by Google

ÚNICA (2017). **Etanol do Milho no Brasil**. Disponível em: http://www.unica.com.br/convidados/12655382920334804993/etanol-de-milho-no-brasila/. Consultado em: 24 de setembro de 2018 às 08:40.

ÚNICA (2018). **Histórico de Produção: safras 2016/17 a 2018/19**. Disponível em: http://www.unicadata.com.br/historico-de-producao-e-moagem.php?idMn=32&tipoHistorico=4. Consultado em: 23 de setembro de 2018 às 09:10.

ÚNICA (2018). **Produção de Etanol de Milho Domina Oferta na Entressafra de Cana**. Disponível em: https://br.reuters.com/article/businessNews/idBRKBN1FT23Y-OBRBS. Consultado em: 28 de setembro de 2018 às 18:40

Washington Examiner (2018). **Cornethanol faces its limitsunder EPA fuelmandate.**Disponível em: https://www.washingtonexaminer.com/corn-ethanol-faces-its-limits-under-epa-fuel-mandate. Consultado em 30 de setembro de 2018 às 16:30.

Digitized by Google

CAPITULO 5

PROPOSTA DE ECOEFICIÊNCIA PARA O HOSPITAL GERAL DE PALMAS DR. FRANCISCO AYRES

Digitized by Google

PROPOSTA DE ECOEFICIÊNCIA PARA O HOSPITAL GERAL DE PALMAS DR. FRANCISCO AYRES

Resumo

O setor hospitalar é considerado uma das organizações mais complexas, representado pela combinação de uma série de fatores específicos para exercer suas atividades. Sendo uma instituição com funcionalidade de 24 horas por dia, durante os 365 dias do ano, precisa consumir diariamente muita água e energia elétrica para executar suas tarefas e, além disso, é um setor que gera um lixo bastante perigoso, os resíduos infectantes. A Ecoeficiência trabalha com indicadores que podem mostrar se o consumo ou uso de energia, água e de resíduos sólidos estão sendo realizados de forma responsáveis, economicamente e ambientalmente sustentáveis. Nesse sentido, foram construídos indicadores de ecoeficiência para o HGP com base no *Guía Sectorial de Producción Mas Limpia: Hospitales, Clínicas y Centros de Salud.* Obtendo-se como resultados o IAHGP, IEHGP, IRIHGP. Tais indicadores servirão para mostrar em qual desses setores ainda existe espaço para melhorar a gestão do HGP na questão ambiental e econômica. Este estudo pode colaborar para a implantação das ferramentas de Ecoeficiência nos processos de planejamento, gestão e implementação de indicadores ecoeficientes para o uso da água, da energia elétrica e do total de lixo produzidos no Hospital Geral de Palmas.
Palavras-chave: Ecoeficiência; Gestão Ambiental; Indicadores; Hospitais.

1 INTRODUÇÃO

Os estabelecimentos de saúde são setores que prezam pela qualidade no atendimento, independentemente de serem públicos ou privados. O ambiente hospitalar é responsável por desenvolver inúmeras modalidades de serviços em prol da saúde do paciente. Todas as atividades e modalidades que estão ligadas de alguma forma à prestação de serviço de saúde necessitam se comprometer com o descarte correto de seus resíduos, classificados como lixo comum e lixo infectante, e estar atentas para gerenciarem o uso dos recursos naturais, como a água e energia elétrica e o descarte de seus resíduos.

Com a imposição do paradigma ambiental, tanto o setor hospitalar quanto os de serviços, têm enfrentado grandes desafios em relação a adoção das políticas de responsabilidade social e ambiental. A construção de um ambiente favorável a sustentabilidade ambiental, social e ambiental. A construção de um ambiente favorável à sustentabilidade ambiental, social e econômica de uma Instituição Hospitalar, que agrega diversos nichos de atividades e de mercado, é muito importante.

Digitized by Google

O processo de desenvolvimento da sociedade precisa ser estruturado com base na implementação de sistemas de gestão ambiental, que atrelado ao crescimento econômico, possa usar, seja qual for o ramo exercido pela instituição, uma ferramenta que trabalhe o meio social, econômico e ambiental.

Este estudo é parte de uma pesquisa maior tendo como objetivo propor ações de ecoeficiência no Hospital Geral Dr. Francisco Ayres de Palmas (HGP), quanto à adoção de indicadores que poderão contribuir para a ampliação da base de informações úteis ao gestor hospitalar em favor da sua atuação, de forma a direcioná-lo no controle e gerenciamento dos principais impactos ambientais gerados no setor hospitalar.

Os indicadores Ambientais ou Econômicos são importantes ferramentas da ecoeficiência, porque permitem o rastreamento do progresso alcançado em atingir metas de desempenho, permitindo a obtenção de informações sobre dada realidade, servindo como instrumento de tomada de decisão e previsão.

Este estudo se justifica por este setor apresentar significativos impactos ambientais durante a execução das atividades diárias. O setor hospitalar é um grande consumidor de recursos naturais como energia e água, assim como grande gerador de resíduos perigosos, o que requer o uso de ferramentas ambientais que venha conciliar desempenho econômico, responsabilidade social e compromisso ambiental.

2 ECOEFICIÊNCIA

2.1 Conceitos de Ecoeficiência

O Conceito de ecoeficiência foi desenvolvido pelo *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD) em 1992 e tornou-se amplamente reconhecido pelo mundo dos negócios. Reúne os ingredientes essenciais econômicos e progresso ambiental que são necessários para a prosperidade econômica aumentar com o uso mais eficiente de recursos e menores emissões.

A ecoeficiência busca despertar o mundo dos negócios para essa nova realidade, em que importantes decisões estão em curso. Onde pessoas através de ações tanto coletivas quanto individuais precisam compartilhar estratégias de mercado com base nos princípios da responsabilidade social.

No Brasil o conceito de ecoeficiência é representado pelo Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS) e traz como

Digitized by Google

princípio o desenvolvimento sustentável no mundo dos negócios, entrega de bens e serviços com preços competitivos que satisfaçam as necessidades humanas e tragam qualidade de vida, reduzindo progressivamente impactos ambientais dos bens e serviços, através de todo o ciclo de vida. Em linhas gerais, através da ecoeficiência, as empresas conseguem atuar de forma produtiva, lucrativa e com responsabilidade ambiental.

> A necessidade de lidar com esse processo decisório, em que a variável ambiental é cada vez mais latente, fez com que discussões pertinentes a essa questão entrassem nas agendas e pautas de governos, pesquisadores, instituições de ensino e agências de investimento, resultando em esforços como a Conferência de Estocolmo, a Rio 92 e a Agenda 21 (PIACENTE, 2005, p.10).

No ambiente empresarial o desafio proposto pela ecoeficiência ainda encontra resistência quando se trata do entendimento e da prática de que pode sim, gerar mais valor, porém causando menos impactos ao meio ambiente. Mas pressionados pelas leis e normas ambientais, pode-se dizer que hoje o setor empresarial já busca gerir seu negócio ao menos com um pré-projeto ambiental.

Segundo Leal (2009), a ecoeficiência exige que as empresas tracem estratégias de gestão ambiental preventiva, que integrem aspectos ambientais ao ciclo de vida de seus produtos e serviços, relacionando a excelência ambiental com a empresarial. Desta forma, a implementação da ecoeficiência, como instrumento de gestão na empresa, deve seguir algumas práticas básicas:

- Redução do consumo de materiais com bens e serviços;
- Redução do consumo de energia com bens e serviços;
- Redução da emissão de substâncias tóxicas;
- Intensificação da reciclagem de materiais;
- Maximização do uso sustentável de recursos renováveis;
- Prolongamento da durabilidade dos produtos;
- Agregação de valor aos bens e serviços.

A proposta de gestão, com bases na ecoeficiência, diz respeito às ações de reciclagem interna e externa, como também à questão da durabilidade dos produtos, e é estruturada na ideia de que a redução de materiais e de energia por unidade de produto e/ou serviço aumenta a competitividade da empresa, ao mesmo tempo em que reduz as pressões sobre o meio ambiente.

Digitized by Google

Toledo e Demajoeovi (2006) afirmam que os hospitais contribuem bastante para os impactos socioambientais durante as inúmeras atividades que executa constantemente, ao exigir elevado consumo de energia elétrica e água bem como na geração de resíduos temerários. Portanto, deve ao mesmo tempo, ser capaz de diminuir o desperdício e estabelecer padrões adequados para o manuseio do lixo hospitalar que possui características peculiares quando ao seu tratamento previsto em lei. O que reforça a necessidade de uma gestão comprometida em envolver toda a instituição.

Nesse contexto, a ecoeficiência se apresenta como uma ferramenta essencial para o gestor direcionar as atividades hospitalares, todos os funcionários e colaboradores internos e externos deve ser mobilizado e incentivado a participar do projeto e manutenção dos padrões ambientais estabelecidos.

2.2 Implantações da Ecoeficiência

A necessidade de cuidar do meio ambiente, adotar uma gestão que promova a conscientização por meio de atitudes que contribuem não só para o futuro da instituição, mas para o futuro das próximas gerações, requer iniciativas que se adequem à nova realidade de mercado e meio ambiente.

A necessidade de investir em qualidade ambiental está cada vez mais presente na tomada de decisões estratégicas das organizações que buscam conciliar objetivos econômicos, sociais e ambientais de forma eficiente e consciente.

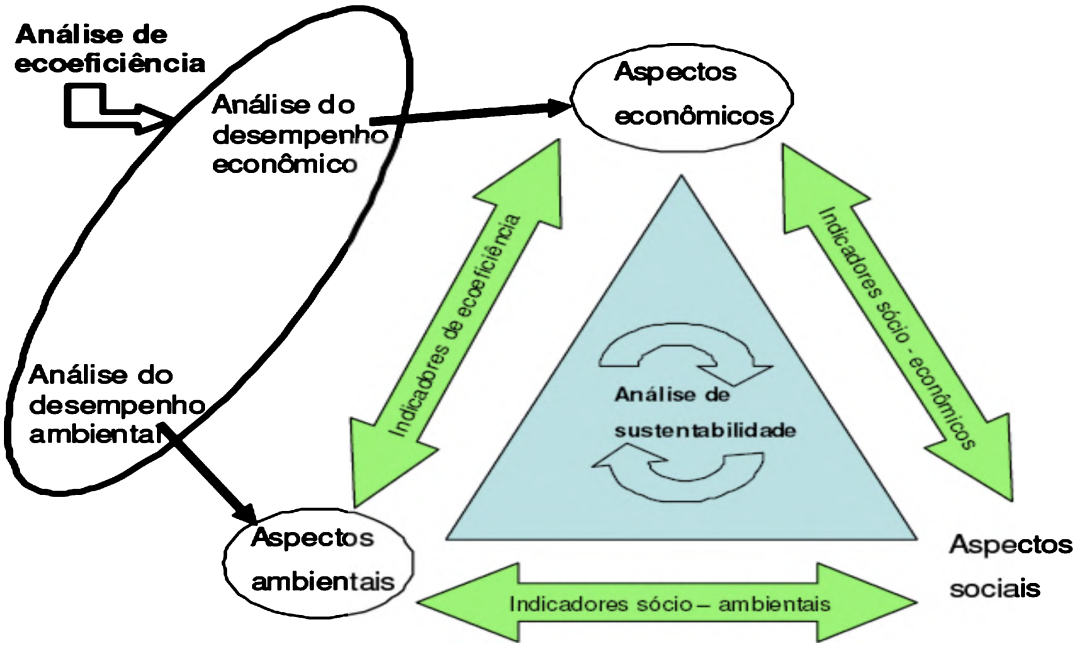
A ecoeficiência abrange os aspectos econômicos em conjunto com os aspectos ambientais, enquanto que a sustentabilidade engloba também os aspectos sociais. A Figura 1 mostra as três vertentes do desenvolvimento sustentável como vértices de um triângulo, no qual é possível notar os diferentes tipos de indicadores e análises existentes.

A ecoeficiência pode ser largamente empregada pelas empresas com diferentes abordagens, buscando sempre resultados que otimizem o desempenho econômico juntamente com a preservação do meio ambiente.

A metodologia de Análise do Ciclo de Vida pode ser uma importante ferramenta na tomada de decisões das indústrias, governos e consumidores em relação às suas atividades impactantes ao ambiente (GONIN, 2012).

Digitized by Google

Figura -1 Diagrama de Análise de Ecoeficiência e Sustentabilidade



Fonte: MARZULLO, 2007.

A Análise do Ciclo de Vida é uma ferramenta ecoeficiente que incentiva as melhorias das organizações com a visão do ciclo de vida, voltada ao processo e à melhoria do produto ou a um novo produto que inclua também serviços, bem como a substituição do modelo de negócio e as formas de gestão dessa organização. Tornando-se muito conhecida como uma metodologia analítica que avalia os impactos ambientais quantitativos e qualitativos de um produto, assim como todo o processo ao longo do seu ciclo de vida, as fases da ACV são norteadas pela norma ISO 14.040 e 14.044.

O grande diferencial dessa abordagem está na visão sistêmica que inclui todas as etapas do ciclo de vida de um produto, desde a extração da matéria-prima, envolvendo toda a cadeia de fornecedores para o beneficiamento desse material, toda a produção, a manufatura desse produto que inclui rede de transporte, distribuição, até chegar ao cliente final. O que leva a ACV a ser conhecida também como Balanço Ecológico e análise "Berço ao Túmulo", por estar presente em todas as decisões da organização, relacionando-a com todos os grupos de interesse que fazem parte desse ciclo de vida.

Segundo Curran (1996, *apud* GONIN, 2012), é possível conceituar Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) como uma técnica capaz de avaliar o desempenho ambiental

Digitized by Google

de um produto ao longo de todo o seu ciclo de vida. Tal avaliação se conduz tanto por meio da identificação de todas as interações ocorridas entre o ciclo de vida de um produto e o meio ambiente, como pela avaliação dos impactos ambientais potencialmente associados a essas interações.

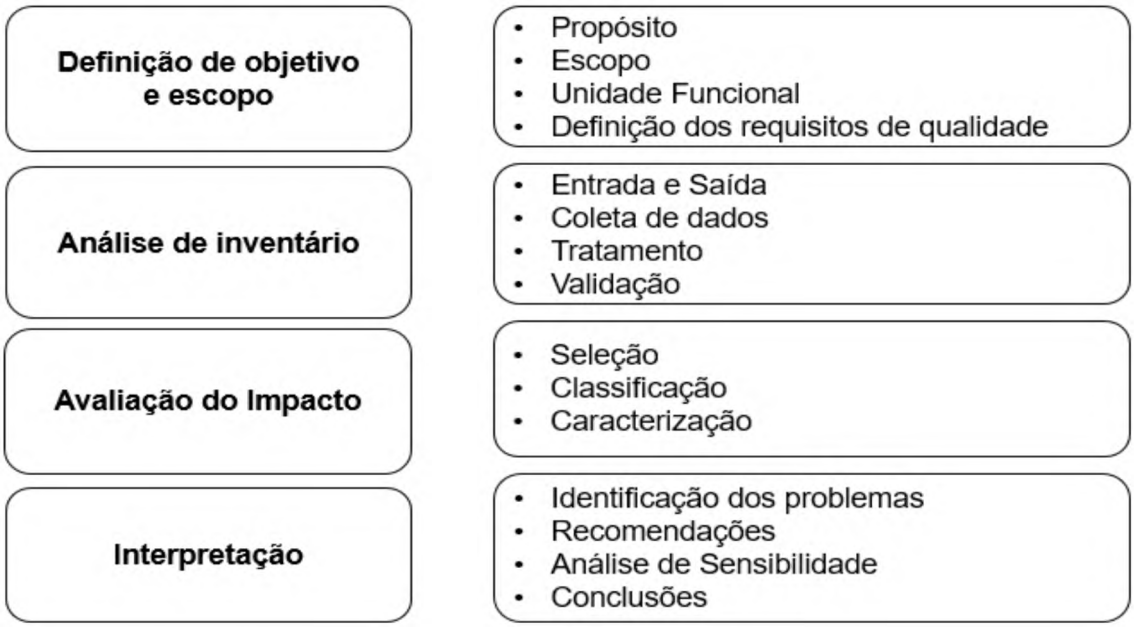
Portanto, as decisões gerenciais quanto à melhoria de processo e produtos devem ser baseadas e solucionadas dentro desse arcabouço técnico, metodológico e conceitual do ciclo de vida, em que o gestor, por meio desta ferramenta, compila e avalia todas as entradas e saídas dos fluxos de matérias e energia durante o ciclo de vida do produto, identificando quais os impactos ambientais em cada uma dessas etapas, quais fluxos de massa e energia que entram e saem dessas etapas da ACV e que depois de avaliados quantitativamente, tomam-se as decisões, uma vez que são identificados os impactos ambientais e as ineficiências associadas a esse produto.

O diagrama da Figura 2 mostra a estrutura formal das quatro fases da ACV, elencando o conteúdo aplicado em cada categoria, sendo possível identificar em cada etapa a dinâmica e o funcionamento dessa ferramenta, bem como os víeis de oportunidades e melhorias no aspecto ambiental ao qual está inserido o estudo da ACV, que vai desde a fase em que se define quando iniciar e parar o estudo, o que incluir e o que excluir durante todo o processo de produção, gerenciando todo o ciclo, o que envolve última etapa da ACV, a fase de interpretação que é também a fase de verificação.

As conclusões relacionadas ao objetivo em que as etapas do inventario de avaliação trouxeram e quais as recomendações para o processo de desenvolvimento do produto. essa nova visão do ciclo de vida do produto e dos impactos ambientais relacionados a ele podem subsidiar um processo de inovação que proponha reduzir ou eliminar esses impactos ambientais identificados durante esse ciclo de vida.

Digitized by Google

Figura 2 - Fluxo da ACV



Fonte:14040 e ISO 14044.

Deste modo, é possível compreender a importância dessa ferramenta em todos os processos que envolvam gestores engajados em promover as organizações, capacitando e sensibilizando os funcionários a participar da formação estrutural da empresa respeitando os princípios básicos da Gestão Ambiental.

2.3 Atividade Hospitalar e os Impactos Ambientais

Em 1972 quando a OMS expôs para o mundo a lista dos problemas ambientais que viriam a afetar o mundo como consequência da relação entre o homem e o meio ambiente, reforçava-se ali a temática da sustentabilidade, para suprir as exigências do elevado crescimento populacional.

A frase “satisfazer as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazer as suas próprias necessidades” dita quinze anos depois, na Comissão Brundtland, revela que as questões ambientais ainda estavam distantes da rotina das pessoas, das empresas, instituições e ou organizações. Embora já houvesse legislações e normas ambientais, era necessário reformular, criar, regulamentar, punir, credenciar e até criar modelos de mediação e melhorias de forma que cada instituição venha a se adequar às normas ambientais sem prejuízo econômico e social.

Digitized by Google

As normativas que envolvem o sistema da saúde evoluíram muito nos últimos tempos quando pensamos em todo conjunto que envolve a atividade hospitalar. Tanto é, que vem surgindo novas normativas ambientais especificas para o setor hospitalar, dando mais amparo para essa instituição que além de ser muito ampla e complexa, pode ser também responsável por grandes impactos ambientais devido ao seu consumo diário de água e energia, com um detalhe fundamental que é a sua funcionalidade ininterrupta durante os 365 dias do ano.

Em 1957, a Organização Mundial da Saúde (OMS) estabelece o papel do Hospital no Sistema de Saúde, em seu relatório de nº 122, definindo essa instituição como:

> Parte integrante de uma organização médica e social, cuja função básica consiste em proporcionar à população assistência médico-sanitária completa, tanto curativa como preventiva, sob quaisquer regimes de atendimento, inclusive domiciliar e cujos serviços externos irradiam até o âmbito familiar, constituindo-se também em centro de educação, capacitação de recursos humanos e de pesquisas em saúde, bem como de encaminhamentos de pacientes, cabendo-lhes supervisionar e orientar os estabelecimentos de saúde a ele vinculados tecnicamente. Assim o hospital é também um centro de investigação biopsicossocial (BRASIL, 1957).

Segundo Tancredi (2002), por muito tempo o conceito de saúde esteve restrito como, basicamente, a ausência de saúde. Nessas circunstâncias, as instituições estariam muito mais preocupadas em exercer sua função com base na qualidade do atendimento imediatista e maior número de pacientes atendidos, tal como o número de procedimentos realizados, almejando o retorno financeiro para a instituição.

Hoje o conceito de saúde é bem mais amplo, a atividade hospitalar vem ocupando pautas de discussão em Congressos Nacionais e Internacionais sobre a importância das estratégias de gestão ambiental nas organizações, alertando sobre as normativas e a necessidade de adequação enquanto racionalização de recursos cruciais para setor hospitalar na execução de suas atividades diárias em relação ao consumo de energia elétrica e da água, assim como providência sobre a geração de resíduos sólidos e efluentes líquidos, mais conhecidos como resíduos infectantes.

De acordo com Azevedo (1993), o hospital é uma das organizações mais complexas da sociedade e talvez por isso enfrente os maiores desafios para desenvolver suas atividades, começando pela equipe multidisciplinar com elevado grau de autonomia em cada especialidade, em cada departamento, em cada setor e todo o conjunto que envolva o funcionamento da instituição.

Digitized by Google

Dentro de um hospital existem diversos atores e empresas trabalhando em conjunto no mesmo espaço como, por exemplo, saúde pública, saúde privada, plano de saúde, empresas da área diagnostica, profissionais liberais, indústria farmacêutica, empresas de coleta ou seja tudo que é necessário para que essa Instituição possa funcionar de forma adequada e prestar um serviço de qualidade. Essa situação conduz, na maioria das vezes, a grandes dificuldades na definição de um guia estratégico e consequentemente de gestão.

Em seu trabalho sobre Avaliação de Desempenho de gestão para hospitais secundários no setor público brasileiro, Oliveira (2009) lista, através de revisão bibliográfica, (Azevedo, 1993; Díaz, 2003; Gonçalves, 1983; Darr, 1997 *apud* Zoboli, 2004) algumas características singulares que explicam a complexidade do setor hospitalar quanto à sua constituição formal e operacional (Ver Tabela 1).

Tabela 1 - Características Singulares da Complexidade no Setor Hospitalar

Item	Característica
I	A individualidade e a personalização que caracterizam seus serviços de atenção à saúde;
II	A baixa importância econômica de suas atividades em relação ao valor social e humanitário que ele produz;
III	A dependência às necessidades e às demandas da comunidade, além de ser, potencialmente, um fator indutor delas;
IV	A vulnerabilidade em relação às situações de emergência;
V	A natureza de seu processo de produção, que se constitui de pessoas cuidando de pessoas;
VI	A dificuldade da autoridade do gestor pela inexistência de uma única linha de comando;
VII	A operacionalidade baseada na coordenação dos esforços e atividades dos diferentes grupos de profissionais especializados e interdependentes, consequência do fato de ser uma organização formal e, em certa medida, burocrática;
VIII	A demonstração de sua eficiência por meio do benefício social; e,
IX	A constante incorporação de tecnologia, o que aumenta sua credibilidade perante a sociedade;
X	A gerência que acontece por transferência de risco, tornando-se por isso indispensável o planejamento participativo;
XI	O principal insumo que é quem vai receber o serviço, exigindo o respeito à sua autonomia, devendo-se diminuir seu tempo de intervenção; e por último;
XII	Os pacientes que não pagam, deixando de existir um controle direto do consumidor, nos casos das organizações públicas.

Fonte: OLIVEIRA, 2009.

Para Zoboli (2004), chega a ser questionável se instituição hospitalar poderia ser vista como uma empresa em virtude da sua estrutura possuir diferentes tipos de

Digitized by Google

profissionais e inúmeros serviços interacionados, tecnologia de última geração, sem contar a burocracia que envolve qualquer atividade dentro dele que, independente se ser público ou privado, a legislação é a mesma.

Ainda que existam normatizações especificas para o setor hospitalar, as condicionantes para o seu funcionamento envolvem ligações internas e externas, público e privado, fazendo com que a sua gestão agregue ferramentas ecoeficientes e conhecimentos específicos para lidar com a peculiaridade do hospital. Por mais complexa que seja a atividade hospitalar, compete ao gestor da organização envolver todo o corpo da instituição em trabalhar diariamente com as ferramentas que possa oferecer maior economia e menor impacto ao meio ambiente, uma preocupação que precisa estar descrita na missão da empresa, da instituição, da organização através de pessoas comprometidas com a ecoeficiência.

A gestão hospitalar é uma ferramenta e uma especialização profissional que exige um conhecimento abrangente sobre a organização e no gerenciamento de hospitais públicos ou privados, e de clínicas médicas, laboratórios de análises clínicas, *spas* ou casas de repouso. A formação exige que este profissional seja capaz de gerenciar de forma eficiente a complexidade exigida pelas instituições de saúde, adquirindo autonomia no processo de aquisição e disseminação do conhecimento, para assim ser um agente apto a resolver questões internas e externas da organização e suas relações humanas, sociais e tecnológicas.

A definição é bastante clara para entender que independente da atividade que a empresa ou a organização venha oferecer para a sociedade, deve estar presente os princípios básicos dos Sistemas de Gestão Ambiental (SGA) com o objetivo de auxiliar o gestor. O que muda, segundo o autor Díaz (2003), é a forma como o gestor irá conduzir essa metodologia, construindo consenso em todos os níveis gerenciais, com objetivos, metas e tomadas de decisões é preciso humanizar essa participação.

> Gerenciar um hospital supõe planejar, dirigir, coordenar, motivar as pessoas, controlar o que se faz para conseguir as finalidades da instituição. As características das complexidades da organização hospitalar impõem estilos de condução participativa (DÍAZ, 2003 *apud* OLIVEIRA, 2009, p. 49).

Ainda segundo o autor, esse compartilhamento das responsabilidades permitirá o desenvolvimento porque através dessa concepção sistêmica toda equipe de trabalho estará motivada a vencer os desafios e atingir as metas. Ele propõe a busca pela melhoria através de acordos participativos dessa equipe para que ele

Digitized by Google

consiga atuar no que o autor considera serem os sete campos de ação do administrador hospitalar, que são: a) relacionar o hospital com o entorno político, setorial e social; b) construir os objetivos em médio prazo; c) melhorar os aspectos produtivos (gestão por processo); d) melhorar a gestão cotidiana; e) conter o aumento dos gastos; f) racionalizar os custos; g) melhorar a capacidade técnica e o clima organizacional.

A necessidade de profissionais habilitados é uma queixa constante em todos os ramos profissionais, ainda que a pessoa tenha uma formação, é de extrema importância que o gestor busque aprimorar seus conhecimentos frequentemente.

Hoje se fala muito em perfil profissional ou habilidade especifica na busca por profissionais que possuem conhecimentos teórico-práticos de Administração Geral e, especificamente, de Administração Hospitalar. Muitos trabalhos desenvolvidos na área hospitalar chegam sempre à mesma conclusão de que a gestão hospitalar é falha. E essa falha se dá principalmente na falta de conhecimento do gestor, porque a instituição precisa e exige conhecimento na área econômica, social e ambiental para conseguir desenvolver com eficiência todos os processos dessa grande, importante e tão complexa instituição.

Para alcançar bons resultados, o gestor precisa estar preparado para comunicar, motivar e desenvolver toda a equipe que esteja inserida de alguma forma na organização. Todos os dias é necessário que o gestor tome diversas decisões para o bom funcionamento da organização para que a mesma possa alcançar sua visão. É de fundamental importância que o gestor comunique muito bem quais são os valores da empresa, a missão e a visão da instituição para que assim, todos trabalhem direcionados aos objetivos e propósitos da empresa.

Segundo Díaz (2002), para diminuir essa lacuna entre gestores e profissionais, é necessário implementar três ações básicas como pode ser visto na Tabela 2.

Digitized by Google

Tabela 2 - Ações Básicas para o Gestor

Ações Básicas	Definição
Melhorar a formação e o aperfeiçoamento dos gestores	Os investimentos na formação e aperfeiçoamento não devem focar somente nas aquisições de conhecimentos e habilidades, mas gerar e compartilhar dúvidas, visões, compromissos frente aos agentes sanitários e à sociedade, dividindo não apenas os problemas de seu meio e de seus usuários, mas também o conhecimento da complexidade dos paradigmas envolvidos no processo de melhorias;
Modificar o sistema financeiro insuficiente e de caráter histórico	Antes de definir os gastos a serem realizados com a saúde por meio de análises econômicas e de mercados, deve-se, primeiramente, analisar quanto será necessário para atender as necessidades existentes e, somente a partir daí definir como resolvê-las; e,
Transformar o esquema contratual	Este último item envolve desde o compromisso de gestão assumido pela empresa até o gerenciamento do fator humano, que envolve os profissionais atuantes, os demais funcionários, como também o cidadão que se dirige à instituição para suprir alguma necessidade relacionada à área fim.

Fonte: (DÍAZ, 2002 *apud* OLIVEIRA, 2009, p. 53).

A gestão hospitalar exige o conhecimento da estrutura organizacional e as relações internas e externas do estabelecimento de trabalho, precisa se atualizar sempre, porque a área da saúde sempre apresenta um equipamento novo, um procedimento novo, doenças cada vez mais complexas, mudanças na legislação, liderar setores diversificados, conhecer e atender as normativas da legislação quanto ao consumo da água, energia e tratamento dos resíduos, ou seja, conhecimentos específicos atrelados à visão panorâmica do que trará benéficos para saúde humana e do planeta.

2.4 Indicadores de Ecoeficiência, Proposta e Sugestões para o HGP

Os indicadores da ecoeficiência constituem ferramentas essenciais para que as atividades hospitalares possam conciliar maior eficiência econômica e menor impacto ambiental. Os mesmos vêm sendo progressivamente incorporados pelas organizações, na medida em que os lideres (gestores) tomam consciência de que o comportamento ecoeficiente, além de reduzir o impacto nas atividades empresariais quanto ao meio ambiente, aumenta a rentabilidade de suas empresas. A utilização destes indicadores é considerada medida necessária para conferir transparência aos negócios das empresas assim como avaliar o risco ambiental. Essa linguagem está relacionada com o conceito de ‘’Fazer mais utilizando menos”.

Digitized by Google

Para Toledo e Demajorovic (2006), ainda existe uma grande carência de estudos e indicadores próprios para a rede hospitalar, mesmo sendo instituições geradoras de impactos ambientais, ao executar atividades que demandam o consumo de muita água e energia elétrica e ao mesmo tempo gerar grande quantidade de resíduos:

> Essas organizações operam 24 horas por dia, 365 dias no ano, possuem Equipamentos diversos para a produção de alimentos, consomem óleo combustível para a geração de energia e demandam também uma variedade de outros recursos comuns em quantidades consideráveis, incluindo borracha, plásticos e produtos do papel. Nesse contexto, os hospitais executam funções muitas vezes semelhantes àquelas encontradas na indústria, tais como lavanderia, transporte, limpeza, alimentação, processamento fotográfico, entre outras. Porém, de forma distinta de outras atividades, seja industrial ou de serviços, os hospitais consomem grande quantidade de produtos médicos descartáveis, que são usados para impedir a transmissão das doenças para seus médicos, pacientes e funcionários (Toledo e Demajorovic, 2006, p.6).

O Guia de ecoeficiência para hospitais aponta as particularidades em relação ao grande consumo de energia e água e ao apontar essa gama diversificada tanto de consumo quanto de geração de resíduos, reforça a necessidade de estudos que envolvam toda a instituição através do gerenciamento ambiental para dentro do complexo hospitalar. Mesmo com a existência de leis (CONAMA), resoluções (RSS da ANVISA) e normas (ABNT – ISO), o processo quanto às aplicações das leis ambientais ainda encontra resistência principalmente no setor hospitalar. No entanto essas mesmas ferramentas oferecem um leque de instruções para que venham a direcionar o gestor a desenvolver o setor hospitalar com base nas estratégias de ecoeficiência por meio de indicadores de desempenho ambiental. Sendo as seguintes propostas de Indicadores a serem desenvolvidos no HGP:

a) Proposta do indicador de ecoeficiência de água
b) Proposta do indicador de ecoeficiência de energia
c) Proposta do indicador de ecoeficiência de Resíduos infectantes
d) Proposta do indicador de gestão

a) Exemplo do Indicador de Ecoeficiência para Água

O desperdício da água passou a ser uma das grandes preocupações mundiais nos últimos tempos, manifestando a necessidade de crescentes alterações nos hábitos e práticas da sociedade para manter esse recurso finito, porém indispensável

Digitized by Google

para a manutenção da vida humana. As políticas voltadas para o uso ecoeficiente da água são fundamentais e necessárias em todos os setores, no entanto ainda existem setores carentes de ferramentas que auxiliem quanto ao consumo da água como, por exemplo, o setor hospitalar. O Quadro 1 apresenta dois exemplos de indicadores ecoeficientes para o consumo da água que pode ser adotado nos hospitais de forma continua.

Quadro 1- Exemplos de Indicadores da Ecoeficiência para Consumo da Água

Indicador	Consumo da Água propostos pelo WBCSD.
Segundo o Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável / *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD) é possível desenvolver indicadores para o consumo da água através de aplicação genérica de influência ambiental usando a unidade de Metros cúbicos, soma da quantidade de água de abastecimento, comprada às entidades públicas ou provenientes de águas superficiais ou do solo (incluindo água de arrefecimento).	
Benefícios	✓ Potencial de dados e controle como; relatórios de produção e relatórios de custos. ✓ Redução de custos e consumo da água. ✓ Identifica oportunidade para melhorar o desempenho ambiental e econômico.
Indicador	Consumo da água - propostas da GRI
Global ReportingInitiative- Iniciativa Global para Relatório (GRI) é uma organização não-governamental internacional, que difunde as diretrizes para a construção de relatórios de sustentabilidade em vários países. O GRI possui um leque extenso de indicadores de desempenho voltados para questões sociais, ambientais e econômicas.	
Elementos chaves	Como indicador de desempenho para o consumo da água, ela abraça todas as dimensões da sustentabilidade, demonstrando em valores monetários e em valores absolutos de quantidade ou consumo, considerando também as iniciativas de gerenciamento ambiental, os impactos significativos relacionados ao setor da atividade e as respectivas ações de minimização. Através dele é possível obter o Total de captações de água segmentadas por fonte; Fontes hídricas significativamente afetadas por retirada de água; Percentagem e volume total de água reciclada ou reutilizada.
Resultados	✓ Minimizar os impactos ao meio ambiente decorrente das práticas organizacionais; ✓ Redução do consumo; ✓ Redução nos custos.
Fonte: Fonseca (2012, p. 18 - 25)	

Existem estudos que indicam o reuso da água, assim como já tem hospitais que realizam o tratamento dessa água de forma bastante eficiente, exemplo disso é o Hospital das clínicas em Brasília, ao reaproveitar a água da lavanderia. No entanto, o processo de adequação ao uso ecoeficiente precisa seguir alguns parâmetros que precisam ser analisados cuidadosamente devido ao risco de contaminação. Setores

Digitized by Google

como, por exemplo, alas de isolamento, ou ainda, controle de infecções muito graves, e muitas instituições alegam carência quanto a estrutura física e principalmente financeira para adotar tais projetos.

b) Exemplo do Indicador de Ecoeficiência para Energia

Assim como a água, a energia elétrica é algo presente em todos os setores de uma empresa, organização e/ou instituição. Fato é que, em todos os ambientes, existem equipamentos em funcionamento pôr meio da energia elétrica.

O setor hospitalar é um grande consumidor de energia, primeiro por ser uma unidade em atividade constante e contínua durante os 365 dias do ano e segundo, por utilizar muitos equipamentos movidos a energia elétrica. O Quadro 2 apresenta algumas das inúmeras vantagens de Ecoeficiência para este setor quanto ao uso desse bem crucial na gama da atividade hospitalar.

Quadro 2- Exemplos de Indicadores da Ecoeficiência para Uso da Energia Elétrica

Indicador	Energia elétrica consumida proposto pelo WBCSD.
Soma total da energia consumida (igual à compra de energia menos a energia vendida para utilização de outrem), incluindo: eletricidade e aquecimento, combustíveis fósseis (ex. gás natural, petróleo e carvão), outras energias derivadas de combustíveis para combustão (ex. biomassa, madeira e resíduos), energias derivadas de não-combustíveis (ex. solar e eólica).	
Fórmula	Multiplicador de joule (ou de watt/hora)
Resultados	✓ Registros de compra; ✓ Relatório para o balanço energético da organização; ✓ Inventários da utilização de combustíveis; ✓ Relatórios de gestão; ✓ Possíveis resultados de Impacto Ambiental no Uso
Indicador	Consumo da energia - Propostas da GRI
Global ReportingInitiative- Iniciativa Global para Relatório (GRI), pode criar e desenvolver indicadores em vários aspectos, dentro de dimensões da sustentabilidade: econômica, ambiental e social.	
Resultados	É possível obter dados referentes ao Consumo direto de energia por fonte primária; Consumo indireto de energia por fonte primária; Energia poupada devido a melhorias de eficiência e conservação; Iniciativas para a promoção de produtos e serviços com a utilização de energias renováveis; Iniciativas para reduzir o consumo indireto de energia e reduções registradas.
Fonte: Fonseca (2012, p. 18 - 25)	

Digitized by Google

Conforme os exemplos apresentados no quadro 2, tais atitudes são essenciais e necessárias, tanto que existem ferramentas adequadas e que trazem vantagens para direcionar a instituição em reduzir o consumo da energia elétrica de forma bastante ecoeficiente. Além das políticas de gerenciamento e boa conduta, existem muitos indicadores de desempenho ambiental desenvolvidos para beneficiar o meio social, econômico e ambiental.

c) Exemplos do Indicador de Ecoeficiência para Resíduos Infectante

A especificidade dos resíduos hospitalares exige uma prioridade na gestão e gerenciamento deste lixo devido a sua peculiaridade em relação ao perigo que oferece tanto ao meio ambiente quanto aos funcionários dessas unidades. Tendo em vista a sua particularidade, foram desenvolvidas políticas púbicas e legislações com o objetivo de orientar o gestor na tomada das decisões quanto ao tratamento do lixo hospitalar que exige cuidados e tratamentos específicos, que vão desde a não geração à redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada conforme dita a lei 12.305/10.

Quanto ao histórico de trabalhos com proposta de indicadores de ecoeficiência para os resíduos hospitalares, percebe-se que são poucas as propostas apresentadas, porem a legislação quanto à forma em que deve ser tratados e gerenciados esses resíduos, é esclarecedora como, por exemplo, o Plano de Gerenciamento de Resíduos dos Serviços de Saúde (PGRSS), advindo da Resolução do CONAMA nº 6, de 19/09/1991.

> Importância de um gerenciamento adequado dos Resíduos dos Serviços de Saúde se faz necessária, considerando-se o fato de que o pagamento do tratamento é de responsabilidade do Órgão Gestor de Saúde do Estado do Tocantins, deste 01 de abril de 2014, colocando esta atividade como componente dos custos para o hospital. Porém, apesar de ter um plano de gerenciamento de resíduo, este parece não estar sendo cumprido adequadamente (BASTOS, 2016, p.17).

O gerenciamento ecoeficiente de resíduos hospitalares pode promover diversos benefícios, além de ser extremamente necessário, é obrigatório por lei que qualquer estabelecimento de saúde, não só apresente um plano de gerenciamento de resíduo, mas descrimine o processo para coleta, transporte e destinação final para tais resíduos.

O Quadro 3 mostra o exemplo de três indicadores que podem ser adotados pelo HGP no processo de gerenciamento dos resíduos infectantes.

Digitized by Google

Quadro -3 - Exemplos de Indicadores da Ecoeficiência para Resíduos Infectantes

Indicador	**SICOGEA - Sistema Contábil Gerencial Ambiental**
Desenvolvido por Pfitscher (2004) é um sistema de gestão, aliado a contabilidade e controladoria com o objetivo de auxiliar no gerenciamento do controle interno da organização. Em 2012 este estudo foi aplicado em dois hospitais públicos de Florianópolis e pode ser consultado através da biografia: RIBEIRO *et al.*, v (8)	
Benefícios	De acordo com Pftscher (2009) o SICOGEA proporciona ao gestor, verificar a sustentabilidade ambiental do hospital e ao mesmo tempo gera informações uteis para tomada de decisões nas quanto às questões ambientais, sociais, políticas e econômicas.
Resíduos	O parâmetro para avaliação do desempenho segundo o SCOGEA, quando aplicado na organização deve observar os seguintes resultados: ✓ Quando apresentar resultado inferior a 50% significa que o desempenho ambiental e deficitário, ou seja, o hospital está causando danos ao meio ambiente. ✓ Resultados entre 51% e 70%, estão na condição de regular, significa que o hospital atende somente a legislação. ✓ Resultado maior que 71%, o hospital apresenta alta valorização ambiental com práticas ecológicas e prevenção.
Fonte	RIBEIRO *et al* (2012, p. 1-18)
Indicador/ /Ferramenta	**Estimativas de custos dos resíduos sólidos do HGP.**
Desenvolvido por Bastos (2016), está analise buscou mensurar a variação dos custos com o tratamento dos resíduos sólidos infectantes do Hospital Geral de Palmas com base no PGRSS.	
Elementos chaves	Para mensurar os custos, Bastos (2016) utilizou como base para os cálculos o valor cobrado por cada quilo de resíduos infectantes gerados através da fórmula: Ve = Vo – Vs. Ve = Volume excedente após segregação adequada. Vo = Volume original (segregação proveniente das unidades). Vs = Volume segregado (segregação após avaliação de acordo com os critérios estabelecidos na normativa).
Resultados	✓ Através dessa análise foi possível mensurar os custos e gastos que o HGP tem durante o processo de gerenciamento dos resíduos; ✓ Estimativas de valor dos resíduos por leitos; ✓ Como diagnostico, o trabalho aponta falhas do hospital quanto às normas e políticas de adequação ao gerenciamento dos resíduos infectantes. Caso o PGRSS fosse aplicado corretamente traria benéficos ambientais e econômicos a toda rede que o envolve.
Fonte	Bastos (2016, p. 38 – 76)

As propostas para obtenção de um sistema de gerenciamento de resíduos ecoeficientes reforça a ideia da necessidade de se estabelecer estratégias voltadas para desenvolvimento do hospital, ao oferecer ferramentas que traga econômica para instituição, ao mesmo tempo segurança para funcionários e pacientes.

d) Exemplo do Indicador de Ecoeficiência para Gestão

Digitized by Google

O gestor hospitalar precisa ter como ferramenta imprescindível sistema adequado de custos possibilite que o mesmo tenha uma visão de como está a *performance* das diversas unidades que prestam serviços para a instituição. Isso tudo pautado em um sistema contábil para que o gestor possa ter informações precisas e ao mesmo tempo construir indicadores operacionais, táticos e estratégicos para que o mesmo tenha percepção de ajustes ou melhorias que precisa realizar.

> A ecoeficiência preconiza a valorização do fator humano e destaca a importância de formar profissionais com uma visão mais ampla sobre as questões ambientais da atualidade, despertando seu interesse e estimulando sua participação nos programas de qualidade ambiental das unidades de saúde. Além das questões ambientais, o conhecimento sobre os custos associados ao uso de materiais e insumos e ao seu tratamento após uso pode despertar uma maior conscientização, diminuindo o seu uso inadequado ou descontrolado. A expectativa é que profissionais de todos os níveis, conscientes de sua importância, sejam mais participativos e se tornem peças fundamentais no sucesso dos programas relacionados às demandas legais e de qualidade que estejam ocorrendo em suas empresas (SISINNO & MOREIRA, 2005, p.2).

No momento, em que as empresas tomam consciência das causas e consequências durante a execução de suas atividades, compete à mesma promover as mudanças que possa controlar e reduzir os impactos ambientais. Isso é possível por meio de um sistema adequado de gestão ambiental que permitirá reutilizar sua matéria-prima e evitar o desperdício, diminuir o consumo de água e energia, adotar sistema de reciclagem que diminui o descarte inadequado de resíduos e transmitir a importância da sustentabilidade aos seus colaboradores. Como retorno, a qualidade dos produtos, serviços e processos aumentam, e ela consegue reduzir seus custos.

Quando a organização tem um profissional capacitado para administrar o fator humano, o resultado reflete nas atividades executadas diariamente e sistematicamente no desenvolvimento de toda a estrutura da organização. O Quadro 4 apresenta dois sistemas de gerenciamento sobre os aspectos dos impactos ambientais.

O grande desafio do gestor hospitalar exige que o mesmo tenha em mãos indicadores que o auxilie e o permita acompanhar todos os departamentos da instituição, talvez o setor hospitalar não tenha tantos estudos com indicadores específicos para a gestão hospitalar, mas essa profissão permite que se busque o desenvolvimento por setor e assim atingir todo o complexo.

Digitized by Google

Quadro 4 -Exemplos de Indicadores da Ecoeficiência para o Gestor

Indicador	**SICOGEA - Sistema Contábil Gerencial Ambiental**
Benefícios	De acordo com Pftscher (2009) o SICOGEA proporciona ao gestor, verificar a sustentabilidade ambiental do hospital e ao mesmo tempo gera informações uteis para tomada de decisões nas quanto as questões ambientais, sociais, políticas e econômicas.
Resultados	O parâmetro para avaliação do desempenho segundo o SICOGEA, quando aplicado na organização deve observar os seguintes resultados: ✓ Quando apresentar resultado inferior a 50% significa que o desempenho ambiental e deficitário, ou seja, o hospital está causando danos ao meio ambiente. ✓ Resultados entre 51% e 70%, estão na condição de regular, significa que o hospital atende somente a legislação. ✓ Resultado maior que 71%, o hospital apresenta alta valorização ambiental com práticas ecológicas e prevenção.
Fonte	Pfistcher, 2006, p. 1-18
Indicador /Ferramenta	**GAIA - Gerenciamento de Aspectos e Impactos Ambientais**
O método Gaia para auxiliar os gestores nas tomadas de decisão. Esse método tem como finalidade assessorar os gestores das empresas, mostrando os impactos ambientais que suas decisões possam estar causando e mostrando algumas alternativas para a melhoria do desempenho ambienta	
Elementos chaves	Este método é aplicado sobre três fases: ✓ Sensibilização - avaliar a sustentabilidade do negócio, quanto ao nível de desempenho e atendimento a legislação. ✓ Conscientização – o mapeamento da cadeia de produção e consumo, o macro fluxo do processo, os estudos de entradas e saídas dos processos e o inventário de aspectos e impactos ambientais. ✓ Capacitação ou qualificação - identificação de oportunidades de melhoria, estudo da viabilidade técnica, econômica e ambiental e o planejamento.
Resultados	✓ Conhecimento do nível atual do desempenho ambiental; ✓ Identificação das etapas do processo Conscientização produtivo da organização-alvo; ✓ Alternativas de soluções para os principais aspectos e impactos; ✓ Solução mais viável sob os pontos de vista técnico, econômico e ambiental; ✓ Visão geral do conjunto do plano de ação.
Fonte	Lerípio (2001); Pfitscher*et al.* 2007

Nesse contexto, pode-se dizer que a ecoeficiência apresenta um leque de indicadores para o gestor hospitalar quando os apresenta por meio do SGA, PGRSS, Normas ISO, Resoluções, Ciclo PDCA, WBCSD, dentre outras ferramentas que visa ajudá-lo nas diversas dimensões que a função de gestor hospitalar exige.

Digitized by Google

3. MATERIAL E MÉTODO

Hospital de referência para o estado do Tocantins, o Hospital Geral de Palmas Dr. Francisco Ayres, foi inaugurado em 2005, substituindo o antigo Hospital Comunitário de Palmas.

De acordo com os dados fornecidos pelo próprio hospital, referente ao ano de 2017, o HGP possui 353 leitos habilitados, distribuídos entre unidade de internação, pronto socorro, unidades de tratamento intensivo e leitos de retaguarda. Com atendimento continuo 24 horas por dia, seu pronto socorro é de porta aberta, sendo considerado hospital de grande porte por contar com especialistas em diversas áreas da medicina. Em 2017, foram atendidos 88.012 pacientes em seus serviços, que compreendem desde a internação ao atendimento ambulatorial e realização de procedimentos.

As fontes de captação dos dados utilizados para a elaboração desta proposta são provenientes de informações via documentos oficiais, disponibilizadas pelo gestor administrativo do Hospital Geral de Palmas e da Secretaria Estadual de Saúde de Palmas.

Para obter-se um indicador que represente o desempenho ambiental do Hospital Geral de Palmas (HGP), utilizou-se dados dos estudos feitos por Toledo e Demajorovic (2006) *apud* Medelin (2001). Os elementos que foram utilizados para comparar com os dados de energia, água e resíduos infectantes do HGP com o objetivo de avaliar seu desempenho ambiental podem ser observados no Quadro 5, em que foram considerados a nível internacional os resultados alcançados dos indicadores selecionados em diferentes países e regiões conforme estudos realizados por Medelín (2001) com base nos indicadores de desempenho ambiental. Podem-se observar as médias em percentuais diários em vários países quanto ao consumo de água, energia e geração de resíduos.

Segundo Toledo e Demajorovic (2006), alguns Hospitais, como por exemplo, Pablo Tobón Uribe e o Hospital Infantil Clínica Noel, ambos instalados na Colômbia, eo Complexo Hospital das Clínicas de São Paulo, entre outros, tomaram algumas iniciativas que indicam a potencialidade da ecoeficiência nessas organizações. Esses hospitais, conforme registrado pelo Centro Nacional de Produção Mais Limpa e Tecnologias Ambientais de Medelin (2001) da Colômbia, e pelo relatório da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (2002) do Brasil,

Digitized by Google

obtiveram, por meio da adoção da ecoeficiência, de ações preventivas e de programas educativos, a redução da geração de resíduos totais e infectantes. Além disso, registraram uma significativa diminuição no consumo de água e energia por paciente atendido. Tais medidas confirmam que é possível conciliar ganhos econômicos e ambientais também no setor hospitalar. Esses cálculos serão efetuados para o estudo de caso desse estudo: Hospital Geral de Palmas

Quadro 5 – Indicadores de Desempenho em Hospitais

INDICADOR	VALOR TÍPICO	PAÍS
Residuos sólidos total (kg/leito/día)	4,8 7,5 0,14 - 3,5 8,46 1,0 - 4,5	Austrália EEUUM. Oriente, Ásia e África EEUU América Latina
Residuos sólidos perigosos (kg/leito/día)	1,5 - 2 1,1 0,01 - 0,2 0,25-1,13	França, Bélgica e Inglaterra EEUU M. Oriente, Ásia e África América Latina
Consumo total de água: (m3/leito/dia)	0,2	Europa Oriental
Consumo de energia elétrica (kwh/leito/día)	6,6 máximo.	Áustria

Fonte: *GuíaSectorial de Producción Mas Limpia: Hospitales, Clínicas y Centros de Salud* (Medelin, 2001, *apud* Toledo e Demajorovic, 2006).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A aplicação dos dados coletados visa mostrar como anda o desempenho ambiental do HGP quanto ao uso da água, energia elétrica e geração dos resíduos infectantes, servindo como base para análise, os resultados do ano de 2017. Esses dados podem ser observados na Tabela 3.

Digitized by Google

Tabela 3 – Dados sobre os Indicadores do HGP

Identificação	Consumo	Valor
Água (M³)	123.540	2.4303.133,75
Energia elétrica (kWh)	6.539.359	3.579.947,27
Resíduos infectantes (kg)	485.913	--

Fonte: Diretoria - Hospital Geral de Palmas (2017).

Os resultados dos cálculos dos indicadores do HGP foram comparados com os dados propostos por MEDELIN (2001), que constam na metodologia, referente aos dados do padrão internacional, mais dados de dois hospitais particulares, cujas informações foram retiradas da literatura consultada sobre o tema e apresentados em seguida como proposta conforme resultados obtidos quanto ao desempenho ambiental aplicado ao ambiente da instituição analisada. Os resultados dos indicadores foram aplicados como:

a) Proposta do indicador de ecoeficiência de água (IA_{HGP})
b) Proposta do indicador de ecoeficiência de energia (IE_{HGP})
c) Proposta do indicador de ecoeficiência de Resíduos infectantes (IRI_{HGP})

a) Indicador de Ecoeficiência da Água com dados de 2017 do HGP

Para obter o indicador que represente o desempenho ambiental do HGP em relação ao consumo da água foi usada a seguinte fórmula.

$$\textbf{Indicador da Água} = \frac{\textbf{Consumo de água } (m^3)\textbf{: Nº total de leitos existentes}}{\textbf{Número de dias}} \qquad \textbf{Equação 4.1}$$

Sendo que:

- Consumo de água (m³): 123.540
- Número de leitos: 353
- Número de dias: 365

Portanto:

$$IA_{HGP} = \frac{123.540 \div 353}{365} = 0,95$$

$$IA_{HGP} = 0,95 \text{ m}^3/\text{leito/dia}$$

Digitized by Google

Aplicando-se a fórmula aos dados, tem-se o resultado de 0,95 m³/leito/dia. Comparando-se aos parâmetros base do Centro Nacional de Producción Más Limpa y Tecnologias Ambientais, conforme o Quadro 5, nota-se que o desempenho do Hospital Geral de Palmas é de baixa performance, pois o número estabelecido pelo Centro de Estudos é de 0,2 m³/leito/dia.

b) Indicador de Ecoeficiência de Energia com dados de 2017 do HGP

Para obter o indicador que represente o desempenho ambiental do HGP em relação ao consumo da energia elétrica foi usada a seguinte fórmula:

$$\textbf{Indicador de Energia} = \frac{\textbf{Consumo de energia (kWh): Nº total de leitos existentes}}{\textbf{Número de dias}} \qquad \textbf{Equação 4.2}$$

Sendo que:

- Consumo de energia (kWh): 6.539.359
- Número de leitos: 353
- Número de dias: 365

Portanto:

$$IE_{HGP} = \frac{6.539.359 \div 353}{365} = 50,75$$

$$IE_{HGP} = 50,75 \text{ kWh/leito/dia}$$

Em relação ao consumo de energia elétrica, obteve-se como resultado um índice de performance de 50,75 kWh/leito/dia.

Com base no Quadro 5, o hospital apresenta um consumo bastante elevado se comparada ao valor máximo determinado pelo padrão internacional que é de 6.6 kWh/leito/dia.

c) Indicador de Ecoeficiência de Resíduos Infectantes com dados de 2017 do HGP

Para obter o indicador que represente o desempenho ambiental do HGP em relação à geração de resíduos infectantes foi usada a seguinte fórmula:

Digitized by Google

$$\textbf{Indicador de Resíduo Infectantes} = \frac{\textbf{Resíduos Infectantes(KG): Nº total de leitos existentes}}{\textbf{Número de dias}} \qquad \textbf{Equação 4.3}$$

Sendo que:

- Resíduos Infectantes (Kg): 485.913
- Número de leitos: 353
- Número de dias: 365

Portanto:

$$IRI_{HGP} = \frac{485.913 \div 353}{365} = 3,77$$

$$IRI_{HGP} = 3,77 \text{ Kg/leito/dia}$$

Em relação aos resíduos infectantes gerados pelo hospital, quando aplicada a fórmula, obteve-se como resultado um índice de desempenho de 3.77Kg/leito/dia. Considerando que o menor valor típico para os resíduos infectantes (Resíduos Sólidos Perigosos) estabelecido pelo Guia Setorial é de 0,01 – 0,2 Kg/leito/dia, enquanto que o valor máximo é até 1,13 kg/leito/dia, e Observando que o Hospital Geral de Palmas gera em média 3,77 quilos ao dia de resíduos infectantes por leito, com base nos resultados obtidos no Quadro 5, o hospital apresenta baixo desempenho ambiental quando se trata da quantidade de resíduos infectantes gerados por dia. O mesmo acontece quando comparado com os resultados obtidos pelos hospitais de países localizados na América Latina em que o valor máximo é de 1,13 kg/leito/dia.

4.1 Comparativos dos resultados obtidos no Hospital Geral de Palmas, em relação às três organizações do ABC (2003) e aos valores internacionais.

Como medida de comparação para avaliar o desempenho ambiental do Hospital Geral de Palmas, por meio do Quadro 6, apresenta-se a análise comparativa de cada um dos indicadores em relação ao padrão internacional. Sendo que, os dados dos hospitais A; B e C aqui apresentados, pertencem ao artigo de Toledo e Demajorovic (2006): "Atividade Hospitalar: Impactos Ambientais e Estratégias de Ecoeficiência", sobre três estudos de caso desenvolvidos em hospitais localizados na região metropolitana de São Paulo no ano de 2006, enquanto que para a medida de

Digitized by Google

comparação da avaliação do desempenho ambiental dos hospitais foram utilizados os indicadores propostos pelo Guía Sectorial de Producción Mas Limpia: Hospitales, Clínicas y Centros de Salud (MEDELIN, 2001), apresentados no Quadro 5.

Quadro 6 – Indicadores de Desempenho por Hospital

Hospitais	1. Água M3/leito/dia (Média Anual)	% em relação ao padrão internacional Água	2. Energia Elétrica kWh/leito/dia (Média Anual)	% em relação ao padrão internacional Energia Elétrica	3. Resíduos Infectantes Kg/leito/dia (Média Anual)	% em relação ao padrão internacional América Latina Resíduos Infectantes
A - Particular	0,5	150	35,83	442,87	1,0	-11,50
B - Particular	0,4	100	21,86	231,21	2,5	121,23
C - Público	0,85	325	16,80	154,54	50,32	4.353
D - HGP	**0,95**	**375**	**50,75**	**668,93**	**3,75**	**231,85**
Padrão Internacional (parâmetro máximo)	0,2		6,6		1,13 (América Latina)	

Fonte: Toledo e Demajorovic (2006) *apud* Guia Sectorial de Producción Mas Limpa. Adaptado.

I) Consumo da Água

Conforme observado no Quadro 6, os dados referentes ao consumo de água retratam percentuais próximos para os hospitais privados (hospital A e B) como também, para os hospitais púbicos (hospital C e D-HGP). Enquanto que os hospitais privados consomem 0,5 m³/leito/dia e 0,4 m³/leito/dia, os hospitais públicos consomem 0,85m³/leito/dia e 0,95m³/leito/dia, respectivamente. O que se destaca em relação aos hospitais particulares é que apesar da melhor eficiência e menores níveis percentuais, quando comparado com os padrões internacionais, fica 150% maior que o mesmo, porém muito inferior aos padrões de gastos dos hospitais públicos. Observa-se que o HGP consome, em percentuais, muito acima do padrão internacional chegando a 375% a mais do que o estabelecido pelo mesmo.

O alto consumo dos dois hospitais públicos pode ser explicado em função das lavanderias, que mesmo sendo terceirizadas, permanecem dentro dos hospitais, consumindo água.

Pôde-se observar que em relação ao padrão internacional da água, todos os hospitais apresentaram baixo desempenho. Seus desempenhos ambientais e econômicos em relação ao consumo diário da água precisam ser revistos.

Digitized by Google

A partir dos dados apresentados, identifica-se a necessidade de aprimorar ações de gestão ambiental nas instituições hospitalares, principalmente o HGP, adotando algumas atitudes que venham a diminuir o consumo da água.

Hoje já existem tecnologias bastante avançadas para a reutilização da água nos setores hospitalares, uma vez que a mesma exige um cuidado diferenciado devido a sua procedência de setores onde o tratamento dessa água é mais delicado, devido ao risco de contaminação.

Diversos projetos já foram desenvolvidos no tratamento da água dos hospitais, em alguns setores já foi possível que o projeto entrasse em vigor por meio da reutilização da água das lavanderias que após o tratamento podem ser usadas em jardins ou sanitários. Outra forma bastante eficiente seria a troca dos equipamentos hídricos, como por exemplo, a adoção de válvulas econômicas, diminuir o volume de descarga substituindo as caixas de descarga, e regular o fluxo de água através da instalação de sistemas economizadores em lavabos, chuveiros, áreas de limpeza e sanitários. Tais ações trarão economia para instituição além de contribuir com o meio ambiente.

II) Consumo da Energia Elétrica

Os dados percentuais (Quadro 6) referentes ao consumo de energia elétrica também apresentaram diferentes desempenhos entre os próprios hospitais analisados. No hospital A o consumo de energia é 63,9% superior ao consumo do hospital B e 113% superior aos dados coletados no hospital C. Porem hospital D consumiu 29,39% a mais que o hospital A e 202,10 % superior ao consumo do C.

Com relação aos indicadores do Padrão Internacional, mais uma vez todos os hospitais demonstraram baixo desempenho, e o HGP foi o que apresentou pior resultado, principalmente porque o hospital C, que também é um hospital público, demonstrou que consome bem menos. Neste caso, os percentuais quanto à performance dos quatros hospitais demonstram baixo desempenho ambiental, pois o valor típico estabelecido pelo *Centro Nacional de Producción Más Limpia Y Tecnologias Ambientales,* é de 6.6 kWh/leito/dia. Logo, ao comparar cada um aos valores internacionais, o hospital A apresentou consumo 443,87% maior que o internacional; o hospital B apresentou 231,21%; o hospital C 154,54% e o hospital D o consumo 668,96% maior que o padrão internacional.

Digitized by Google

Com exceção do hospital C, os demais alegam que esse consumo se deve à quantidade de equipamentos e hotelaria hospitalar. O hospital A conta com um número maior de equipamentos, enquanto que o hospital D, além de possuir muitos equipamentos eletrônicos como máquinas de tomografias e ressonâncias, somente utiliza o gerador próprio durante algum apagão ou falta de energia.

É importante destacar algumas iniciativas que tragam tanto benefício econômico quanto ambiental caso o gestor venha a adotar medidas mais recomendadas e mais significativas, como a substituição de toda iluminação ineficiente da edificação por lâmpadas econômicas; instalar interruptores de tal forma que se possa apagar as luzes de diferentes áreas quando elas não são necessárias; Sistema de climatização eficiente e a utilizando de equipamentos com sistema econômico de energia e também a adoção do gerador de energia em períodos intercalados.

Embora muitos gestores acreditem que a sustentabilidade socioambiental gere mais custos para a instituição, é sabido que tais ações não só são possíveis como também estratégicas, ao combinar os lucros com a sustentabilidade. A busca por novas tecnologias, inovação de produtos e o processo de adequação da instituição envolvendo todo o corpo (interno e externo) trará benefícios econômicos, porque a instituição poderá reduzir os custos e com isso investir em equipamentos que propulsione o bem-estar dos pacientes, dos funcionários, fornecedores e todo o nicho que envolve o andamento da instituição hospitalar, que por fim estará em completo ciclo de desenvolvimento sustentável, pois obterá ganhos econômicos, sociais e ambientais.

II) Geração de Resíduos Infectantes

Em relação aos resíduos infectantes gerados pelas quatro organizações, é possível observar, nos resultados apresentados no Quadro 6, que somente o hospital A apresentou menor resultado do que o estabelecido para a América Latina. Os demais seguem a mesma linha de baixa performance ambiental, enquanto que o Guia Setorial com valores encontrados na América latina estabelece como valor máximo 1,13 Kg/leito/dia, o hospital B gera em termos percentuais 121,23% a mais do que o estabelecido, o D pouco mais que 231% e o C consegue extrapolar, ao gerar 4.353% a mais do que o estabelecido pelo Guia.

Digitized by Google

De acordo com Toledo e Demajorovic, (2006), os hospitais privados possuem controle rigoroso para o tratamento, tanto dos resíduos totais, quanto dos resíduos infectantes, enquanto que o hospital C não possui um sistema de tratamento adequado, devido ao alto custo para implementar o sistema de gerenciamento dos resíduos de saúde.

No caso do HGP, esse fato pode ser explicado pela falta do Programa de Gerenciamento de Resíduos do Serviço de Saúde (PGRSS) no hospital, que ainda está em fase de implementação. Portanto, se o hospital não realiza esse gerenciamento rigorosamente conforme as leis 358/2006 e a RDC 306/2004 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), é praticamente impossível contabilizar a quantidade de lixo produzido por dia. Bastos (2016), em seu trabalho realizado no HGP para avaliar os custos quanto ao processo de gerenciamento dos resíduos sólidos do Hospital, constatou que não há uma separação correta entre o lixo infectante e o lixo comum.

Outra evidência constatada está relacionada às falhas no sistema de coleta dos resíduos, onde ficou evidente que resíduos comuns, não infectantes, acondicionados em sacos pretos, são posteriormente depositados pelos funcionários do serviço de higienização e limpeza, no momento de seu recolhimento, de forma inadequada em sacos brancos, onde deveriam constar apenas resíduos infectantes (Bastos, 2016, p. 44).

Ainda que o hospital consiga contabilizar a quantidade de lixo produzida por dia, não comprova que este lixo seja somente o quantitativo de resíduos infectantes. De fato, os comparativos sobre a quantidade de resíduos comuns não foram aplicados neste trabalho, por serem coletados pelo serviço de coleta de lixo urbano da prefeitura municipal, logo não são pesados. Mais um fator que compromete o resultado da avaliação de desempenho ambiental dos resíduos que o hospital gera. A gerência reconhece a extrema necessidade de implantação do PGRSS no Hospital Geral de Palmas Dr. Francisco Aires, baseado na Resolução CONAMA n.º 358 de 2005 e a RDC da ANVISA n.º 306 de 2004.

Portanto, pode-se concluir que o HPG tem indicadores de água, energia e resíduos infectantes com gastos muito acima do padrão internacional e dos hospitais particulares. A indicação de implantação dos indicadores de ecoeficiência são necessárias para tornar o uso dos recursos mais adequados e, também, ao incluir o indicador de gestão, tornaria o hospital mais eficiente e mais eficaz em relação a

Digitized by Google

sustentabilidade de seus procedimentos internos e externos e economizaria recursos para serem empregados em outras áreas do hospital.

5. Considerações Finais

A ecoeficiência é uma ferramenta capaz de conciliar progresso econômico, a equidade social e ao mesmo tempo preservar o meio ambiente gerando resultados adequados para a sociedade e, também, para o uso de recursos públicos pelos hospitais públicos. Sua funcionalidade atende todas as dimensões da instituição, em todos os setores e todas as regiões, desde que o adote como uma ferramenta de estratégia corporativa.

A sua flexibilidade torna-a útil para todas as empresas em tempos de mudança e implantação do paradigma ambiental nas empresas. Por isso, a ecoeficiência deve fazer parte de todo o corpo da instituição, integrando-a na política e missão, e nos sistemas de gestão ambiental ou sistemas integrados devem, também, ser seguidos objetivos que sejam eco eficientes. Parte dos problemas ambientais pode ser evitada por meio de indicadores de gestão que inclui a educação e conscientização ambiental dos funcionários, fornecedores e dos próprios executivos da empresa.

Neste estudo foi proposta a implantação de quatro indicadores de ecoeficiência para o HGP, sendo um de gestão e os outros referentes ao consumo de água, energia e resíduos sólidos. Estes, ao serem implantados, poderão proporcionar maior eficiência e eficácia do uso dos recursos públicos, podendo economizar e usar estes recursos para outros projetos do hospital, além de colaborar para o uso eficiente e sustentável dos recursos naturais.

Com os dados cedidos pelo HGP conseguiu-se realizar os cálculos de indicadores de desempenho por performance quanto à água, a energia e aos resíduos infectantes para o ano de 2017. Os resultados todos ficaram muito acima do padrão internacional, mostrando que tem muito espaço para implantar o uso adequado da água, a eficiência energética e adequar a questão dos resíduos sólidos.

Durante este estudo mostrou-se a importância das ferramentas de ecoeficiência aplicadas aos hospitais e percebeu-se que é possível os hospitais se adequarem a um padrão ambiental melhor, que traz alocação eficientes dos recursos monetários, ambientais e sociais.

Digitized by Google

6. Referências

Associação Brasileira de Normas técnicas (ABNT) (2001): **Indicadores de desempenho ambiental**. NBR ISO 14031. Rio de Janeiro. Disponível em: http://http://www.abnt.org.br/pesquisas/?searchword=ISO+14031&x=7&y=5. Acesso em: 23/01/2018 às 15:20.

Associação Brasileira de Normas técnicas (ABNT) (2015): **Sistema de gestão ambiental-Requisitos com orientações para uso NBR ISO 14001**.Terceira edição. Rio de Janeiro, 2015.Disponível em: http://http://www.abnt.org.br/pesquisas/?searchword=ISO+14031&x=7&y=5. Acesso em: 23/01/2018 às 15:48.

AZEVEDO, C. S. (1993): **Gerência hospitalar**: a visão dos diretores de hospitais públicos do município do Rio de Janeiro. Dissertação de mestrado. Instituto de Medicina Social, Universidade Federal do Rio Janeiro - Rio de Janeiro, 1993. Disponível em: http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10004757.pdf. Acesso em: 02/03/2018 às 16:00.

BASTOS, A.C.D. (2016): **Variação dos Custos Associados ao processo de gerenciamento dos resíduos sólidos infectantes em um hospital geral.** Dissertação (Mestrado em saúde coletiva, área de concentração de gestão de sistema de saúde) - Universidade Federal da Bahia – Salvador, 2016. Disponível em: http://http://repositorio.ufba.br:8080/ri/bitstream/ri/21675/1/Diss%20Ana%20Claudia%20Bastos.%20MP%202016.pdf.Acesso em: 05/05/2018 às 17:20.

BRASIL (1993) Resolução CONAMA. Resolução RDC No. 05/1993. **Dispõe sobre o gerenciamento de resíduos sólidos gerados nos portos, aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários e estabelecimentos prestadores de serviços de saúde**. Seção 1. Brasília; 1993. Disponível em: https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/HTM-ANTIGOS/5050893.HTM Acesso em: 05/05/2018 às 17:35.

Digitized by Google

CARROLL, A. B. (1991): **The pyramid of corporate social responsibility:** toward the moral management of organizational stakeholders. Business Horizons, (34) 4:39-44, 1991.

Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) (2005): Ministério do Meio Ambiente. **Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. Resolução 358/2005** - DOU 04/05/2005.Disponível em: http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=462. Acesso em: 28/02/2018 às 15:00.

DÍAZ, C. A. (2002): ***Desafios de laGestiónHospitalana.*** *Maestria de Economia y Gestion de Serviços de Salud*. ISALUD, 2002: Disponível em : http://www.gespublica.gov.br/sites/default/files/documentos/dissertacao_mpppp_kataoka.pdf. Acesso em 13/04/2018 as 04:40.

FONSECA, L. S. C. (2012): **Construção de Indicadores de Ecoeficiência para Propriedades Rurais.** Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Tocantins – Palmas, 2012. 143p.

GONIN, Marcel de Campos (2012): **Abordagem de Ciclo de Vida na Avaliação de Impactos Ambientais no Processamento Primário Offshore** / Marcel Gonin de Campos – Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica, 2012. Disponível em: http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10004757.pdf. Acesso em: 23/01/2018 às 18:10.

LEAL, C. E. (2009): **A era das organizações sustentáveis.** Revista Eletrônica Novo Enfoque da Universidade Castelo Branco, Rio de Janeiro, v. 8, n. 8, jun. 2009. Disponível em: <http://www.castelobranco.br/sistema/novoenfoque>. Acesso em: 04 abr. 2018.Disponível em: <http://www.castelobranco.br/sistema/novoenfoque>. Acesso em: 04/04/2018 às 04:20.

LERIPIO A. A. (2001): **GAIA - Um Método de Gerenciamento de Aspectos e Impactos Ambientais.** Tese Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001. Disponível em:

Digitized by Google

https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/81704. Acesso em: 23/01/2018 às 14:38.

Ministério do Meio Ambiente (MMA) (2002): **Rotulagem ambiental:** Documento base para o Programa Brasileiro de Rotulagem Ambiental - MMA/SPDS. Brasília, 2002. Disponível em: Disponível em: repositorios.inmetro.gov.br. Acesso em: 25/01/2018 às 17:20.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA) (2005): **CONAMA RESOLUÇÃO No 358**, DE 29 DE ABRIL DE 2005 - Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras. Disponível em: www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=462. Acesso em: 18/05/2018 às 05:20.

OLIVEIRA, S. K. (2009): **Modelo de Avaliação de Desempenho de Gestão para Hospitais Secundários no Setor Público Brasileiro.** Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional e Políticas Públicas, do Centro de Estudos Sociais Aplicados, da Universidade Estadual do Ceará – Fortaleza, 2009. Disponível em: www.gespublica.gov.br/sites/default/files/documentos/dissertacao_mpppp_kataoka.pdf. Acesso em: 13/01/2018 às 04:20.

PFITSCHER, E. D. (2001): **Novas tendências de sustentabilidade das pequenas propriedades rurais com a agricultura biodinâmica**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Curso de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2001.151p.

PIACENTE, F.J. (2005): **Agroindústria canavieira e o sistema de gestão ambiental:** o caso das usinas localizadas nas bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí. Campinas –SP, 2005. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Econômico, Universidade Estadual de Campinas, 2005. Disponível em: http://repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/286129. Acesso em: 20/01/2018 às 15:20.

PORTAL DO TOCANTINS (2017): **Hospital Geral de Palmas capacita servidores para descarte seletivo do lixo.** Escrito por 04/04/2017 - Camilla Negre / Governo

Digitized by Google

do Tocantins. Disponível em: https://portal.to.gov.br/noticia/2017/4/4/hospital-geral-de-palmas-capacita-servidores-para-descarte-seletivo-do-lixo/. Acesso em: 20 maio 2018 Disponível em: https://portal.to.gov.br/noticia/2017/4/4/hospital-geral-de-palmas-capacita-servidores-para-descarte-seletivo-do-lixo/.Acesso em: 23/03/2018 às 05:20.

SISINNO, C. L. S.; MOREIRA, J. C. (2005): **Ecoeficiência:** um instrumento para a redução de geração de resíduos e desperdícios em estabelecimentos de saúde. Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2005000600039. Acesso em 28 fev. 2018. Disponível em : http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2005000600039. Acesso em: 28/02/2018 às 15:20.

TANCREDI, F. B.; BARRIOS, S. R. & FERREIRA, J. H. G. (2002) **Saúde & Cidadania:** Planejamento em Saúde para gestores municipais de serviços de saúde. Fundação Itaú Social, São Paulo, 2002. 82p.

TOLEDO, A. F.; DEMAJOROVIC, J. (2006) **Atividades hospitalar:** Impactos Ambientais e Estratégias de Ecoeficiência. Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente. São Paulo: Interfacehs,2006. Disponível em: http://www.interfacehs.sp.senac.br/br/artigos.asp? ed=2&cod_artigo=29. Acesso em: 05/01/2018 às 05:15.

VERFAILLE, H.A.; BIDWELL, R. (2000): **Gerenciamento ambiental e ecoeficiência no processo de adoção de inovação em empresas sucroenergéticas do centro-oeste do Estado de São Paulo**. Disponível em: http://www.cc.faccamp.br/ojs-2.4.8-2/index.php/RTA/article/view/893/437. Acesso em: 10/01/2018 às 04:20.

ZOBOLI, E. (2004): **Ética e administração hospitalar**. 2ª edição. São Paulo: Loyola, 2004. 267p.

Digitized by Google

CAPITULO 6

EVOLUÇÃO DO CONSUMO DE LENHA E CARVÃO VEGETAL NO CENÁRIO NACIONAL E INTERNACIONAL ENTRE A DÉCADA DE 1970 E DE 2016

Digitized by Google

EVOLUÇÃO DO CONSUMO DE LENHA E CARVÃO VEGETAL NO CENÁRIO NACIONAL E INTERNACIONAL ENTRE A DÉCADA DE 1970 E DE 2016

Resumo

Na oferta mundial de energia, ainda predomina a participação da fonte de origem fóssil, bem como na oferta de energia interna no Brasil. Atualmente a lenha tem participado da matriz energética com maior ou menor intensidade, dependendo da região geográfica. Segundo Brasil (2017), no Brasil dos anos de 1970 a participação da lenha no consumo final de energia era de 48% e vem reduzindo gradativamente a partir deste período, tendo sua participação em 2016 de 6,3%. Os principais produtores mundiais de madeira para energia são países em desenvolvimento, sendo em 2013: Índia, China, Brasil, Etiópia e Indonésia, nesta ordem. Neste estudo foram utilizados os métodos exploratório, descritivo, explicativo e bibliográfico. Este trabalho tem como objetivo mostrar a evolução do consumo de lenha e carvão vegetal no contexto mundial e nacional nos anos de 1970 a 2016.

Palavras-chave: Balanços Energéticos Mundiais; Lenha; Carvão Vegetal.

1 INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento econômico em ascensão, tem-se como consequência a necessidade do aumento da oferta de energia de qualidade, ambientalmente, socialmente e economicamente adequada para enfrentar os problemas do mundo contemporâneo.

Historicamente a lenha vem contribuindo na matriz energética primeiramente de maneira mais intensa como fonte de energia para aquecimento e cocção e progressivamente passou a ser utilizada como combustível sólido, líquido e gasoso, para geração de energia térmica, mecânica e elétrica (BRITO, 2007).

Neste contexto faz-se relevante o estudo da participação da lenha e do carvão vegetal no cenário nacional e internacional como forma de proposição de fontes alternativas de energia, principalmente renováveis, dentre elas a madeira. O presente estudo tem como objetivo mostrar a evolução do consumo de lenha e carvão vegetal no contexto mundial e nacional de 1970 a 2016. O texto inicia-se com uma contextualização do setor de energia mundial e nacional e posteriormente, especificamente, a lenha e carvão vegetal no cenário de energia nacional e internacional. Para isto utilizou-se dos métodos exploratório, descritivo, explicativo e bibliográfico.

Digitized by Google

2 CONTEXTO ENERGÉTICO

O processo de desenvolvimento socioeconômico induz à redução natural do uso da lenha como fonte de energia. A madeira no cenário internacional é em sua maior parte consumida nos países em desenvolvimento para cocção e aquecimento, como opção alternativa aos combustíveis fósseis.

O carvão vegetal tem como seu principal produtor o Brasil, estando há quatro décadas na primeira posição no ranking mundial, participando com 13% de toda a produção em 2013. A partir de década de 1990 sua produção tem progressivo crescimento (FAO, 2015).

Na década de 1970, a lenha era o combustível mais consumido na Matriz Energética Brasileira. Porém, a partir de 1990 a fonte de energia mais utilizada passa a ser o petróleo e seus derivados, passando a ocupar a primeira posição e a lenha a terceira posição. No início dos anos 2000, o setor residencial era o principal consumidor de lenha e o setor industrial ocupava a segunda posição até 2010, quando tal quadro se inverteu e o setor industrial passou ser o primeiro e o residencial, o segundo (BRASIL 2001- 2017).

No Brasil este insumo é utilizado, principalmente, no setor de transformação para a produção de carvão vegetal e na cocção de alimentos nas residências. Já com o carvão vegetal o setor que mais consumiu, e ainda consome, é o industrial, em especial a produção de ferro-gusa, que em 2016, participou com 82,7% do total demandado, vindo o setor residencial em segundo lugar. Porém, de 2008 para 2009, passou a ser 80% e continuou a cair por causa da crise mundial até 2016. (BRASIL, 2017a).

2.1 Contexto energético internacional atual

Na oferta mundial de energia, ainda predomina a participação da fonte de origem fóssil, mas quando comparado com a oferta de energia deste em 1973, que foi de 87%, com a de 2016, teve um leve declínio para 81%. A oferta evoluiu de 6.100 milhões de tep (tonelada equivalente de petróleo) em 1973, para 13.926 milhões de tep em 2016 (BRASIL, 2017b). A figura 1, demonstra a participação das diferentes fontes de energia na oferta de energia mundial e sua evolução em quatro décadas.

Digitized by Google

Figura 1 -Matriz de energia mundial 1973 – 2016, por fontes (Mtep)

Combustível	1973	2016
Petróleo	2.818,2	4.386,69
Gás natural	976	3.077,65
Nuclear	54,9	682,37
Hidráulica	109,8	362,08
Biocombustíveis e resíduos	640,5	1.413,5
Carvão mineral	1.494,5	3.760,02
Outras*	6,1	295,77

* inclui geotérmica, solar, eólica, calor, etc.
Fonte: Brasil, 2017b

Na figura 1 pode-se observar o aumento de todas as fontes, em valores absolutos, no período analisado. A fonte que diminuiu a participação, em termos percentuais, foi o petróleo, que em 1973 representava 46,2% e em 2016 diminui para 31,5%. Biocombustíveis e resíduos mantiveram a participação na casa dos 10% neste período. O destaque está na participação nuclear, que teve um aumento significativo na participação mundial. Nota-se em 2016 o aumento de outras fontes, nas quais incluem a geotérmica, solar, eólica, calor, entre outras, que vem contribuindo para a diversificação energética.

Em se tratando de consumo final de energia por fonte, houve também um declínio dos combustíveis fósseis, onde em 1973 representava 76% e em 2015 diminuiu para 60% e um pequeno aumento percentual no consumo final de energias renováveis que de 12,4% em 1973 passou para 13,7% em 2015. Na oferta mundial de energia elétrica, ainda predomina a de origem fóssil sendo a oferta em 1973 de 70,7% e um leve declínio em 2015 para 60%. A oferta evoluiu de 6.131 TWh em 1973, para 24.255 TWh em 2015 (IEA, 2017).

A figura 2 demonstra a participação das diferentes fontes de energia na oferta da matriz de energia elétrica mundial e sua evolução em quatro décadas. Nela pode-se observar o aumento de todas as fontes, com exceção do petróleo, em valores absolutos, no período analisado. O petróleo diminuiu sua participação consideravelmente, que passou de 24,6% em 1973, para 4,5% em 2016. Hidráulica, também, teve redução percentual, de 21% em 1973, para 16,8% em 2016 (BRASIL, 2017b).

Digitized by Google

Figura 2- Matriz de energia elétrica mundial 1973 – 2016 TWh

Combustível	1973	2016
Petróleo	1.520,49	1.108,76
Gás natural	741,85	5.420,58
Nuclear	202,32	2.611,73
Hidráulica	1.262,97	4.139,35
Carvão mineral	2.348,17	9.633,85
Outras*	36,79	1.724,73

* inclui geotérmica, solar, eólica, calor, etc.
Fonte: Brasil, 2017b

A participação nuclear teve um aumento significativo e o destaque está na participação de outras fontes energéticas onde se considera a geotérmica, solar, eólica, calor, entre outras, que evoluiu consideravelmente na participação mundial de energia elétrica. No mundo, em 2016, o carvão mineral era a maior fonte para produção de energia elétrica, com participação de 39,1%, seguido de hidroeletricidade com 16,8% e gás natural com 10,6%. Outras fontes juntamente com a hidroelétrica, fazem com que a participação de fontes renováveis na produção de eletricidade seja de 23,6% em termos mundiais.

A redução da utilização de petróleo na produção de energia elétrica se deu por três razões:

> 1) competitividade econômica desfavorável do petróleo e derivados para produzir eletricidade; 2) existência de usos mais "nobres e eficientes" para estes combustíveis, fora do setor elétrico; e 3) disponibilidade de outras fontes energéticas "mais adequadas" para a produção de energia elétrica, como o gás natural e a nuclear. (VENTURA FILHO, 2009, p. 10)

A produção de energia a partir de biomassa pode ser atrativa, em particular para geração de calor, mas é necessário para isso incentivos econômicos. Esse apoio justifica-se pela segurança energética e vantagens ambientais e socioeconômicas (IEA, 2015).

2.2 Contexto energético brasileiro atual

Segundo BRASIL (2017a), na oferta interna de energia do Brasil, ainda predomina a participação da fonte de origem fóssil. Em 1975 a oferta era de 44,5% e em 2016 teve um aumento para 56,5%, mas, que se comparado ao valor de 2015 da matriz energética mundial, que é de 82%, encontra-se em vantagem. Vale ressaltar

Digitized by Google

que a partir de 2015 a participação de fonte de origem fóssil vem caindo. A oferta interna de energia no Brasil, evoluiu de 104 milhões de tep em 1974 para 288 milhões de tep em 2016, sendo que a partir de 2014 diminuiu dois anos consecutivos. A figura 3 mostra dados retirados de Brasil (2001) e Brasil (2017).

Figura 3– Oferta interna de energia do Brasil 1974 – 2016 (10^3 tep)

Combustível	1974	2016
Petróleo e derivados	39.890	105.354
Gás natural	502	35.569
Hidráulica	19.047	36.265
Carvão mineral	2.655	15.920
Urânio	0	4.211
Lenha e Carvão vegetal*	32.191	23.095
Derivados da cana	4.511	50.318
Outras	344	14.700

* Não houve produção de carvão vegetal em 1974.
Fonte: Brasil, 2017a

Em 2016, a principal fonte de energia utilizada no Brasil era o petróleo e derivados, seguidos dos derivados de cana-de-açúcar e hidroeletricidade. Em relação a 1974, o que mudou foi que, a lenha e carvão vegetal ocupavam a segunda posição (em 2016 ocupava a quinta posição), a terceira posição era ocupada pela hidroeletricidade e gás natural e derivados de cana tinham uma pequena participação na oferta interna de energia, conforme se observa na tabela 3. No período de quatro décadas, o petróleo e derivados teve um decréscimo de 40,2% para 36,5% e a oferta de gás natural evoluiu de 0,5% (praticamente não utilizava essa fonte de energia em 1975) para 12,3% em 2016. Segundo Ventura Filho,

> o maior consumo de gás natural foi viabilizado pela ampliação da oferta deste combustível, resultante da elevação da produção nacional e da importação do gás natural da Bolívia. (VENTURA FILHO, 2009, p. 7)

No período analisado na figura 3, houve significativas modificações na Matriz Energética Brasileira:

1) redução da participação na oferta de energia interna da lenha e carvão vegetal, de 32,5% para 8%;

2) a participação de derivados da cana-de-açúcar quadruplicou, passando de 4% para 17,5%

Digitized by Google

3) a inclusão de outras fontes de energias renováveis, perfazendo 5,4% do total.

No Brasil a geração de energia elétrica, atingiu 578,9 TWh em 2016. Na oferta interna de energia elétrica, em 2016, a principal fonte foi a hidráulica, com 68,1 % de participação, seguida de gás natural com 9,1 % e biomassa com 8,2% conforme se observa na figura 4, com dados retirados de Brasil (2017a).

Figura 4- Oferta Interna de Energia Elétrica do Brasil 2016, por fonte %

Combustível	2016
Derivados de petróleo	2,4
Nuclear	2,6
Carvão e derivados*	4,2
Gás natural	9,1
Hidráulica	68,1
Biomassa**	8,2
Eólica	0,01

* Inclui gás de coqueria
** Inclui lenha, bagaço de cana e outras recuperações
Fonte: Brasil, 2017a

O Brasil, em 2016, possuía a participação de 76,3% de fontes renováveis na oferta interna de energia elétrica, como mostra a tabela 3, bem diferente se comparado aos 23% de energias renováveis para geração de energia elétrica em termos mundiais. A participação dos combustíveis fósseis na oferta interna de energia elétrica, representam 14%, contra os 66% da participação mundial.

Das fontes de energia que compõe a biomassa, o bagaço de cana destaca-se na geração de energia elétrica, que vem aumentando ano a ano na última década (BRASIL, 2017a).

3 LENHA E CARVÃO VEGETAL

3.1 Lenha e carvão vegetal no cenário internacional

A energia renovável é responsável atualmente por 14,3% da energia mundial e é pautada basicamente em energia hidrelétrica e biomassa. A biomassa sólida teve um aumento percentual de 1,8 nos países da OCDE no período de 1973 a 2016, enquanto no Brasil e no mundo houve declínio. Na OCDE, o uso da lenha está na indústria de papel e celulose, e em aquecimento ambiental (BRASIL, 2017b).

Digitized by Google

Cerca de metade da madeira extraída em todo o mundo é usada para produzir energia, principalmente para cozinhar e fornecer aquecimento. De toda a madeira utilizada como combustível em todo o mundo, 17% transforma em carvão (FAO, 2017)

Nas últimas décadas a madeira participa da Matriz Energética Mundial, com maior ou menor intensidade, dependendo da região. Seu uso é afetado segundo Brito (2007),

> por variáveis como: nível de desenvolvimento do país, disponibilidade de florestas, questões ambientais e sua competição econômica com outras fontes energéticas, como petróleo, gás natural, hidroeletricidade, energia nuclear etc. (BRITO, 2007, p.185)

A madeira, como fonte de energia é denomina lenha, na sua forma direta ou derivada, como carvão vegetal, é ainda utilizada por um grande número de famílias na cocção de alimentos e em países em desenvolvimento, como opção alternativa aos combustíveis fósseis na produção de energia, contribuindo com a diminuição das emissões dos gases de efeito estufa (BRITO, 2007).

Segundo a FAO (2018) os cinco principais países produtores de madeira para energia em 2016 foram a Índia (296 milhões de m3), a China (100 milhões de m3), o Brasil (108 milhões de m3), Etiópia (101 milhões de m3) e Indonésia (46 milhões de m3), sendo responsáveis por 41% da produção mundial. No figura 5, com dados retirados de FAO (2018), tem-se a evolução da produção de madeira para energia dos cinco principais países produtores.

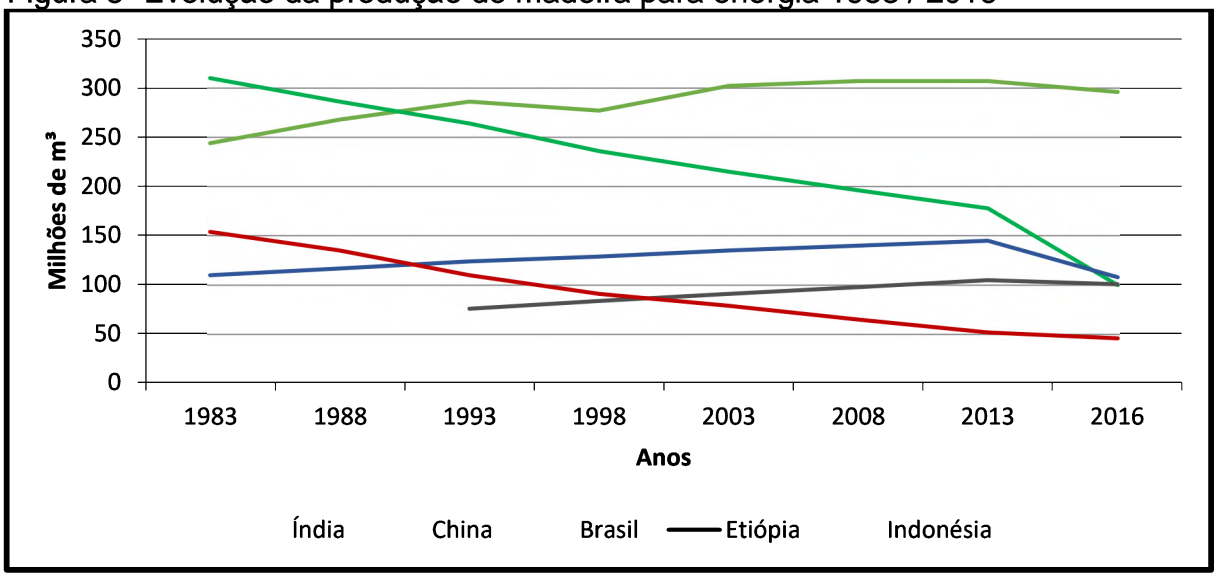
Os principais produtores mundiais de madeira para energia são países em desenvolvimento. Segundo a figura 5, o Brasil, Etiópia e Índia aumentaram progressivamente sua produção, com declínio a partir de 2013, sendo a China e Indonésia sempre com decréscimo desde 1983. A produção mundial ficou, no período mostrado pelo gráfico, em torno de 1,8 bilhões de m3 (FAO, 2018).

A lenha e o carvão são as principais fontes de energia a partir da madeira. A lenha predomina em áreas rurais de vários países em desenvolvimento e o carvão vegetal é uma significativa fonte de energia em domicílios urbanos africanos, asiáticos e latino-americanos (FAO, 2007).

Os países em desenvolvimento são responsáveis por cerca de 90% da produção de lenha mundial e de 1990 a 2016 o consumo desta fonte de energia tem se mantido estável em cerca de 1,8 bilhões de m3 (FAO, 2018).

Digitized by Google

Figura 5- Evolução da produção de madeira para energia 1983 / 2016



Fonte: FAO, 2018

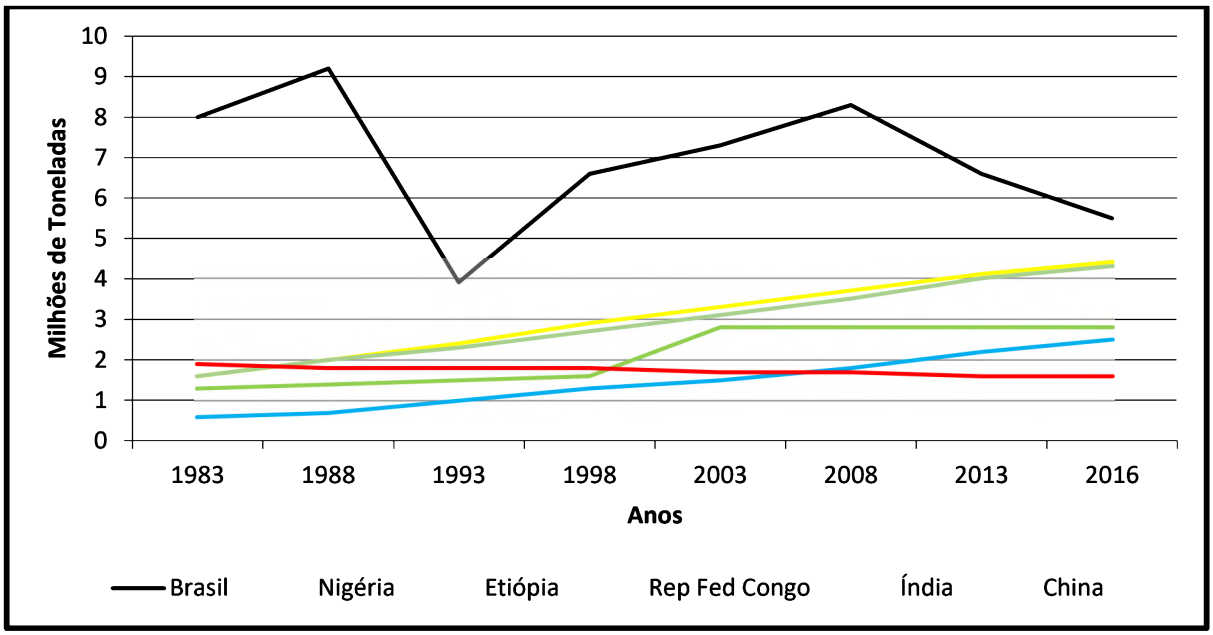
A maior parte de lenha e carvão vegetal são utilizados por países em desenvolvimento. Um terço da população mundial utiliza desse combustível para cocção e em pequenas empresas. Estima-se que 50% da madeira extraída das florestas em todo o mundo é usado como lenha e carvão (FAO, 2017).

Segundo a FAO (2018), sua produção subiu de 28 milhões de toneladas em 1983 para 50 milhões em 2016 e os cinco principais países produtores de carvão vegetal em 2016 foram: Brasil (5,5 milhões de toneladas), Nigéria (4,4 milhões de toneladas), Etiópia (4,3 milhões de toneladas), Índia (2,8 milhões de toneladas) e República Democrática do Congo (2,5 milhões de toneladas). A evolução na produção de carvão vegetal pode ser observada na figura 6, com dados de FAO, (2018).

Ao verificar a figura 6, nota-se que o Brasil é líder em produção mundial de carvão vegetal, apesar de ter tido uma queda nos últimos oito anos. A China em 1983 era a segunda colocada e foi perdendo posições até não estar mais entre as cinco principais em 2016. A República Federativa do Congo vem despontando nas últimas duas décadas, juntamente com Nigéria e Etiópia e a Índia manteve-se estável desde 2003.

Digitized by Google

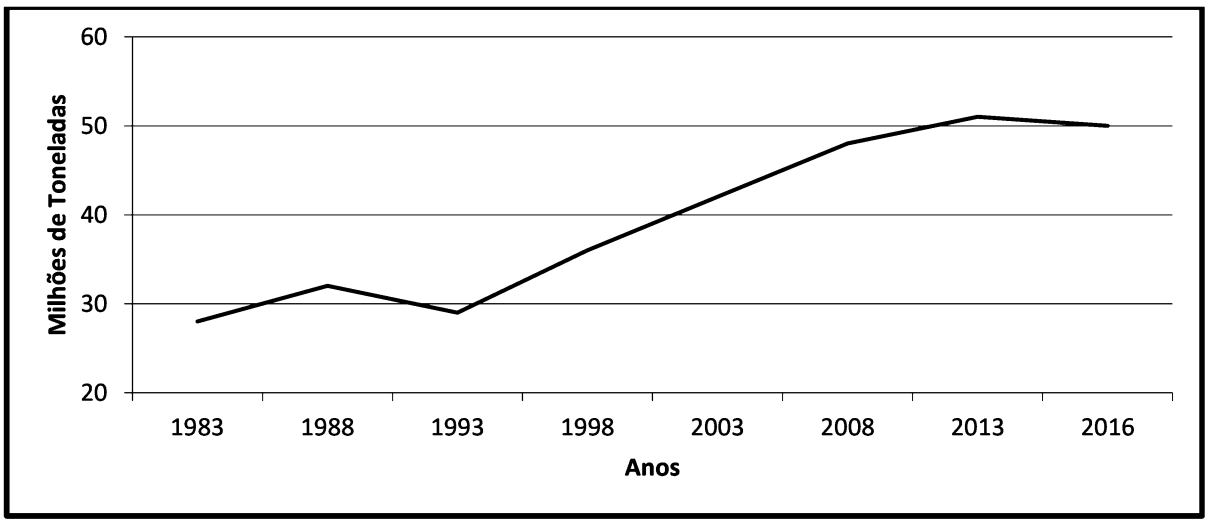
Figura 6 - Evolução da produção de carvão vegetal 1983 / 2016



Fonte: FAO, 2018

Os seis países representados na figura 6, em 2016, foram responsáveis por 42% da produção mundial de carvão vegetal e só o Brasil foi responsável por 11%. No ano de 2016, a produção mundial foi de 50 milhões de toneladas, com queda em relação a 2013, como se pode observar na figura 7, com dados retirados de FAO (2018).

Figura 7-Produção mundial de carvão vegetal de 1983 / 2016



Fonte: FAO, 2018

Digitized by Google

Em 1983 a produção de carvão vegetal estava na casa dos 28 milhões de toneladas, como mostra o gráfico 3, a partir de 1993, após um declínio de 10%, apresentou um crescimento médio anual de 41% na produção com mínima queda novamente em 2016.

3.2 Lenha e carvão vegetal no cenário nacional

Segundo Brasil (2017a), os derivados de petróleo predominam na matriz do consumo final de energia, este fator se deve pelo império do modal rodoviário no setor de transporte. A segunda fonte mais utilizada é a eletricidade e produtos da cana em terceiro, fato este pela inserção do etanol na Matriz. A madeira ocupa a quarta posição na Matriz Energética Nacional como apresenta a figura 8, com dados retirados de Brasil (2017a).

Figura 8- Consumo final de energia por fonte 2016

Fontes	10^3tep	%
Derivados do petróleo	108.876	42,6
Gás natural	18.868	7,4
Carvão mineral *	11.692	4,6
Eletricidade	44.705	17,5
Madeira **	19.526	7,7
Produtos da cana ***	44.123	17,3
Outras fontes	7.084	2,7

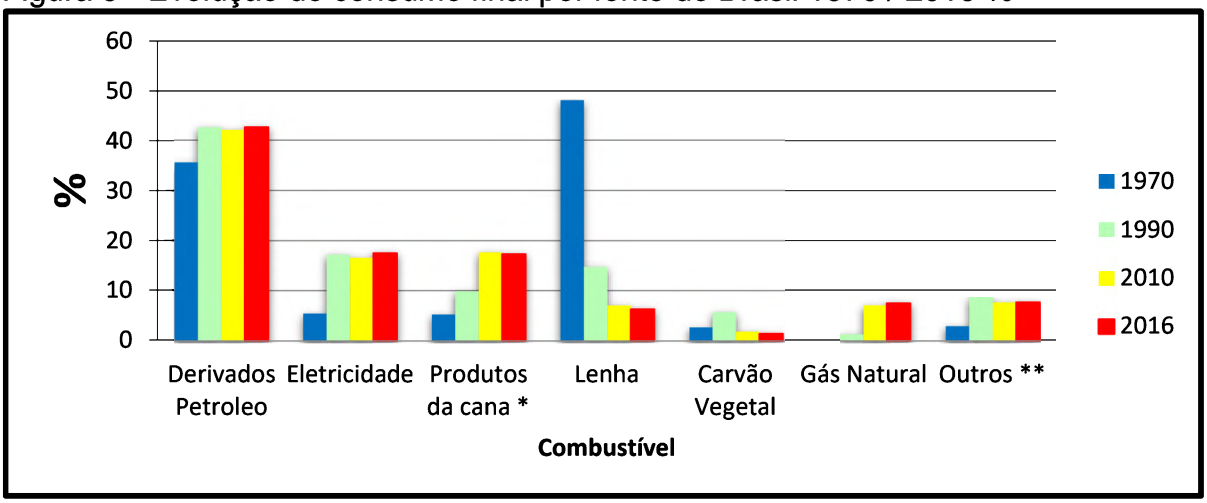
* Coque e gás de coqueria; ** Lenha e carvão vegetal; *** Etanol e bagaço
Fonte: Brasil, 2017ª

Na análise da figura 8, com dados de Brasil (2017a), observou-se que inverteu o consumo entre lenha e derivados de petróleo no período analisado. De 48% de participação da lenha no consumo final de energia em 1970, caiu para 6,3% em 2016. O carvão vegetal apresentou um aumento do ano de 1970 a 1990 e seu consumo começou a cair a partir de 2011.

O consumo final de gás natural no Brasil, de acordo a figura 9, que era incipiente no ano 1970 tornou-se expressivo, passando o consumo final de lenha em 2016. O crescimento do consumo final de eletricidade também foi relevante, passando de 5,5% de participação em 1970 para 17,5% em 2016, passando também o consumo de lenha.

Digitized by Google

Figura 9 - Evolução do consumo final por fonte do Brasil 1970 / 2016 %

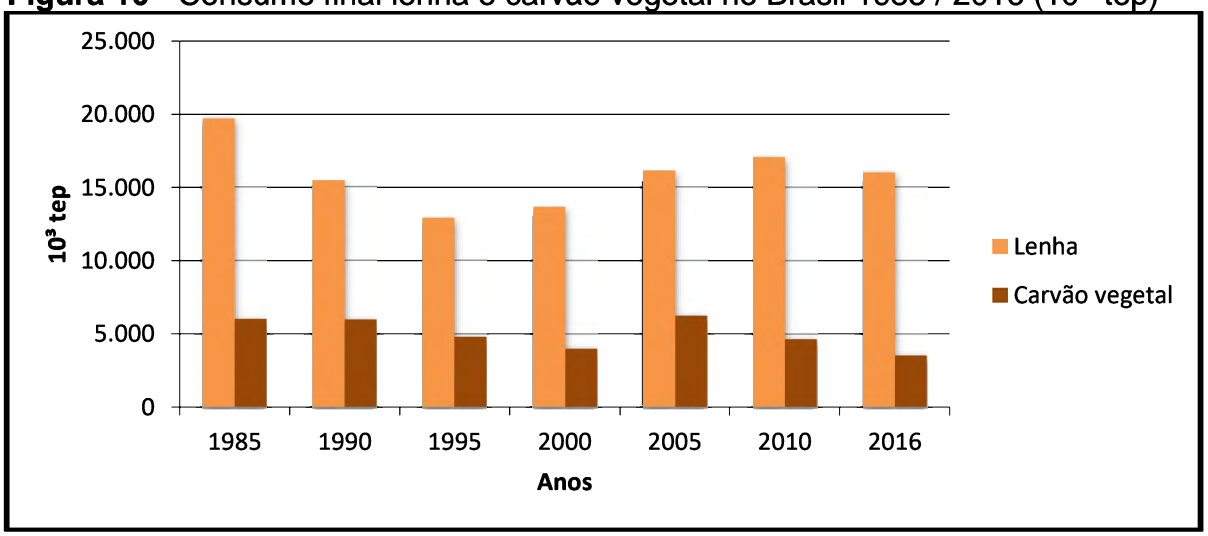


Fonte: Brasil, 2017a
Nota: *inclui etanol/ ** inclui carvão mineral, outras fontes primárias, coque e gás de coqueria, e alcatrão

Na figura 9, com dados retirados de Brasil (2001) e Brasil (2017a), pode-se observar o consumo final por fonte de lenha e carvão vegetal nas últimas três décadas. Percebe-se um decrescimento de ambos a partir de 1985, uma reversão de 2000 a 2005 e após esse ano, novo declínio.

No ano de 1985, conforme mostra a figura 10, com dados de Brasil (2001) e Brasil (2017a), a lenha era responsável por 13,1% do consumo final energético brasileiro e o carvão vegetal por 4%. Após três décadas a lenha responde por 6,3% do consumo final e o carvão vegetal por 1,4%. Em 2005 houve um aumento de ambos, mas mesmo assim, nada comparado a década de 1980 para lenha, apenas o carvão que superou a participação de 1985.

Figura 10 - Consumo final lenha e carvão vegetal no Brasil 1985 / 2016 (10^3 tep)

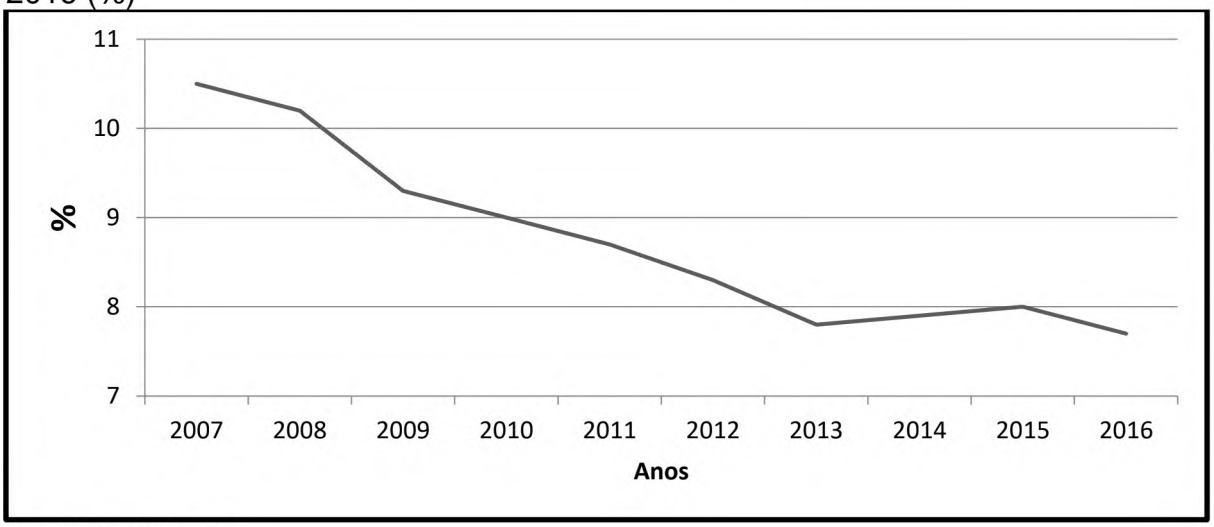


Fonte: Brasil, 2017a

Digitized by Google

Em 1940, a lenha era responsável por 80,5% da oferta interna de energia, sendo petróleo e gás natural responsável por 6,1% e hidráulica por 4,9%. Analisando a participação de lenha e carvão vegetal no consumo final de energia no Brasil na última década, percebe-se um declínio percentual, ano a ano. A participação da lenha e do carvão vegetal no consumo final por fonte, em 2005 era 11,4%, sendo que em 2017 foi de 7,7%, como se pode ver na figura 11, com dados retirados de Brasil (2017a).

Figura 11 - Participação de lenha e carvão vegetal no consumo final por fonte 2007-2016 (%)



Fonte: Brasil, 2017a

Em 2016 o principal consumidor da lenha no Brasil foi o setor industrial, seguido do residencial e agropecuário, conforme a figura 12, com dados retirados de Brasil (2017a).

Figura 12 - Distribuição do consumo setorial de lenha para energia no Brasil 2016

Setor	%
Transformação	30,7 *
Agropecuário	11,3
Residencial	26,3
Industrial	31,3
Outros	0,4

* 1,6% eletricidade + 29,1% produção de carvão vegetal.
Fonte: Brasil, 2017a

O setor industrial, no topo de consumo em 2016, como mostra a figura 12, é alavancado por seu uso em alimentos e bebidas (29,7%), seguido de cerâmicas (28,8%) e papel e celulose (27%).O setor residencial, em terceiro lugar no consumo

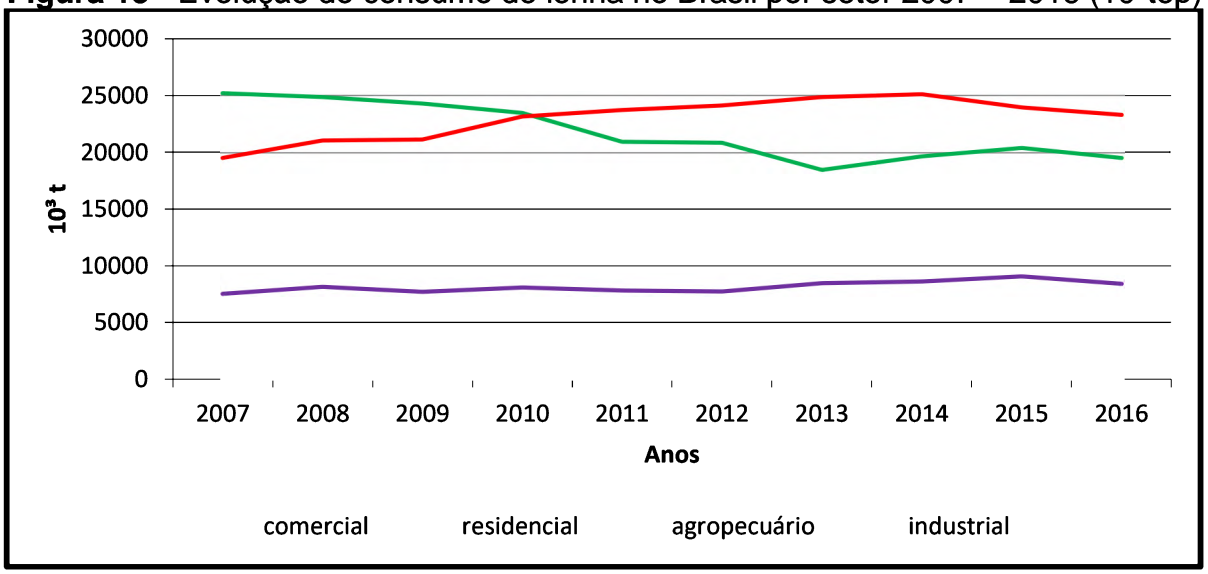
Digitized by Google

de lenha, conforme tabela 5, vem registrando decréscimo nas últimas duas décadas (BRASIL, 2017a).

O decréscimo do consumo de lenha se pode associar a evolução no consumo de gás liquefeito de petróleo, já que sua utilização é para cocção de alimentos em sua maior parte e aquecimento em menor escala (BRITO, 2007).Segundo Serviço Florestal Brasileiro (2013, p. 155), "O uso doméstico da lenha para cocção de alimentos é ainda significativo no país, representando 25% do total da sua destinação". Para o setor agropecuário não existe um diagnóstico preciso para seu uso, acredita-se que a utilização se deva na secagem de grãos (BRITO, 2007). Nem sempre o ranking de consumo de lenha foi desta forma. Em 2010 houve uma inversão nos setores residencial e industrial conforme demonstra a figura 13, com dados de Brasil (2017a).

Na última década, conforme mostra a figura 13, os setores comercial e agropecuário mantiveram-se praticamente inalterados, o destaque foi nos setores residencial e industrial. Em 2007 o setor residencial estava no topo do consumo, em torno de 25200 mil t enquanto a indústria consumia em torno de 19.564 mil t. No ano de 2010 o consumo de ambos equiparou e a partir de então, inverteu-se as posições, ficando o setor residencial em torno de 19561 mil t e o industrial em torno de 23307 mil t em 2016.

Figura 13 - Evolução do consumo de lenha no Brasil por setor 2007 – 2016 (10^3tep)



Fonte: Brasil, 2017a

Digitized by Google

Historicamente a lenha, para geração de energia doméstica, é um dos principais usos, mas o crescimento de indústrias como papel e celulose, cerâmica, siderúrgica a carvão vegetal entre outras, tem impulsionado o crescimento do valor consumido de lenha, principalmente de florestas plantadas (ABRAF, 2013).

Em geral, a lenha terá uma redução significativa. Em 1970 a lenha tinha participação de 48% na oferta de energia interna, em 2000 sua participação foi de 12% e para 2030 a projeção é de 6% (BRASIL, 2007).

Em se tratando de carvão vegetal, seu principal consumidor em 2016 foi o setor industrial, seguido do residencial e comercial, conforme a figura 14, com dados de Brasil (2017a).

Figura 14 - Distribuição do consumo setorial de carvão vegetal para energia no Brasil 2016

Setor	%
Industrial	85,2
Residencial	12,2
Comercial	2,4
Outros	0,2

Fonte: Brasil, 2017a

De acordo a tabela 8, o setor industrial, ocupa a primeira colocação, tem a participação da produção de ferro-gusa e aço com 82,8%, ferro-ligas com 12,7% e cimento 3,3%, que juntos correspondem a 98,2% dos 85,3% da utilização de carvão vegetal na indústria. No setor residencial a utilização do carvão vegetal é na complementação ao uso da lenha (BRASIL, 2017a). No setor comercial, sua utilização associa-se a pizzarias, padarias e churrascarias (EMBRAPA CERRADOS, 2007).

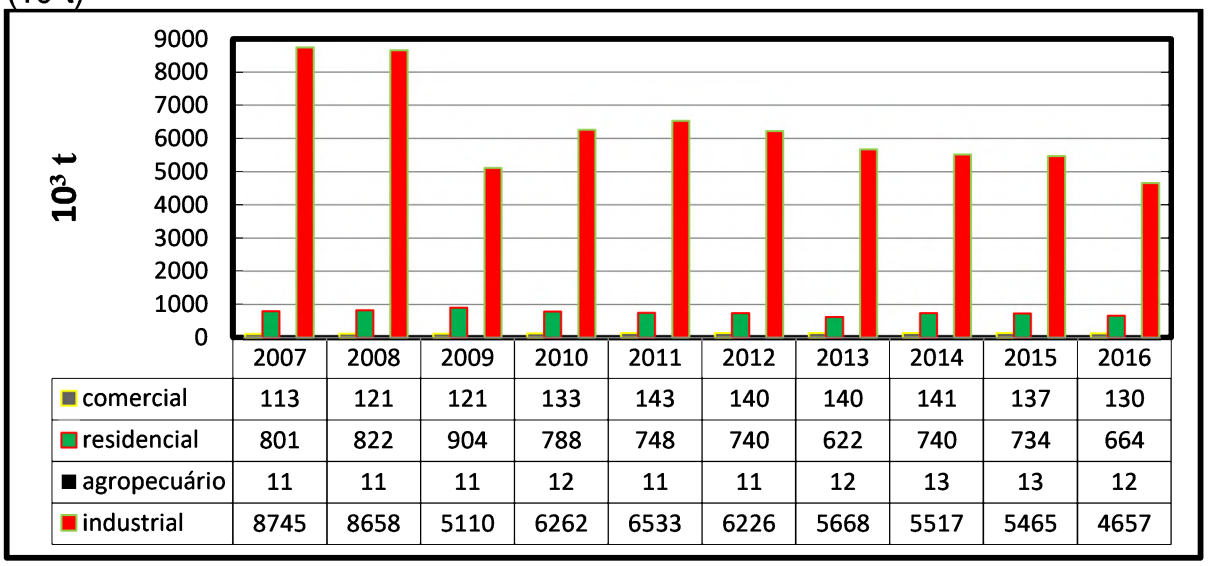
O consumo de carvão vegetal no Brasil mostra-se um pouco diferente da lenha em relação aos setores. Nessa fonte de energia, destaca-se o setor industrial que no decorrer da última década sempre ocupou a primeira posição, como se pode ver a figura 15, com dados de Brasil (2017a).

Ao analisar a evolução do consumo de carvão vegetal no Brasil na última década, de acordo a figura 15, percebe-se no setor industrial um decréscimo de seu consumo a partir de 2008. Maior declínio foi de 2008 para 2009, que passou de 8658 mil t para 5110 mil t respectivamente.

Digitized by Google

Um leve aumento de 1200 mil t ocorreu de 2009 a 2011 que novamente volta a cair até 2016, fechando a década em torno de 4657 mil t. Os setores comercial e agropecuário sempre se mantiveram constantes e pouco significante no consumo, sempre abaixo de 100 mil t e o setor residencial, também constante, sempre na média de 700 mil t na última década.

Figura 15 - Evolução do consumo de carvão vegetal no Brasil por setor 2007 -2016 (10^3t)



	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
comercial	113	121	121	133	143	140	140	141	137	130
residencial	801	822	904	788	748	740	622	740	734	664
agropecuário	11	11	11	12	11	11	12	13	13	12
industrial	8745	8658	5110	6262	6533	6226	5668	5517	5465	4657

Fonte: Brasil, 2017ª

A demanda nacional para carvão vegetal no período de 2014 a 2024, no setor industrial, que é o seu maior consumidor, terá um crescimento médio anual de 2,7%, chegando a produção de 8,5 milhões de toneladas (BRASIL, 2015).

O segmento que mais consome carvão vegetal no setor industrial é a produção de ferro-gusa e aço, ficando na casa de 83% de 2007 a 2016 (BRASIL, 2017a).

A siderurgia brasileira é a única no mundo a base de carvão vegetal, um fator de grande importância social e ambiental. Social por gerar emprego e renda e ambiental, pois sendo de base vegetal retira o gás carbônico da atmosfera contribuindo para mitigação de GEE (Gases de Efeito Estufa). Mas esse fator não é levado em consideração por políticas públicas no momento de planejamento do setor. Segundo AMS (2009, p. 7) "é a única indústria no mundo que produz bens imprescindíveis para o desenvolvimento ao mesmo tempo em que limpa a atmosfera."

Digitized by Google

No Brasil existem dois importantes polos de ferro-gusa o de Minas Gerais, responsável em 2016, pela produção de 65% e o de Carajás (este inclui o estado do Maranhão e do Pará) responsável em 2016, por 24% da produção. Os polos do Espírito Santo e Mato Grosso do Sul, são responsáveis por 11% da produção no referido ano. Os maiores consumidores de ferro-gusa desses 4 polos são os Estados Unidos e América Latina, responsáveis juntos por 62% da exportação (SINDIFER, 2016).

> Na indústria siderúrgica, o coque e o carvão vegetal são utilizados como combustíveis e agentes redutores nos altos-fornos e são deles que provém o carbono adicionado ao minério de ferro [...]. O carvão vegetal é utilizado como fonte de energia térmica e redutora para produzir ferro metálico a partir do minério de ferro desde o início da indústria do aço. (UHLIG; GOLBDEMBERG; COELHO, 2008, p. 71).

O coque é o redutor mais utilizado no Brasil, responsável, em 2016, por 80% da produção de ferro-gusa (SINDIFER 2016).

A demanda de carvão vegetal pela indústria siderúrgica não é suprida por florestas plantadas, ficando um déficit de 16% em 2016 (IBA, 2017).

Projeções apontam para uma Matriz Energética Brasileira mais diversificada. Fazendo análise da evolução do consumo, percebe-se que na década de 1970 apenas duas fontes de energia, petróleo e lenha, eram responsáveis por 78% do consumo de energia, em 2000 tinha-se três fontes de energia responsáveis por 74% do consumo: petróleo, lenha e hidráulica. Em estudos para 2030, serão quatro fontes de energia, petróleo, hidroeletricidade, cana-de-açúcar e gás natural, responsáveis por 77% do consumo (BRASIL, 2007).

4 CONCLUSÕES

A participação da lenha e do carvão vegetal na Matriz Energética Brasileira vem reduzindo gradativamente a partir da década de 1970, mas não possui a tendência em desaparecer do cenário de energia do nosso país. No Brasil, os cenários sofreram alterações nas últimas quatro décadas, mas o consumo final de lenha se manteve acima dos 15 milhões de tep na última década com queda em 2016.

Em nível mundial, a produção de madeira para energia chegou a 1,6 bilhões de m3 em 2016, saindo de uma estabilidade de 1,8 bilhões de m3 desde 1988, sendo os principais países produtores Índia, China e Brasil respectivamente e sua

Digitized by Google

participação na matriz energética é de menor ou maior intensidade dependendo da região e fator como nível de desenvolvimento do país.

A produção de carvão vegetal mundial, nas últimas três décadas, tem tido crescimento e com maior expressividade a partir da década de 1980, com queda também em 2016. Os maiores países produtores atualmente são Brasil, Nigéria e Etiópia, nesta ordem e a produção mundial em 2016 foi de 50 milhões de toneladas.

O consumo final do carvão vegetal no Brasil manteve-se na média de 4,3 bilhões de tep de 2010 a 2015 com queda para 3,5 bilhões de tep em 2016. Seu maior consumidor é o setor industrial, principalmente na produção de ferro –gusa e aço e ferro-ligas. Em se tratando da origem da matéria-prima, sua demanda não é suprida por florestas plantadas, ficando um déficit anual de 16%. A projeção do setor industrial no período de 2014 a 2024, é que aumente a demanda por carvão vegetal numa média de 2,7% ao ano.

Desta forma faz-se necessário um estudo mais detalhado do consumo final por setor e projeção destas duas fontes de energia no cenário brasileiro e mundial, para que se possa propor políticas públicas voltadas para o setor de energia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAF. **Anuário estatístico ABRAF 2013:** ano base 2012. Brasília: 2013. 148 p.

AMS - Associação Mineira de Silvicultura. **Florestas energéticas no Brasil:** Demanda e Disponibilidade. Belo Horizonte: 2009. 23 p.

BRASIL (2001). Ministério de Minas e Energia. **Balanço Energético Nacional 2001**: ano base 2000. Brasília: 2001. 148 p.

_____. (2015) Ministério de Minas e Energia. **Balanço Energético Nacional 2015**: ano base 2014. Rio de Janeiro: EPE, 2015. 291 p.

_____.(2017a) Ministério de Minas e Energia. **Balanço Energético Nacional 2017**: ano base 2016. Rio de Janeiro: EPE, 2017a. 296 p.

_____.(2007) Ministério de Minas e Energia. **Plano Nacional de Energia 2030.**Rio de Janeiro: EPE, 2007. 412 p.

Digitized by Google

_____.(2016) Ministério de Minas e Energia. **Resenha Energética Brasileira:** Exercício de 2016.
Brasília: MME, 2017b. 32 p.

BRITO, José Otávio (2007). **O uso energético da madeira.** Estudos Avançados 21 (59), 2007. 185-193p.

EMBRAPA CERRADOS (2007). **Panorama atual de produção de carvão vegetal no Brasil e no Cerrado**. Planaltina: 2007. 35 p.

FAO. **Faostat (2015).** Disponível em:<http://faostat.fao.org/DesktopDefault.aspx?PageID=626&lang=es#ancor>Acesso em: 01 out. 2015.

FAO. **Faostat (2018).** Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/FO>Acesso em: 11 mai. 2018.
_____. (2007) **Forests and energy in developing countries.** Rome: 2007. 42 p.
_____ (2017) .**Latransición al carbón vegetal.** Rome: 2017. 12 p.

IBA (20017). **Indústria Brasileira de Árvores: Relatório 2017**. São Paulo: 2017.

IEA (2017) - International Energy Agency. **About us**. Disponível em: <http://www.iea.org/aboutus/>. Acessoem: 05 mai. 2015.
_____. (2017)- International Energy Agency. **Key World Energy Statistics 2017**. Paris: OECD, 2017. 97 p.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO (2013). **Florestas do Brasil em resumo - 2013**: dados de 2007-2012. Brasília: SFB, 2013. 188

SINDIFER (2016). **Anuário Estatístico do Setor de Ferro-Gusa referente ao ano de 2016.** Belo Horizonte: 2016. 26 p.

UHLIG, Alexandre. GOLDEMBERG, José. COELHO, Suani Teixeira (2008).**O uso de carvão vegetal na indústria Siderúrgica brasileira e o impacto sobre as**

Digitized by Google

mudanças climáticas. Revista Brasileira de Energia, Vol. 14, N o . 2, 2 o Sem. 2008, pp. 67-85.

VENTURA FILHO, Altino (2009). **O Brasil no contexto energético mundial.** São Paulo: NAIPPE/USP, 2009. vol. 6. p. 29.

Digitized by Google

CAPITULO 7

ANÁLISE EMERGÉTICA DA MACAÚBA QUANDO DESTINADA À PRODUÇÃO DE BIODIESEL.

Digitized by Google

ANÁLISE EMERGÉTICA DA MACAÚBA QUANDO DESTINADA À PRODUÇÃO DE BIODIESEL.

Resumo

Neste estudo utilizou-se da análise emergética para avaliação da potencialidade do sistema extrativista do coco da macaúba, destinados às atividades econômicas. Foram construídos diagramas e calculados os índices emergéticos: emergia total; transformidade; rendimento emergético; renovabilidade; investimento emergético; carga ambiental; índice de sustentabilidade emergética e taxa de intercâmbio emergética. Além destes índices, o estudo aponta o potencial de energia transformada em J/ha/ano de $5{,}06 \times 10^{11}$ para a macaúba. Concluiu-se após os cálculos dos índices emergéticos que a macaúba tem um potencial a ser explorado para o uso econômico e social de modo equilibrado.

Palavras-chave: Emergia; Macaúba; Agroenergia.

1 INTRODUÇÃO

A energia primária é aquela que se pode apropriar-se diretamente da natureza, como a energia hídrica e o petróleo dentre outras. A energia secundária é aquela que se obtém após a fonte primária passar por um centro de transformação, como a energia elétrica obtida da hídrica, por meio das centrais hidrelétricas, bem como a gasolina, o diesel e o óleo combustível que são derivados do petróleo (PINGUELLI ROSA, 1985).

No caso do óleo combustível, quando usado nas termoelétricas, a energia elétrica pode ser denominada de terciária. Neste sentido, o que se busca na atual conjuntura da sociedade, são formas de se obter energia que substitua a energia secundária derivada do petróleo e que contemple nesse processo o tripé da sustentabilidade: o social, o econômico e o ambiental.

Uma alternativa aos combustíveis fósseis, principal fonte de energia utilizada no mundo atualmente, é a energia produzida por meio da biomassa. A partir desta, pode-se produzir biodiesel, etanol, energia elétrica, gases para processos e outros.

A agroenergia compreende a diversidade de biomassa para produção de energia, que pode produzir, como exemplo, os seguintes produtos finais: bio-óleo, biogás, etanol celulósico, bioetanol, biodiesel, óleo vegetal, lenha, carvão vegetal e turfa. Dentre as matérias-primas utilizadas para produzir alguns destes produtos finais, tem-se as oleaginosas, o aproveitamento de subprodutos ou resíduos de biomassa na atividade agropecuária, que se pode citar a palha e o bagaço da cana, casca de

Digitized by Google

arroz, resíduos florestais e resíduos de origem animal, como a gordura e o biogás de dejetos de suínos e outros. No Brasil há diversos tipos de oleaginosas, com potencial para produção de bens e serviços para uso em atividades econômicas e, também, para se transformarem energia, tais como: soja, girassol, algodão, pinhão-manso, mamona, amendoim e, faz parte deste conjunto de vegetais os frutos do cerrado, como a macaúba (CORTEZ; LORA; GÓMEZ, 2008).

O estudo se justifica por analisar a extração da macaúba, destinada ao uso em atividades econômicas como a transformação de energia, buscando apontar a sustentabilidade pelo extrativismo deste fruto do Cerrado, tendo em vista que, é uma planta nativa e encontrada no Bioma de Cerrado, por exemplo, a região conhecida como MATOPIBA (Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia). Tal fruto é explorado de forma extrativista pelos habitantes locais para produzirem alimento e artesanato, porém este ainda possui potencial para fornecer energia alternativa e renovável. Neste sentido fica a indagação sobre a potencialidade econômica da macaúba.

Objetiva-se com o presente estudo descrever as características da macaúba e, com a análise emergética construir os diagramas emergéticos para os fluxos energéticos referentes à extração da macaúba e, calcular os índices que apontarão as potencialidades da macaúba em fornecer matéria-prima para produção energética alternativa e sustentável, ou de outras formas de exploração econômica.

Os índices que forem obtidos pelos cálculos, poderiam servir de base para ampliar os conhecimentos existentes sobre esta palmeira e, de orientação para a tomada de decisões futuras, referente à estratégia de destiná-la a produção de energia ou de outra atividade econômica.

Com a análise do deste trabalho é possível indicar as potencialidades da macaúba, que é um fruto do Cerrado, visando o uso em atividades econômicas diversas, incluindo energia. Escolhe-se utilizar a análise emergética por contemplar a sustentabilidade do ambiente em estudo e poder apontar o real potencial deste fruto extrativista.

Quanto à metodologia, a área de estudo é o Bioma Cerrado brasileiro em toda sua extensão, onde a macaúba é nativa. Deste bioma são obtidos dados importantes para a execução da análise emergética proposta, como o índice de pluviosidade, radiação solar, velocidade do vento e perda do solo. De acordo com o IBGE (2004), o Bioma Cerrado é o segundo maior do Brasil, com área aproximada de 2.036.448 km_2. Interpõe-se entre os biomas Amazônia, Mata Atlântica, Pantanal e Caatinga. De

Digitized by Google

acordo com MMA (2011), o Cerrado ocupa grande parte do Brasil Central, sendo a maior região de savana tropical da América do Sul. Segundo Sano *et al.* (2007), a cobertura vegetal original em percentual da área compreende: o Distrito Federal com 100% e dez estados; Goiás 97%, Tocantins 91%, Maranhão 64%, Mato Grosso do Sul 60%, Minas Gerais 57%, Mato Grosso 40%, Piauí 37%, São Paulo 33%, Bahia 27%, e Paraná 2%.

Dentro do Bioma Cerrado, a produtividade do coco macaúba, de acordo com Silva (2007), é de 25.000 kg/ha/ano. Para análise emergética da produção extrativista do coco da macaúba, dentro deste Bioma, idealizou-se um sistema com uma escala representativa pequena e universal, uma área de um hectare, (10.000 m_2), onde todos os dados são representados em kg/ha, seJ/ha e J/ha. Os dados utilizados neste trabalho foram obtidos a partir de pesquisa na literatura científica, como artigos, dissertações, teses e livros. Os dados coletados levaram em consideração valores médios para este Bioma, sendo assim, considera-se que os resultados obtidos podem se estender para qualquer parte do bioma Cerrado, no território brasileiro. O sistema em estudo compreende a extração e transporte dos frutos até o depósito da indústria de transformação desta matéria-prima.

Com o objetivo de aferir a sustentabilidade em estudo, a análise emergética se utiliza de diferentes índices tais como: emergia total (Y), transformidade (Tr), taxa de rendimento emergética (EYR), renovabilidade (%R), taxa de investimentos emergéticos (EIR), carga ambiental (ELR), índice de sustentabilidade emergética (ESI) e taxa de intercâmbio (EER).

2. UMA DISCUSSÃO PERTINENTE SOBRE A ANÁLISE EMERGÉTICA

O conceito de análise emergética tem como referência o livro publicado por Odum em 1996, a sua obra: *Environmental accounting, emergy and decision making*, e tem sido amplamente utilizada em pesquisas sobre índices para avaliação da eficiência e impacto ambiental de sistemas agrícolas, mas que vem se atualizando ao longo dos últimos 20 anos (SCHMITT, 2009). Para Odum (2000) a emergia, além de ser uma medida da riqueza real, é definida como a soma da energia disponível de um tipo, adquirida anteriormente de forma direta e indireta, para fazer um produto ou serviço. Assim, para Odum; Brown; Brandt-Williams (2000) emergia é uma medida universal da riqueza real do trabalho, da natureza e da sociedade feita em uma mesma base.

Digitized by Google

De acordo com Brown *et al.* (2000), existem dificuldades em comparar os valores dos benefícios humanos e os impactos no meio ambiente. Como solução deste impasse, deveriam ser avaliados os benefícios e as perdas em mesma base de medida, permitindo a comparação. A avaliação usando emergia possibilita medir benefícios humanos e serviços ecossistêmicos na mesma base de medida, onde se coloca todos os fluxos na mesma unidade, a emergia solar e, se compara as alternativas como sistemas agrícolas por meio dos índices emergéticos. Ao invés de dissecar e quebrar os sistemas para suas análises, a síntese de emergia se esforça para compreender mantendo a integridade destes sistemas.

Ainda segundo Brown *et al* (2000), em alguns casos a avaliação é feita para determinar a aptidão de uma proposta de desenvolvimento, em outros, pode ser uma questão de comparar diferentes alternativas. A avaliação pode estar buscando o melhor uso dos recursos para maximizar resultado econômico positivo. Deste modo, a última etapa na avaliação é calcular os índices de emergia em que se relacionam os fluxos de emergia da economia com as do meio ambiente, que permite a previsão da viabilidade econômica, capacidade de carga ou adequação. Ainda, utilizando os resultados das tabelas de análise de emergia, se faz as relações entre os custos e os benefícios dos desenvolvimentos propostos, bem como, os conhecimentos relacionados ao uso sustentável dos recursos.

A análise emergética é discutida e comparada com análise energética, em Brown e Herendeen (1996), onde concluem que os conceitos são comparáveis, mas, as análises possuem algumas diferenças como o tratamento concedido aos dados em sua análise e, por dar considerações diferentes em suas conclusões. Como: a energia não inclui a energia provinda do meio ambiente, a emergia inclui. Na emergia está incluída a mão de obra, o que não ocorre na energia. Na análise emergética, os processos possuem mais do que uma saída. Ao final da análise comparativa, Brown e Herendeen creem que, a análise emergética aponta uma consistente e, mais compreensiva síntese de interdependências que conduzem os sistemas ecológicos e econômicos do que a análise energética.

No Brasil, a análise emergética é representada, principalmente, pelo Professor Ortega (Enrique Ortega da Universidade Estadual de Campinas – São Paulo – BR), que em Ortega *et al.* (2010), realizou modificações e adaptações no sistema de cálculos dos índices emergéticos construídos por Odum. Diante disso,

Digitized by Google

adotaram-se neste estudo os índices criados por Odum e, também, os modificados por Ortega.

Para a realização da análise emergética se observou as três etapas metodológicas: (a) elaboração de diagrama sistêmico; (b) construção de tabela do cálculo da emergia total; e, (c) cálculo e discussão dos índices emergéticos (ORTEGA *et al.*, 2010). Os fluxos de entrada e saída do sistema de produção extrativista da macaúba foram quantificados a partir de informações obtidas da literatura. A avalição emergética foi realizada por meio de índices clássicos elaborados por Odum (1996) e dos modificados que incluem a fração renovável em cada fluxo de entrada (ORTEGA; ANAMI; DINIZ,2002).

Os índices emergéticos foram descritos e calculados tendo como base os seguintes dados:

a) Transformidade (Tr): é a transformidade solar de um recurso gerado por um sistema, que considera o quociente da emergia total requerida (Y) pela energia do produto ou serviço (ep), isto é, $\mathrm{Tr} = \frac{\mathrm{Y}}{\mathrm{ep}}$ (ODUM, 1996). Considerado o primeiro índice e, avalia a qualidade do fluxo de energia, pode-se compará-lo com as transformidades de outras formas de energia e outros sistemas. Sendo que sua unidade é expressa em emergia por unidade de energia, (seJ/J), massa, (seJ/kg), ou dinheiro, (seJ/US$) (AGOSTINHO, 2005). A transformidade do sistema é também, um índice do valor real do produto (ORTEGA *et al.*, 2010).

b) Renovabilidade Emergética (%R): utiliza-se este índice para avaliar a sustentabilidade dos sistemas de produção, é expresso em porcentagem, sendo definido como a razão entre emergia dos recursos naturais renováveis utilizados (R), materiais renováveis (MR) e serviços renováveis (SR) e a emergia total usada pelo sistema (Y) (AGOSTINHO, 2005). Equação original,$\%\mathrm{R} = \frac{\mathrm{R}}{\mathrm{Y}} \mathrm{x}\, 100$ (ODUM, 1996). Equação modificada,$\%\mathrm{R} = \left(\frac{\mathrm{R}+\mathrm{M_R}+\mathrm{S_R}}{\mathrm{Y}}\right)$(ORTEGA; ANAMI; DINIZ, 2002). De acordo com Ortega *et al.* (2010), sistemas produtivos com alta renovabilidade acabam prevalecendo no longo prazo em relação aos sistemas com índice baixo.

c) Índice de Rendimento Emergético (EYR): equação original,$\mathrm{EYR} = \frac{\mathrm{Y}}{\mathrm{F}}$(ODUM, 1996). Equação modificada, $\mathrm{EYR} = \frac{\mathrm{Y}}{\mathrm{M_N}+\mathrm{S_N}}$ (ORTEGA; ANAMI; DINIZ, 2002). Segundo Agostinho (2005), é uma medida da incorporação de emergia da natureza, sendo expresso como a relação do total de emergia investida (Y), por unidade de retorno

Digitized by Google

econômico (F), sendo a variável (F) que considera os materiais não renováveis (MN) e os serviços não renováveis (SN) utilizados no sistema. Este índice emergético indica quanta energia primária é disponibilizada para a economia que consome o produto, é um índice que aponta se o processo retorna ao setor econômico mais emergia do que adquire. De acordo com Brown e Ulgiati (2004), os processos cujo EYR é 1 ou apenas ligeiramente superior não fornecem emergia líquida significativa para a economia e, fontes de energia primária como petróleo bruto, gás natural, carvão e urânio, normalmente apontam EYR superior a 5 e, fontes de energia secundária como o aço e o cimento apontam moderada contribuição para a economia com EYR entre 2 e 5.

d) O Índice de Investimento Emergético (EIR): equação$\mathrm{EIR} = \frac{\mathrm{F}}{\mathrm{I}}$(ODUM, 1996). Equação modificada $\mathrm{EIR} = \frac{\mathrm{M_N+S_N}}{\mathrm{R+M_R+S_R+N}}$ (ORTEGA; ANAMI; DINIZ, 2002). De acordo com Agostinho (2005), este índice mede o investimento da sociedade em relação a contribuição da natureza na produção de um certo produto. Este índice se obtém com a divisão do investimento emergético entre a emergia da economia externa (F) e os insumos provenientes da natureza (I). Pode ser interpretado como um índice de competitividade, com o índice (EIR) menor, se tem maior competitividade.

e) Taxa de Intercâmbio (EER): $\mathrm{EER} = \frac{\mathrm{Y}}{\mathrm{p*US\$\ x\ seJ.US\$}}$(ODUM, 1996). De acordo com Cavalett (2008), é obtido por EER = Y / [produção x preço x (emergia por US$)]. Segundo Agostinho (2005) este índice é obtido pela divisão da emergia do produto pelo valor de emergia do pagamento (emergia/dinheiro), onde a emergia contabiliza todas as fontes energéticas utilizadas pelo sistema natureza e economia do país em determinado ano e, o dinheiro é o produto nacional bruto (PNB), este na taxa média anual. Para Odum (1996), quando EER igual a um, o produtor e o consumidor estão em igualdade na quantidade de emergia, indicando que nenhum obtém vantagem relativa sobre o outro. Quando EER é menor que um, o produtor tem vantagem sobre o consumidor. E, quando se tem EER maior que um, o produtor perde emergia, empobrece; ou seja, a razão emergética está beneficiando o consumidor.

f) Índice Carga Ambiental (ELR): equação original$\mathrm{ELR} = \frac{\mathrm{N+F}}{\mathrm{R}}$Brown e Ulgiati (2004). Equação modificada$\mathrm{ELR} = \frac{\mathrm{N+M_N+S_N}}{\mathrm{R+M_R+S_R}}$(ORTEGA; ANAMI; DINIZ, 2002),é o indicativo do estresse que o sistema impõe sobre o ambiente. Na teoria, ELR = 0 (zero) indica ecossistemas naturais maduros. Quanto maior a ELR, devido ao uso de

Digitized by Google

recursos não renováveis, maior é a distância entre os sistemas de produção e os ecossistemas locais.

g) Índice de Sustentabilidade (ESI), avalia a contribuição do sistema para a economia por unidade de carga ambiental. O índice menor que um, indica quando o sistema não é sustentável e, se apresenta em economias altamente desenvolvidas, entre um e dez, se apresentando em economias em desenvolvimento e, acima de dez aponta economias que ainda não apresentam significativo desenvolvimento industrial, $\mathrm{ESI} = \frac{\mathrm{EYR}}{\mathrm{ELR}}$ (BROWN e ULGIATI, 2004). Segundo Ortega *et al.* (2010), quanto maior o índice maior é a contribuição econômica sem grandes perturbações ambientais e mais sustentável no longo prazo será o sistema.

3 ECONOMIA, ENTROPIA E EMERGIA

A ótica puramente econômica do sistema é representada pela economia tradicional, a qual não considera nenhuma forma de ligação entre o sistema econômico e o sistema ecológico em suas atividades de produção e consumo, o modelo econômico puro, não contempla as restrições ambientais. Nesta visão mecanicista do sistema, não há nenhum obstáculo que o impeça de produzir, podem-se explorar os recursos naturais de forma soberana e tranquila, sempre estarão disponíveis, bem como a natureza será capaz de absorver todo e qualquer resíduo despejado pelo processo produtivo, independentemente de sua intensidade. Não há preocupação com o meio ambiente, com recursos naturais, a poluição e depleção. Os problemas como os dos impactos ambientais e suas consequências, para os Neoclássicos, são tratados como “externalidades”, e podem ser introduzidas no sistema de preços, como forma de corrigir as falhas de mercado (CAVALCANTI, 2010).Neste contexto Daly e Farley (2003), observam que as externalidades podem se apresentar como positivas ou negativas. As externalidades positivas vão desde a redução dos impostos sobre práticas de cultivo que conservam o solo a investimentos das empresas em capacitação de mão de obra. Como exemplo de negativas tem-se: poluição, desmatamento que provoca a erosão, assoreamento e do escoamento de nutrientes, podendo depositá-los nos recifes de corais afetando a pesca e o turismo.

De acordo com Costanza *et al.* (1997), é comum se perguntar qual é o valor da atmosfera para a humanidade, ou ainda que valor tem a infraestrutura das rochas e do solo, como sistema de apoio. Porém, como valor no total é infinito, muitos serviços

Digitized by Google

dos ecossistemas são literalmente insubstituíveis. Faz-se necessário começar a dar peso adequado no processo de tomada de decisão ao estoque de capital natural, que produz bem-estar atual e futuro evitando consequências drásticas.

Na visão ecológica, considera-se a utilização das reservas energéticas e de matérias-primas, em qualquer estratégia de desenvolvimento e, portanto, de industrialização, tem como resultado consequências para o meio ambiente em todas as regiões do mundo. Deste modo, atividades econômicas transformam o meio ambiente e, este alterado constitui uma restrição externa para o desenvolvimento econômico e social (ALTVATER, 1995). Neste âmbito Daly (2008), observa que, a alteração mais importante ocorrida nos últimos tempos tem sido o grande crescimento de um subsistema, denominado economia, dentro de um sistema maior, a biosfera.

Neste sentido Daly e Farley (2003), atentam que, a economia ecológica prevê a macroeconomia como parte de um sistema maior que o envolve e o sustenta por inteiro, que é a Terra e seus ecossistemas. Neste sentido Cavalcanti (2010), comenta que, não há dúvidas que a economia ecológica vê o sistema econômico como subsistema da natureza e que se submete a essa.

A economia ecológica não defende o fim do desenvolvimento econômico, apenas o crescimento físico. O crescimento contínuo da produção do subsistema econômico deve sobrecarregar a capacidade do ecossistema global que o sustenta, pois, o crescimento infinito é impossível no sistema fechado, chamado de biosfera (DALY e FARLEY, 2003). Para Georgescu-Roegen (1987), este processo é visto como um fenômeno qualitativo, onde há mudança de um estado de baixa entropia para um estado de alta entropia. No início do processo há baixa entropia através de energia, estrutura e materiais ordenados e, no final do processo como resultado se tem a alta entropia através da energia, estrutura e materiais dispersos.

Para Altvater (1995), o sistema industrial capitalista moderno é dependente de recursos naturais numa amplitude que não se conhece e, libera emissões tóxicas no ar, nas águas e nos solos e, com isso acaba por atingir a biosfera. Em adendo, é preciso de locais para despejar os rejeitos gasosos, líquidos e sólidos para que possam ser depositados e absorvidos. Visto que, de acordo com Daly (2004) o ecossistema terrestre tem capacidade de desenvolver-se e evoluir, mas não pode crescer, e sendo o sistema econômico um subsistema do ecossistema terrestre, esse deve parar de crescer, mas pode continuar a desenvolver-se, pois, ao crescer se torna maior e ao se desenvolver se torna diferente.

Digitized by Google

Neste contexto, Georgescu-Roegen (1987), aponta que o desenvolvimento do sistema global está se aproximando de uma crise, cuja solução depende a sobrevivência das pessoas, uma crise cujas dimensões são refletidas nos números populacionais crescentes, o crescimento industrial descontrolado, a poluição e a ameaça de fome, a guerra e a decomposição biológica. Este desenvolvimento não é determinado apenas por leis inexoráveis da natureza, mas também da vontade humana, que age sobre a natureza.

Daly e Farley (2003) observam que, alguns poluentes químicos utilizados em quantidades desnecessárias, podem de forma inesperada proibir a fotossíntese, tornando a vida vegetal incapaz de absorver a energia solar que toda a vida depende. O homem tem seu destino formado em uma longa história de decisões para as quais ele é responsável, ele pode mudar o curso do destino através de nova decisão, consciente, através de um novo esforço e de vontade. No entanto, para isso é necessária uma nova visão das coisas (GEORGESCU-ROEGEN, 1987).

Ainda de acordo com Georgescu-Roegen (1987), no passado, a produção tem sido considerada como uma benção (dádiva). As consequências negativas, só se tornaram visíveis nos últimos tempos. A produção consome necessariamente as fontes finitas de matérias-primas e energia, enquanto ao mesmo tempo em que também limita os sistemas ecológicos receptivos inundados com os resíduos de seus processos de fabricação. Convencionalmente o economista mede o crescimento por meio da prosperidade monetária nacional e social. Mas a produção atual cresce à custa do futuro e, do ambiente sensível, cada vez mais ameaçado de extinção. O fato é que, o nosso sistema é finito e não pode haver consumo de energia sem limites (GEORGESCU-ROEGEN, 1987). De acordo com Altvater (1995), o sinal do limite é percebido no sistema quando determinados valores limítrofes são atingidos, e assim, quando constatado este limite, será tarde demais.

A natureza tem sua capacidade de absorção e de transformação tendencialmente decrescente, já que os encargos do passado atuam como restrições no presente. A limitação da capacidade é em função de: primeiro pela ampliação dos encargos humanos; em segundo pela destruição da capacidade restante de absorção da energia solar e, portanto, da produção da biomassa, pela redução da área das florestas (ALTVATER, 1995). Miguel Rubí (2008) comenta que, a segunda lei da termodinâmica diz que o universo vem se tornando cada vez mais desordenado e, não há como reverter esta situação. Não há tecnologia capaz de criar máquinas que

Digitized by Google

não desperdice alguma energia e evite o desgaste. Assim, Daly e Farley (2003) observam que a entropia é uma rua de sentido único de mudança irreversível, um aumento contínuo de desordem do universo.

Para Rohde (1994), é possível identificar dentro da visão puramente econômica do sistema, que há quatro fatores principais que tornam a civilização contemporânea insustentável no médio e no longo prazo: 1) trata-se do crescimento da população humana de forma exponencial; 2) refere-se a perda de elementos fundamentais da natureza; 3) diz respeito ao uso de tecnologias inadequadas de baixa eficácia energética utilizadas nos sistemas produtivos; 4) traz o problema relacionado ao sistema de valores que instiga a expansão sem limites do consumo material. Neste contexto Daly (2004) atenta que, os recursos renováveis devem ter sua exploração de forma que: as taxas colhidas não devem ultrapassar as taxas de reposição e, as emissões da poluição em forma de resíduos não excedam a capacidade de assimilação renovável do meio ambiente local. E que, a exploração dos recursos não renováveis deveria ser a uma taxa igual à capacidade de criação de substitutos de origem renovável.

Assim como toda a humanidade, toda a vida acontece na biosfera e nas esferas abióticas do planeta Terra, e assim constituem o sistema ecológico global, portanto, as ações sobre as reservas naturais possuem efeitos globais e nenhum ser vivente será isento de suas consequências (ALTVATER, 1995). Diante do cenário exposto, a sustentabilidade deve ser inserida nas decisões econômicas humanas.

Todas as decisões são decisões ambientais, todas as ações humanas acontecem dentro do ecossistema e da biosfera, cada ação exige recursos e geram resíduos e, o impacto depende da forma da extração dos recursos, de como usá-los e de como o ambiente será afetado pelos resíduos. As decisões sobre conservação e gestão de recursos comparam perdas e benefícios. De um lado está a humanidade e suas demandas, como postos de trabalho, alimento a ser produzido, atividade econômica induzida e, por outro, as perdas dos estoques ecológicos e dos recursos derivados deles como produção primária, diversidade da fauna e da flora e, funções ecológicas vitais para a regulação climática (BROWN *et al.*, 2000).

Ainda de acordo com Brown *et al.*, (2000), existem dificuldades em comparar os valores dos benefícios humanos e os impactos no meio ambiente. Como solução deste impasse, devem ser avaliados os benefícios e as perdas em mesma base de medida, permitindo a comparação. A avaliação usando emergia possibilita medir

Digitized by Google

benefícios humanos e serviços ecossistêmicos na mesma base de medida, onde se consegue colocar todos os fluxos na mesma unidade, a emergia solar e, se pode comparar as alternativas como sistemas por meio dos índices emergéticos. Assim, a contribuição da natureza geralmente considerada gratuita, passa a ter seu valor reconhecido, bem como as externalidades negativas produzidas no processo produtivo. Tem-se assim a possibilidade de uma análise que considera o todo, integrando todas as partes e suas inter-relações, como se faz neste estudo com a macaúba medindo suas potencialidades.

4 O ECOSSISTEMA DA MACAÚBA: PRODUTOS E SEUS DERIVADOS

A palmeira macaúba pertence à família *palmae*, seu nome científico é *Acrocomiaaculeata. Acrocomia* significa "mecha na altura", e aculeata que dizer espinhenta, pois geralmente possui espinhos em seu caule. A macaúba é originária do Brasil, encontra-se em quase todo o país, estendendo-se de São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e por todo o Centro Oeste, Norte e Nordeste. Encontra-se também no Paraná, porém em proporção bem menor (ARISTONE e LEME, 2006).

A palmeira macaúba possui o tronco ereto e cilíndrico, com diâmetro variando entre 30 a 40 centímetros, e atinge até 20 metros de altura (SILVA, 2007). A figura 1 ilustra estas características da palmeira macaúba. Sendo em 1 A. a presença de uma planta adulta da macaúba e, em B. se tem os aspectos da parte produtiva, com a presença dos cachos onde os frutos estão em fase de amadurecimento. Esta realidade foi presenciada no Norte do Estado do Tocantins. Neste sentido, Santos Júnior *et al.*, (2012) observam que, as palmeiras jovens têm na região dos entre nós, espinhos pretos com aproximadamente 10 centímetros de comprimento.

Segundo Silva (2007), é uma planta que apresenta bastante resistência a secas, queimadas, pragas e doenças. Possui cicatrizes foliares anuais com distância entre 10 centímetros entre si ao longo de quase todo o tronco, contém entre 20 e 30 folhas com 3 a 5 metros de comprimento, crespas e que compõe copa rala e aberta. Em adendo, Santos Júnior *et al.*, (2012), as folhas possuem muitos espinhos, e mesmo depois de secas permanecem grudadas no tronco. Na figura 1 visualiza-se a planta adulta

Digitized by Google

Figura 1. A). Vista geral da palmeira macaúba. B). Vista da produção do coco da macaúba.

Fonte: elaboração própria.

O sistema radicular é profundo e bastante desenvolvido (SILVA, 2007). Aristone e Leme (2006) observam que o florescimento ocorre de setembro a janeiro. Seu fruto leva de 13 a 14 meses para amadurecer. Santos Júnior *et al.*, (2012) atentam que a frutificação ocorre entre o quarto e sexto ano de vida da planta, e permanece produzindo por muitas décadas.

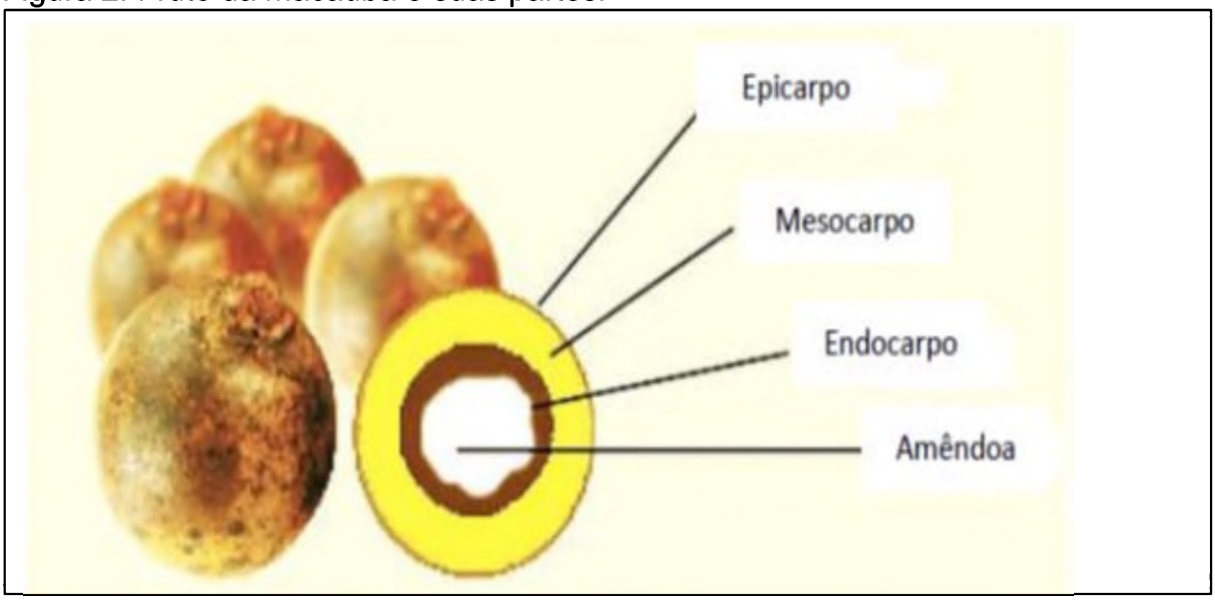
As folhas apresentam teor de proteínas baixo com alto teor de fibras, sendo recomendado o seu uso apenas como volumoso de baixa qualidade para ruminantes. Utilizam-se os folíolos para a fabricação de fibras têxteis que se transformam em linho de cor branco-esverdeado, fino, macio, com bastante resistência, empregado na fabricação de linhas de pesca, cordas, cordões e tecidos para redes. Os pecíolos, quando tratados, fornecem material para a indústria têxtil, na produção de fibras ou para produção artesanal de chapéus, cestas, balaios e outros. Os espinhos são duros e resistentes e as rendeiras já os utilizaram como alfinetes e agulhas em seu trabalho. Com as inflorescências, podem-se confeccionar decorações, principalmente nos festejos natalinos (SIVA 2007).

O fruto é o produto economicamente mais representativo da palmeira macaúba, é esférico ou ligeiramente achatado, quando maduro, o epicarpo é duro e quebradiço. A polpa ou mesocarpo é fibroso de sabor adocicado. O endocarpo é fortemente aderido à polpa fibrosa. A amêndoa é oleaginosa e comestível, em regra

Digitized by Google

geral os frutos possuem uma e, muito raramente duas ou três amêndoas, correspondendo a duas ou três lojas seminais. O óleo da polpa possui elevada acidez, quase sempre superior a 40%, o que torna inviável sua utilização na alimentação humana, adquirindo mau cheiro, de coloração marrom escuro e rançoso. Para atingir o máximo de rendimento, o fruto necessariamente precisa estar totalmente maduro quando colhido e processado (SILVA, 2007). Na figura 2 visualiza-se o fruto inteiro da macaúba e suas partes.

Figura 2. Fruto da macaúba e suas partes.



Fonte: Adaptado de Farias, 2010.

Para o armazenamento dos frutos, Santos Júnior *et al.*, (2012) observam que, um melhor aproveitamento é obtido quando armazenados em baixa temperatura, ou mesmo congelados, porque ao natural dura pouco tempo.

Em linhas gerais, a tabela 1 evidencia que o coco macaúba é constitui-se das seguintes partes:

De acordo com Silva (2007), os estudos do epicarpo evidenciam que o teor de proteínas é bastante reduzido e os teores de fibras e de óleo são elevados; o seu uso pode ser recomendado como fonte reguladora de proteínas nas formulações de rações, quando misturado com as tortas residuais da polpa e das amêndoas; é descartado o seu uso para animais monogástricos, mas pode ser usada, com reserva, para ruminantes.

Digitized by Google

Tabela 1: Constituintes do coco macaúba, características e aplicações.

Constituintes	%	Características e aplicações
Epicarpo	20 a 30	Composta de um tecido rico em fibras, a superfície interna é porosa e contém certo teor de óleo, 4 a 5%; é dura, porém, quebradiça; quando novas possuem uma impubescência, maduras já não possuem; a sua coloração é verde-oliváceo, variando para pardacento. Rica em potássio e teores desejáveis de sódio, cálcio, fósforo, magnésio e sílica; servindo de fertilizantes e rações.
Mesocarpo	30 a 40	Quando maduro possui a polpa amarela, adocicada e aromatizada, oleosa, podendo atingir até 62% de óleo, quando verdes, este índice cai para menos de 10%. Após a colheita deve ser tratada para que não se deteriore.
Endocarpo	± 31	É um tecido lignificado muito duro e resistente, sendo o protetor por excelência das amêndoas; fornece um excelente carvão.
Amêndoa	6 a 7	Formada por uma massa branca, macia, oleaginosa, aromática, doce, de gosto agradável e comestível; são naturalmente protegidas pelo endocarpo e podem ser armazenadas durante certo tempo sem se deteriorar; o seu teor de óleo varia de 60 a70%.

Fonte: Adaptado de Silva, 2007.

Segundo Silva (2007), o mesocarpo contém uma mistura de óleo, matérias amiláceas, corantes e fibras. A sua composição varia de acordo com o grau de maturação do fruto, é rica em umidade quando verde e pobre em matéria graxa, suas fibras são muito coladas aos outros tecidos, além de ter uma manipulação praticamente impossível. O óleo de frutos frescos se apresenta amarelo dourado, escurecendo com a queda da qualidade dos frutos. O óleo é apropriado para a fabricação de sabão e, quando extraído de frutos frescos, apresenta um teor de ácidos graxos livres, podendo ser refinado e destinado para fabricar sorvetes, margarina e ser usado na culinária como óleo de fritura.

O óleo refinado da amêndoa apresenta baixo teor de ácidos graxos livres, podendo ser usado na culinária, na fabricação de margarina e até substituir o óleo de oliva. Também pode ser usado para a fabricação de sabonetes, xampus e outros espumantes.

Digitized by Google

Do epicarpo, a energia produzida refere-se a própria combustão do mesmo, servindo para aquecer ambientes e fornalhas e, com o óleo bruto extraído do epicarpo, passando pelo processo de transformação que pode ser o de transesterificação, se obtém o biodiesel, produto usado em combustão em motores.

Com o óleo bruto extraído do mesocarpo, passando pelo processo de transformação que pode ser o de transesterificação, se obtém o biodiesel, produto usado em combustão em motores e, nesse processo, outro produto obtido é a torta, que submetida ao processo de liquefação, se produz o combustível líquido, neste caso, o bioetanol.

Com o endocarpo, a energia produzida vem da própria combustão do mesmo, servindo para aquecer ambientes e fornalhas, bem como passando pelo processo de carbonização se transformando em carvão, podendo ser usado também no aquecimento de ambientes e fornalhas.

A macaúba tem baixa porcentagem de germinação, devido a impermeabilidade do endocarpo, e neste sentido a propagação que se dá por fruto/semente, apresenta certos obstáculos aos métodos convencionais utilizados (SILVA, 2007). Neste sentido Santos Júnior *et al.*, (2012), observam que por ser a macaúba uma planta rústica e primitiva, sobrevive muito bem a queimadas, sendo comum dizer que as mudas surgem após a queimadas, o que tem um grande fundo de verdade, pois o fogo promove a quebra de dormência das sementes.

A época de colheita no Brasil ocorre de acordo com as diversidades climáticas regionais, embora ocorra com maior frequência de dezembro a maio. Quando maduros os frutos caem naturalmente das árvores, precisando ser recolhidos e acondicionados. Após a colheita, os frutos devem ser transportados rapidamente para a usina de processamento para evitar danos com pragas (SILVA, 2007).

Farias (2010) estabelece a seguinte sequência para coleta e armazenamento do fruto da macaúba, com o objetivo de se obter o óleo da polpa com baixo índice de acidez: limpeza da área em uma ou duas semanas antes do início do amadurecimento dos frutos; coletar os frutos que não tenham rachaduras ou danos aparentes; realizar a coleta em intervalos de cinco dias, podendo ser no máximo de sete dias; colocar os frutos em água fervente logo após a coleta por 20 a 30 minutos; secar em ambiente com sol forte por no mínimo dois dias em local limpo e livre de pragas; armazenar por até 14 dias em local limpo, coberto, protegido de intempéries, previamente saneado e dedetizado e, reduzindo-se o máximo o empilhamento dos frutos; transportar até a

Digitized by Google

unidade de beneficiamento; aquecê-los na temperatura mínima de 120oC, ou até reduzir a umidade a 10%m/m; estocar por no máximo de 30 dias.

Um hectare de área pode comportar até 200 palmeiras, atingindo uma produção de até 25 toneladas de cocos por ano e das palmeiras novas e dos rebentos retira-se o palmito. Da parte externa do tronco, bastante resistente, é utilizado na construção civil rural rústica e como mourão de cerca. Da porção interna se obtém uma fécula nutritiva e uma seiva que se transforma em bebida vinhosa após fermentação. As folhas são utilizadas para forragem, cobertura de casas, indústria têxtil e artesanato (SILVA, 2007)

Segundo Melo (2012), a produção de biodiesel metílico do mesocarpo por catálise dupla, foi realizada uma primeira etapa com base na catálise ácida, para converter os ácidos graxos em ésteres alquílicos, diminuindo a acidez do óleo, tornando-o próprio para a transesterificação a partir da catálise alcalina.

5MACAÚBA: ANÁLISE EMERGÉTICA EXPLORATÓRIA E EXPLANATÓRIA

A análise emergética exploratória e explanatória da macaúba se inicia com o epicarpo do fruto, como se observa no diagrama da figura 3.

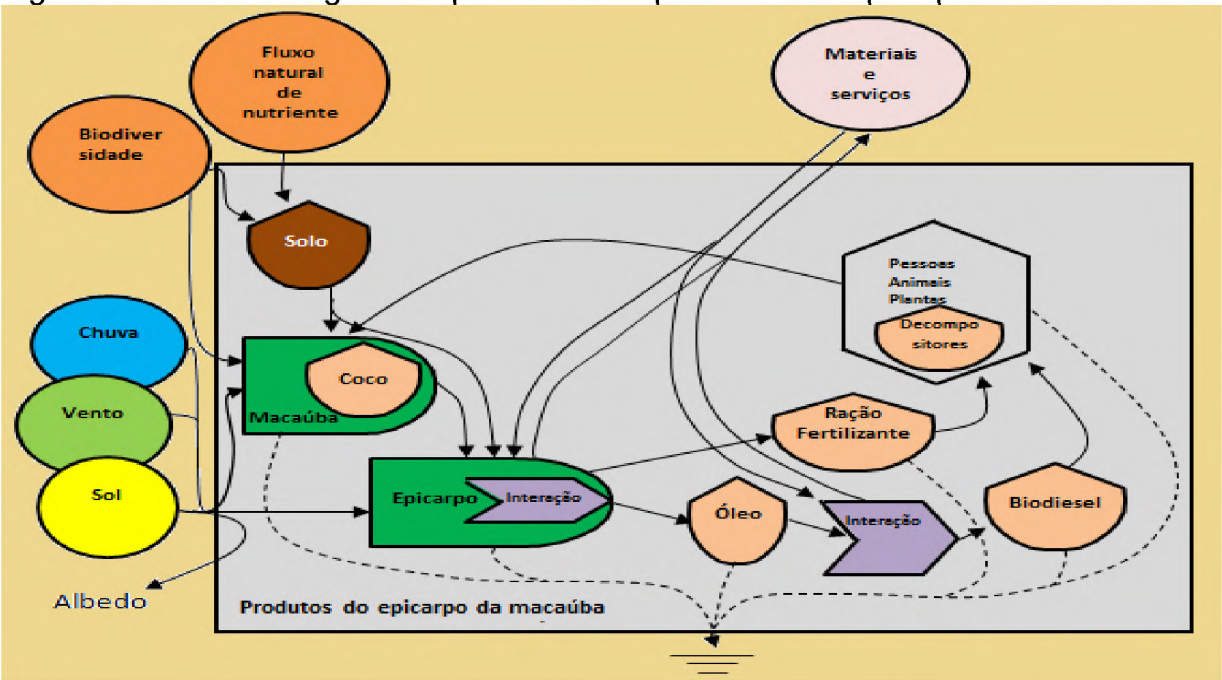
O epicarpo é parte que integra o coco macaúba, que com a interação dos materiais e serviços da economia surge dois produtos, a ração produto utilizado na alimentação de animais e, o fertilizante orgânico, que são consumidos e transformados pelos decompositores que retroalimentam a cadeia produtiva na sua base nos produtores primários, a palmeira macaúba.

Outro produto é o óleo, que com nova interação se obtém o biodiesel, fonte de energia renovável e mais limpa que o diesel obtido de origem fóssil, que será consumido nas atividades econômicas pelas pessoas como fonte de energia. A cada produto se conduz parte que se perde e vai para o sumidouro.

Do mesocarpo do coco da macaúba, na sua primeira interação dos materiais e serviços da economia surgem dois produtos, a torta que com sua decomposição destina-se para adubação de plantas.

Digitized by Google

Figura 3. Análise emergética exploratória e explanatória do epicarpo da macaúba

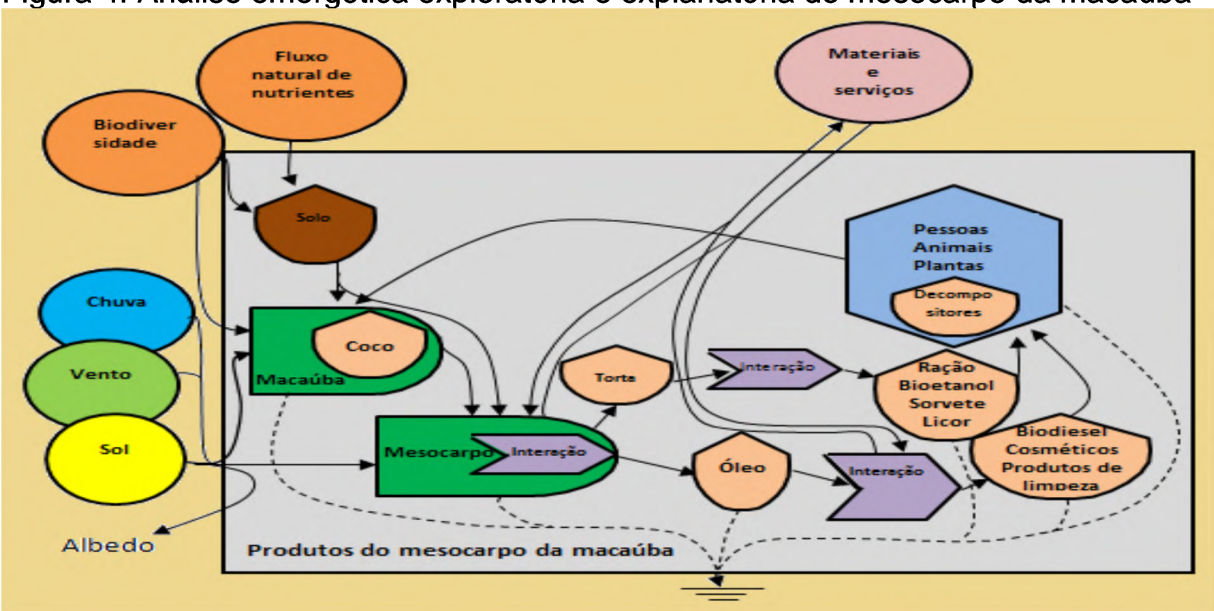


Fonte: elaboração própria.

Da torta ainda com nova interação se obtém a ração que se destina na alimentação de animais. Da torta, com nova interação se obtém o bioetanol, usado como fonte de energia considerada limpa, quando comparado a gasolina, que é produzida a partir petróleo de origem fóssil.

No diagrama da figura 4 se evidenciam os produtos do mesocarpo da macaúba.

Figura 4. Análise emergética exploratória e explanatória do mesocarpo da macaúba



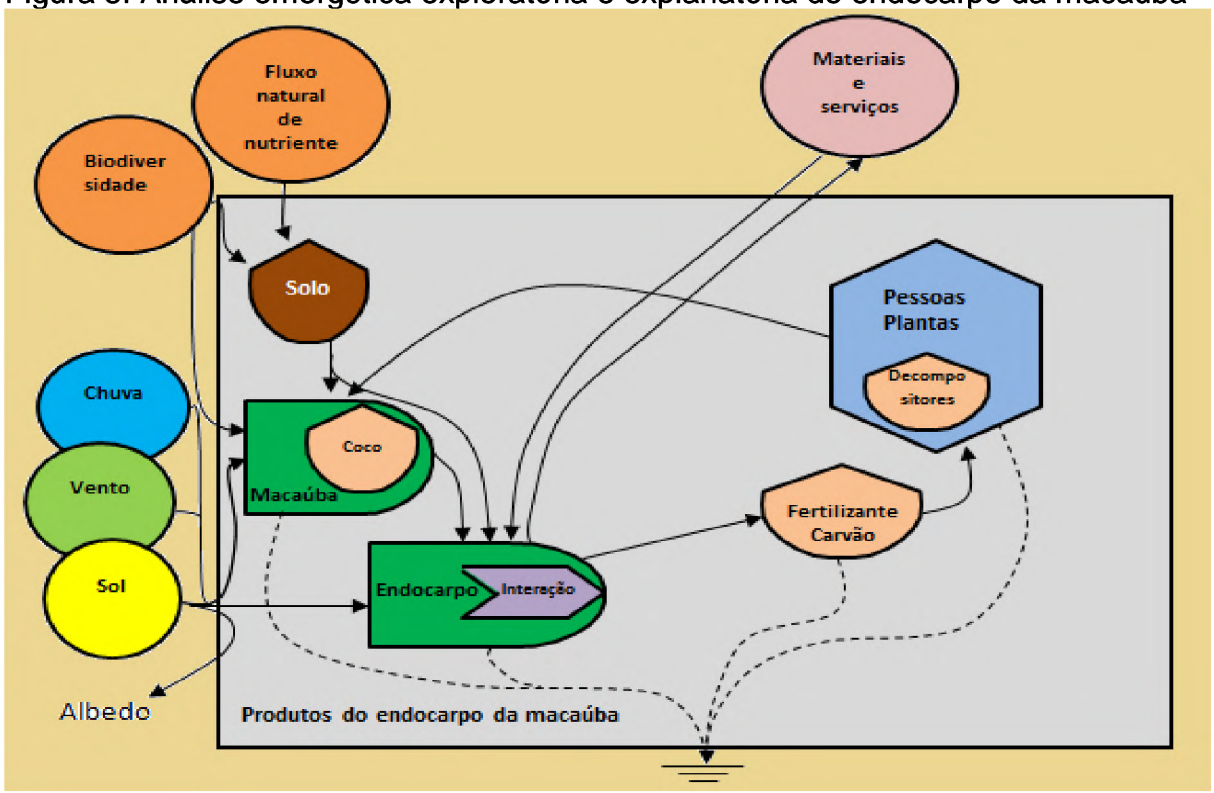
Fonte: elaboração própria

Digitized by Google

Os sorvetes e licores, que se destinam na alimentação de humanos tidos como se sobremesa. Por final, os produtos são decompostos e transformados pelos decompositores, retornando no processo de retroalimentação na base da cadeia produtiva, alimentando os produtores primários, a palmeira macaúba. O óleo extraído do mesocarpo, com nova interação se obtém o biodiesel, também usado como fonte energética mais limpa quando comparado com o diesel de origem fóssil. Os cosméticos, e os produtos de limpeza, que são consumidos nas atividades econômicas pelas pessoas. A cada produto se conduz parte que se perde e vai para o sumidouro.

O diagrama da figura 5 trata dos produtos obtidos endocarpo da macaúba. Do endocarpo do coco da macaúba, em sua interação com os materiais e serviços da economia se obtém o carvão e o fertilizante, produtos que são consumidos pelas pessoas e plantas ou decompostos e transformados pelos decompositores, retornando a base da cadeia produtiva retroalimentando os produtores primários, a palmeira macaúba. A cada produto se conduz parte que se perde e vai para o sumidouro.

Figura 5. Análise emergética exploratória e explanatória do endocarpo da macaúba

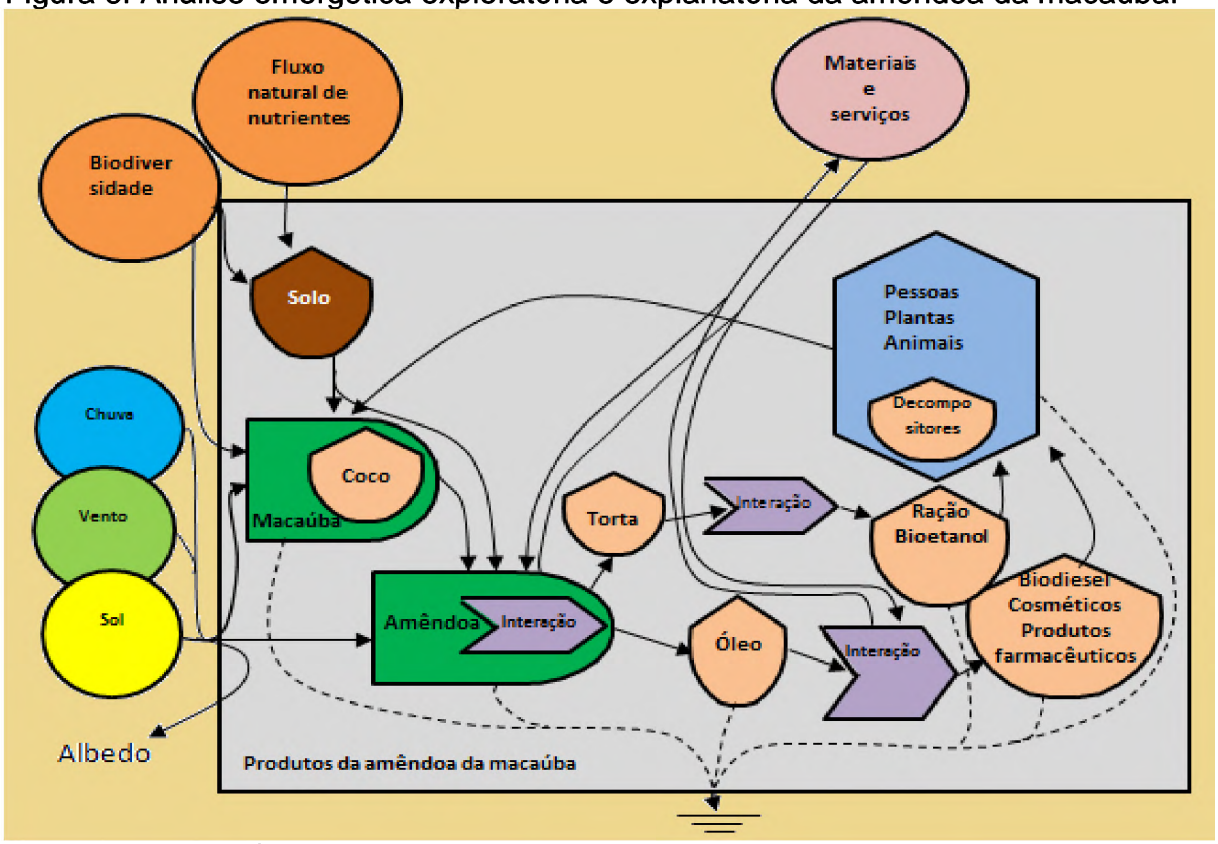


Fonte: elaboração própria

Digitized by Google

No diagrama da figura 6 se evidencia os produtos da amêndoa da macaúba. Da amêndoa da macaúba surgem dois produtos, a torta e o óleo, da torta com nova interação dos materiais e serviços da economia se obtém o bioetanol que é consumido pelas atividades econômicas das pessoas e, a ração que é consumida pelos animais ou consumida e transformada pelos decompositores e, retorna a base da cadeia alimentando os produtores primários, a palmeira macaúba.

Figura 6. Análise emergética exploratória e explanatória da amêndoa da macaúba.



Fonte: elaboração própria

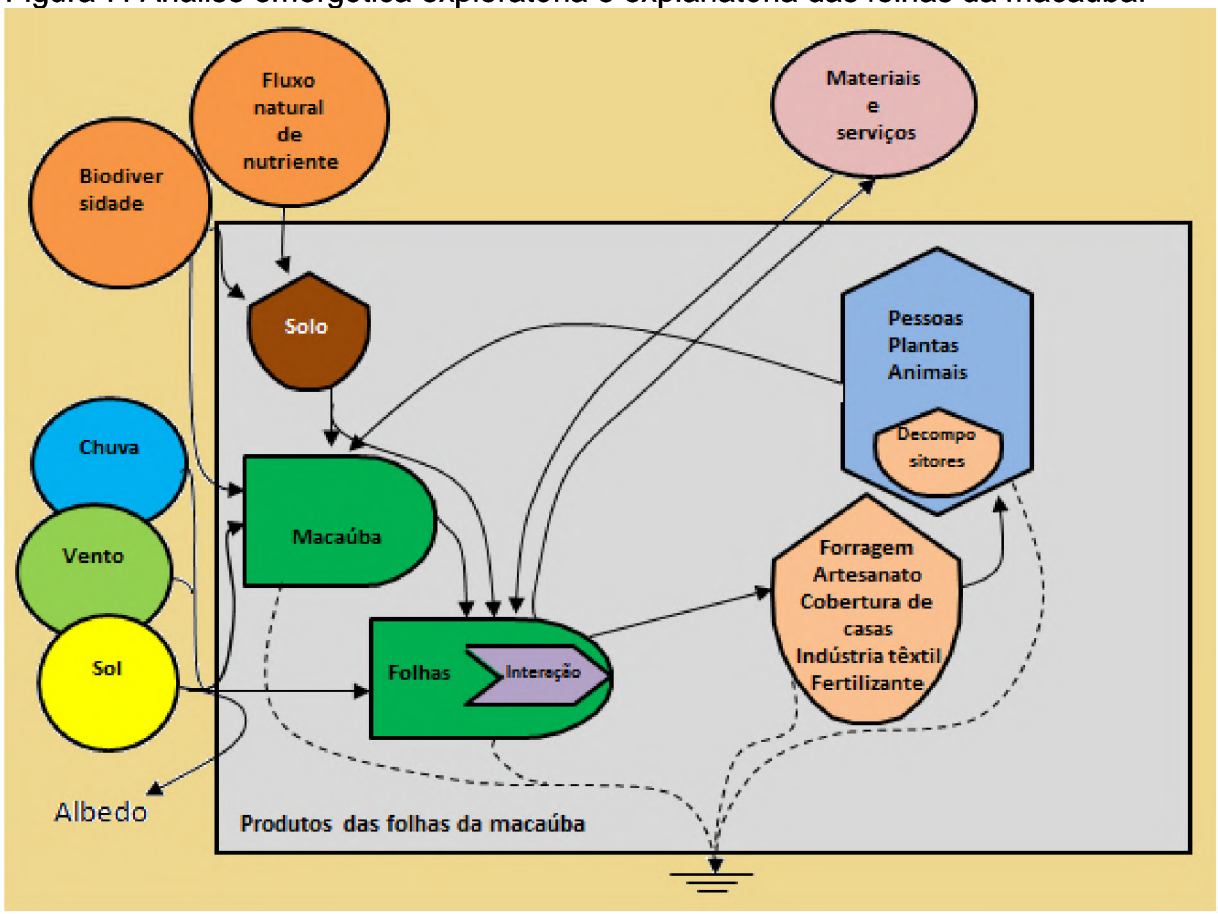
Do óleo, com nova interação se produz o biodiesel, fonte de energia renovável e mais limpa que o diesel de origem fóssil. Os cosméticos e produtos farmacêuticos que serão consumidos pelas pessoas. A cada produto se conduz parte que se perde e vai para o sumidouro.

O diagrama da figura 7 trata dos produtos obtidos das folhas da macaúba. Das folhas da macaúba com a interação dos materiais e serviços da economia se obtém os produtos como a forragem, que é usada na alimentação de animais. O artesanato, invento obtido pela arte e técnica do trabalho manual não industrializado,

Digitized by Google

feito por artesão e, que não faz parte da produção em série, que tem por fim ser usado em decoração.

Figura 7. Análise emergética exploratória e explanatória das folhas da macaúba.



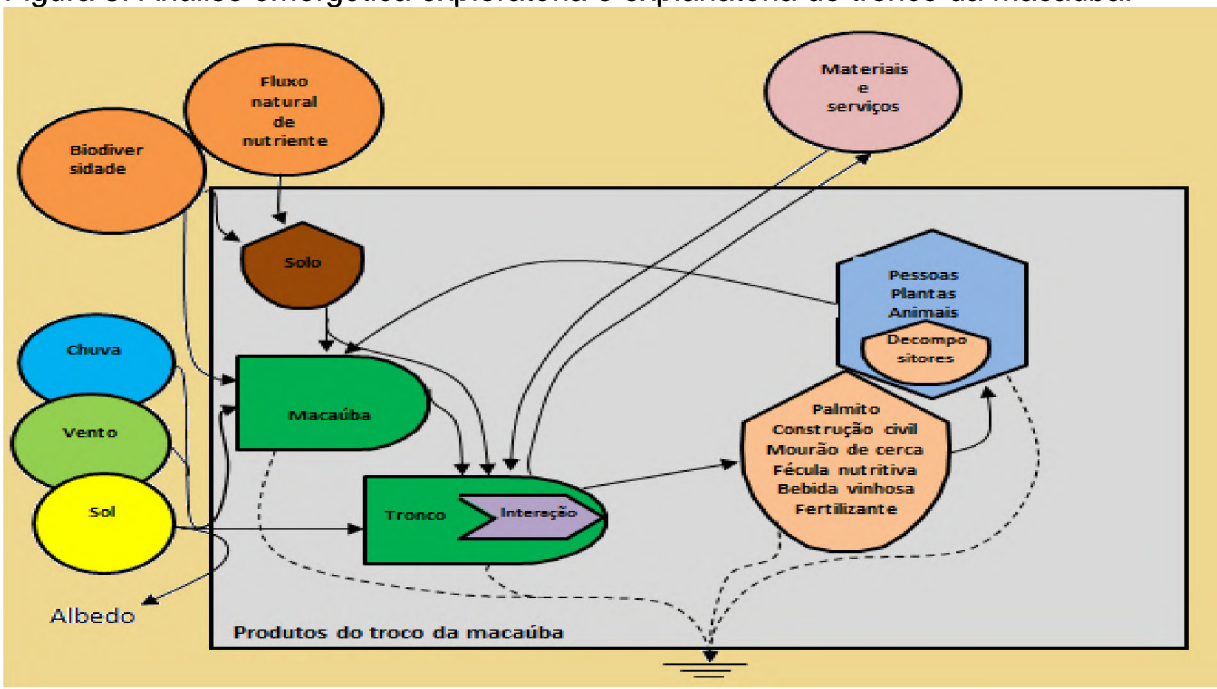
Fonte: elaboração própria

A cobertura das casas, as folhas juntadas e fixadas tornam-se excelente forma de proteção, produzindo um ambiente interno com temperatura agradável em tempos quentes. Produtos da indústria têxtil podem ser extraídos fios de boa qualidade a partir das folhas da macaúba. E, os fertilizantes, como produto final do processo, onde que após o ciclo de vida dos produtos obtidos pelas folhas através do uso, ocorre a decomposição deste material que, são consumidos e transformados pelos decompositores em resíduos que retornam para a base, retroalimentando a cadeia produtiva, neste caso a própria palmeira macaúba. A cada produto se conduz parte que se perde e vai para o sumidouro.

No diagrama que segue da figura 8 evidenciam-se os produtos do tronco da macaúba.

Digitized by Google

Figura 8. Análise emergética exploratória e explanatória do tronco da macaúba.



Fonte: elaboração própria

A partir da interação dos materiais e serviços da economia, do tronco da macaúba, se obtém o palmito como alimento, se constroem casas, se tem o mourão para cercas, a fécula para alimentação, a bebida vinhosa, e o fertilizante que, consumidos pelas pessoas e pelos animais ou consumidos e transformados pelos decompositores, retornam a base da cadeia retroalimentando os produtores primários, a palmeira macaúba. A cada produto se conduz parte que se perde e vai para o sumidouro.

6CÁLCULO E DISCUSSÃO DA EMERGIA DO SISTEMA DE PRODUÇÃO EXTRATIVISTA DO COCO BABAÇU E COCO MACAÚBA

No diagrama dos fluxos emergéticos para o sistema de produção extrativista do coco macaúba (verFigura9) são apontadas as principais entradas e saídas do sistema. É necessário elucidar que o diagrama do sistema anota somente os fatores mais importantes presentes no sistema observado, que são passíveis de quantificação dentro de uma avaliação emergética, partindo da extração do fruto na palmeira macaúba, até o depósito do coco na indústria. Consideram-se os frutos não coletados como perdas do sistema.

O diagrama da figura 9 abrange o produto em análise, a macaúba. Inicia-se com as fontes renováveis de energia, o sol, a chuva e o vento, que fornecem energia

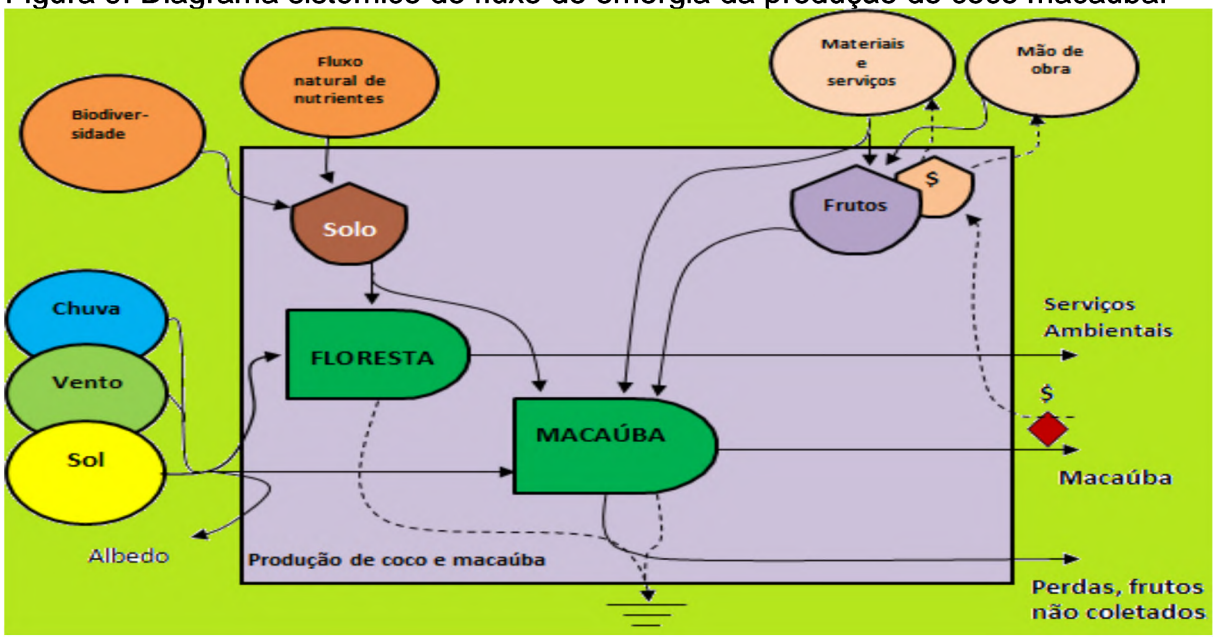
Digitized by Google

para os produtores, neste caso a floresta e as palmeiras de macaúba. O albedo representa parte da energia do sol que não é convertida e sim refletida. A biodiversidade representa o complexo natural já presente na biosfera, que pela sua existência contribui para a formação do solo, assim como os nutrientes já existentes nele, a perda do solo é considerada fluxo natural não renovável e, no sistema além de fonte de energia, é considerado um depósito justamente por ser formado pela biodiversidade e pelos nutrientes.

A floresta e, deste modo a macaúba, que se encontra dentro do sistema, é representada como produtor por fornecer serviços ambientais como: conservação das águas, nascentes, córregos e rios; alimentação humana e animal; e bem-estar de modo geral das espécies sobre o planeta Terra.

Destaca-se no diagrama, a macaúba como produtora, que recebem os fluxos de energia naturais renováveis e o não renovável. O produto fornecido neste caso são os frutos, que com o extrativismo constituído pelos materiais e serviços da economia e a mão de obra são coletados e saem do sistema e, o sistema recebe em troca o pagamento externo formado pelos recursos de troca da economia, o dinheiro.

Figura 9. Diagrama sistêmico do fluxo de emergia da produção do coco macaúba.



Fonte: Elaboração própria

Contudo, em todos os processos naturais ou tecnológicos, em que há sucessivas transformações da energia, a eficiência é sempre não crescente e, o aproveitamento não ocorre por completo, neste sentido, os produtores não

Digitized by Google

conseguem converter toda a energia recebida, parte irá sair pelo sumidouro do sistema, portanto, nem todos os frutos produzidos pelas palmeiras são coletados e, por isso existem perdas no sistema.

Os valores dos fluxos emergéticos e a emergia total do sistema de produção extrativista da macaúba são apresentados na tabela2. Para a construção desta tabela foram utilizados os cálculos no memorial do apêndice A.

Na tabela 2, se tem como contribuição mais importante no sistema de extração da macaúba a mão de obra empregada, que corresponde a 2,42x1016seJ/ha/ano, ou 76,64% do total de recursos empregados, como segundo componente mais importante encontra-se os materiais com 5,07x1015seJ/ha/ano ou 16,04% dos recursos usados e, posteriormente os recursos naturais renováveis, sua representação é de 2,19x1015seJ/ha/ano ou 6,93% do total dos recursos empregados. A produção total do coco macaúba corresponde a 25.000 kg de coco por hectare ano, equivalendo a 5,06x1011 J/ha/ano. Para produzir esta quantidade de coco macaúba foi necessário um total em emergia de 3,16x1016seJ/ha/ano.

Tabela 2: Avaliação emergética do sistema de produção extrativista do coco macaúba.

Dados[(a)]	**FR**[(b)]	**Fluxo de energia ou massa em J/ha/ano**	**Tr**[(c)] **seJ/J**	**Emergia (seJ/ha/ano)**			**%**
				R[(d)]	NR[(e)]	Total	
1. Sol	1	$1,44x10^{11}$	$1,00x10^{0}$	$1,44x10^{11}$	0,00	$1,44x10^{11}$	
2. Chuva	1	$7,00x10^{10}$	$3,10x10^{4}$	$2,17x10^{15}$	0,00	$2,17x10^{15}$	
3. Vento	1	$9,19x10^{9}$	$2,45x10^{3}$	$2,25x10^{13}$	0,00	$2,25x10^{13}$	
Total renováveis				**$2,19x10^{15}$**	**0,00**	**$2,19x10^{15}$**	**6,93**
4. Perda de solo	0	$1,00x10^{9}$	$1,24x10^{5}$	0,00	$1,24x10^{14}$	$1,24x10^{14}$	
Total não renováveis				**0,00**	**$1,24x10^{14}$**	**$1,24x10^{14}$**	**0,39**
5. Diesel	0,05	$2,61x10^{9}$	$1,11x10^{5}$	$1,45x10^{13}$	$2,75x10^{14}$	$2,90x10^{14}$	
6. Aço	0,01	$4,23x10^{2}$	$1,13x10^{13}$	$4,78x10^{13}$	$4,73x10^{15}$	$4,78x10^{15}$	
Total materiais				**$6,23x10^{13}$**	**$5,01x10^{15}$**	**$5,07x10^{15}$**	**16,04**
7. Mão de obra simples	0,9	$1,31x10^{9}$	$1,85x10^{7}$	$2,18x10^{16}$	$2,42x10^{15}$	$2,42x10^{16}$	
Total serviços				**$2,18x10^{16}$**	**$2,42x10^{15}$**	**$2,42x10^{16}$**	**76,64**
Emergia total				**$2,41x10^{16}$**	**$7,55x10^{15}$**	**$3,16x10^{16}$**	**100,00**

Notas explicativas em cálculos. [(b)] FR: fração renovável. [(c)]Tr: transformidades. [(d)] R: Emergia renovável. [(e)] NR: Emergia não renovável.
Fonte: elaboração própria

O coco babaçu possui uma energia de 3,17x1011 J/ha/ano com uma emergia de 1,64x1016 seJ/ha/ano (BONAMIGO, 2014).

Digitized by Google

Para se calcular os índices emergéticos da produção extrativista da macaúba, conforme apresentados na tabela 3, foram utilizados os dados, e os cálculos do memorial que se encontra no apêndice B.

O valor obtido para a transformidade do coco macaúba, foi dentro do esperado, visto que se trata do método de produção extrativista. As transformidades apresentadas apontam que o sistema de produção extrativista do coco macaúba é menos eficiente dos realizados por Bonamigo (2014) nos cálculos para o babaçu no sistema extrativista e mais eficiente dos realizados por Cavalett (2008), nos cálculos para a soja, no sistema convencional de produção.

Tabela 3: Índices emergéticos da produção extrativista da macaúba, do babaçu e da produção convencional da soja.

Índice	**Equação**	**Macaúba**	**Babaçu** (BONAMIGO; 2014)	**Soja** (CAVALETT, 2008)	**Unidade**
Transformidade do coco babaçu	$\mathrm{Tr} = \frac{Y}{ep}$	$6{,}25 \times 10^4$	$3{,}17 \times 10^4$	$1{,}01 \times 10^5$	SeJ/J
Renovabilidade	$\%R = (\frac{R + M_R + S_R}{Y})$	76,11	63,59	35,6	%
Rendimento emergético	$\mathrm{EYR} = \frac{Y}{M_N + S_N}$	4,26	2,81	1,80	-
Investimento emergético	$\mathrm{EIR} = \frac{M_N + S_N}{R + M_R + S_R + N}$	0,31	0,55	1,25	-
Intercâmbio emergético	$\mathrm{EER} = \frac{Y}{p \text{ x } US\$ \text{ x } seJ.\ US\$}$	3,80	2,10	2,66	-
Carga ambiental	$\mathrm{ELR} = \frac{N + M_N + S_N}{R + M_R + S_R}$	0,31	0,57	-	-
Sustentabilidade	$\mathrm{ESI} = \frac{\mathrm{EYR}}{\mathrm{ELR}}$	13,74	4,93	-	-

Notas explicativas em apêndice B
Fonte: elaboração própria

Segundo Comar (1998, p. 9) “uma transformidade maior indica um processo menos ecologicamente adaptado”. Portanto, a produção extrativista da macaúba é menos adaptada ecologicamente do sistema extrativista do babaçu e mais ecologicamente adaptado que a produção convencional de soja, que por utilizar o sistema convencional de produção despende maior quantidade de emergia para produzir uma unidade de si mesmo.

Os resultados obtidos neste estudo de extração coco de macaúba apontam que esse sistema é mais sustentável (%R) que o sistema extrativista do babaçu

Digitized by Google

indicado por Bonamigo (2014) e do sistema convencional da soja, apontado por Cavalett (2008), que apresenta índice de renovabilidade menor. Segundo Ortega *et al.* (2010), o sistema produtivo que apresentar alta renovabilidade, no longo prazo acaba prevalecendo sobre o sistema de índice menor. Atribui-se a parcela do fator mão de obra renovável, 90% encontrado por Ortega *et al.* (2010) e, aos recursos naturais renováveis, tanto para a macaúba como para o babaçu como as principais contribuições para este índice. Neste índice, a macaúba apresenta-se melhor que o babaçu, no entanto, ambos com alta renovabilidade.

Os valores apresentados na tabela 3 indicam que, para a macaúba e babaçu existe alta habilidade do sistema em utilizar os recursos locais e, oferta-los em forma de produtos como resposta aos investimentos externos. De acordo com Cavalett (2008), a diferença acima de 1,00 representa a contribuição do meio ambiente no sistema. O índice (EYR) para a produção extrativista do coco macaúba, o rendimento líquido de emergia é de 3,26. Na pesquisa desenvolvida por Bonamigo (2014) a extração do coco babaçu, apresenta um rendimento de emergia de 1,81. Nos estudos de Cavalett (2008), a produção de soja teve um rendimento líquido de emergia de apenas 0,80. Estes valores apontam a alta capacidade da palmeira macaúba em retribuir os investimentos externos.

O investimento emergético é um índice muito importante, pois, indica o uso eficiente da emergia dos investimentos em recursos da economia. De acordo com Ortega *et al.* (2010, p. 168), "o menor valor de EIR indica menor gasto de emergia não renovável, principalmente, condição que diminui o custo de produção e propicia melhor desempenho no mercado". Este valor aponta os produtos do sistema como altamente competitivos, com a macaúba obtendo melhor desempenho frente ao babaçu que também utiliza o sistema extrativista. Na produção de soja, Cavalett (2008) obteve um índice bem acima daquele obtido para macaúba. Assinala-se aqui que os investimentos econômicos efetuados, são altamente compensados pelos retornos produzidos pelos frutos.

Sabendo-se que com EER = 1, o produtor e o consumidor adquirem a mesma quantidade de emergia, neste caso, o babaçu apresenta índice melhor comparado com o da macaúba, mesmo assim, ambos apresentam benefício ao consumidor em detrimento do produtor. Tem-se uma perda de emergia por parte do produtor, portanto, o sistema se encontra fora de equilíbrio. Para o coco macaúba, o valor encontrado, além de ter sido bem acima do obtido para o babaçu, foi inclusive, acima do valor

Digitized by Google

obtido por Cavalett (2008) para a soja, o que assinala uma situação de desequilíbrio emergético, indicando empobrecimento do produtor. Atribui-se ao baixo preço pago ao coco babaçu e macaúba a principal razão deste índice, associado à alta produção energética por hectare ano, apontando que, o extrativista não é remunerado de forma equilibrada.

Índice de Carga Ambiental (ELR) aponta que o sistema se aproxima de zero, índice de um ecossistema maduro e de pouco estresse e, que significa grande uso de recursos naturais, sendo que, o índice menor que dois, é indicativo de baixa carga ambiental. O estudo aponta ser um sistema produtivo que não prejudica o meio ambiente, com a macaúba melhor que o babaçu.

O índice de sustentabilidade atingido pelo sistema para produção do coco babaçu, indica ser sustentável no médio prazo, contribuindo para o crescimento econômico sem grandes perturbações ao meio ambiente e, para produção do coco macaúba é alto, este é influenciado pelo alto índice de rendimento emergético e pelo baixo índice de carga ambiental. A macaúba apresenta índice acima de 10, indicando que o sistema tem alta sustentabilidade no longo prazo e contribui para o crescimento econômico, sem grave perturbação ambiental, com certa vantagem ao extrativismo do babaçu.

O diagrama emergético construído, também, aponta que a palmeira da macaúba fornecem benefícios econômicos e serviços ambientais como: regulação da temperatura ambiente; infiltração e percolação da água no solo; impede a erosão do solo; promove a evaporação da água; faz a fotossíntese onde absorve CO_2 e produz ar puro; produz biomassa e matéria orgânica; produz biodiesel e etanol e, produtos artesanais.

Portanto, este fruto do Cerrado, permite e tem potencial para ser explorado de forma extrativista, porém, é necessário que se respeite os limites de regeneração da espécie, contemplando a partilha da geração atual com as gerações futuras, concretizando-se, deste modo, o tripé da sustentabilidade: o social, o econômico e o ambiental.

7 CONCLUSÕES

O estudo aponta uma superioridade energética da macaúba sobre o babaçu de 59,62% em J/ha/ano. Esta superioridade ocorre por ser maior a produção de coco por hectare e seu poder calorífico por kg de coco da macaúba, também, ser maior.

Digitized by Google

A análise emergética da macaúba apresentou os índices de transformidade; rendimento emergético; renovabilidade e investimento emergético; favoráveis à exploração da macaúba no sistema extrativista. Mais ainda, quando comparado com os obtidos pelo estudo da soja feitos por Cavallet (2008) na produção convencional. Destes índices, quando se compara com o estudo do babaçu feito por Bonamigo e Abreu (2018), a macaúba somente possui menor transformidade, indicando ser um sistema menor adaptado ecologicamente.

Ao se analisar a taxa de intercâmbio emergética da macaúba, o panorama não tem apresentação cômoda, aponta-se um desequilíbrio em benefício do consumidor, que tem melhor remuneração em prejuízo do produtor, tanto para o babaçu como para a soja, indicando que este sistema ainda pode melhorar remunerando de forma adequada o produtor de macaúba.

Os índices de carga ambiental e de sustentabilidade emergética da macaúba apontam ser melhores quando comparados aos do babaçu, e que este modelo de exploração pode ser usado sem perturbações ao meio ambiente, por ser um sistema maduro.

Logo, este fruto do Cerrado, admite e tem potencial para ser empreendido de forma extrativista, entretanto, será imprescindível que se respeite a capacidade de regeneração da espécie, considerando a partilha da geração presente com as gerações futuras, consolidando-se, desta maneira, o social, o econômico e o ambiental que é o tripé da sustentabilidade. Conclui-se que é um sistema que se apresenta como uma possível alternativa de exploração econômica local e regional, desde que se faça de forma equilibrada.

Referências

AGOSTINHO, F. D. R. (2009):**Estudo da sustentabilidade dos sistemas de produção agropecuários da bacia hidrográfica dos rios Mogi-Guaçú e Pardo através da análise emergética.** 204 f.Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP. Campinas-São Paulo.

AGOSTINHO, F. D. R. (2005):**Uso de análise emergética e sistema de informações geográficas no estudo de pequenas propriedades agrícolas.** 226 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP. Campinas-São Paulo.

ALTVATER, E.(1995):**O preço da Riqueza: Pilhagem Ambiental e a Nova (Des) Ordem Mundial.** São Paulo: Ed. UNESP.

Digitized by Google

APTACAMINHÕES. **Especificações técnicas 13-180**. Juazeiro do Norte-CE. Disponível em: <http://www.aptacaminhoes.com.br/pdf/3_2_13180.pdf> Acesso em: 18/10/2011 às 16:20.

ARISTONE, F.; LEME, F. M. (2006):**Farinha da polpa de macaúba: guia completo e livro de receitas.** Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS. Centro Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico – CNPq.

BCB – Banco Central do Brasil. (2013):**Dólar americano: Cotação de fechamento do dólar no dia 14/06/2013, sexta-feira**. Disponível em: <http://www4.bcb.gov.br/pec/taxas/batch/taxas.asp?id=txdolar> Acesso em 17/06/2013 às 13:50.

BONAMIGO, F.R.. (2014):**Análise emergética do babaçu e da macaúba quando destinados à produção de biodiesel.**160 f. Dissertação (Mestrado em Agroenergia) Universidade Federal do Tocantins-UFT. Palmas. TO.BR

BONAMIGO, F. R. ABREUY. V .(2018)**Análise emergética do babaçu para uso em atividades econômicas.** Revista Energia na Agricultura. Botucatu, São Paulo, UNESP, v. 33 n. 2. p. 148 - 156, abril-junho, 2018. Disponível em: http://revistas.fca.unesp.br/index.php/energia/article/view/2220

BROWN, Mark T. *et al.*(2000) **Emergy Synthesis: Theory and Applications of the Emergy Methodology**. University of Siena. Siena, Italy, December, 2000.

BROWN, M. T.; HERENDEEN, R. A. (1996):**Embodied energy analysis and EMERGY analysis: a comparative view. Ecological Economics**, 19: 219-235.

BROWN, M. T.; ULGIATI, S.E.(2004): Analysis and Environmental Accounting. **Encyclopediaof Energy**, 2: 329-354.

CAVALETT, O. (2008):**Análise do ciclo de vida da soja.** 221 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP. Campinas-São Paulo.

CAVALETT, O. (2004): **Análise emergética da piscicultura integrada à criação de suínos e de pesque-pague.** 140 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP. Campinas-São Paulo.

CAVALCANTI, C. (2010):**Concepções da economia ecológica: suas relações com a economia dominante e a economia ambiental. Estudos avançados.** Vol. 24 nº. 68. São Paulo.

COMAR, M. V. (1998):**Avaliação emergética de projetos agrícolas e agro-industriais a busca do Desenvolvimento Sustentável.** 197 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP. Campinas-São Paulo.

Digitized by Google

CORTEZ, L. A. B.; LORA, E. E. S.; GÓMEZ, E. O. (2008):**BIOMASSA para energia.** Campinas, São Paulo, UNICAMP.

COSTANZA R.*et al.*, (1997):**The value of the world's ecosystem services and natural capital.** Nature, vol 387.

DALY, H. E. (2008):**A Steady-State Economy.** Sustainable Development Commission: UK.
_____. (2004):**Crescimento sustentável? Não, obrigado**. Ambiente & Sociedade – Vol. VII nº. 2 jul./dez.
_____; FARLEY, J. (2003):**Ecological economics: principles and applications.** Washington: Island Press.

FARIAS, T. M. (2010):**Biometria e processamento dos frutos da macaúba (*acrocomiassp*) para a produção de óleos.** 93 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia
Química) Pós-graduação em Engenharia Química da Universidade Federal de Minas Gerais. BELO HORIZONTE.

GEORGESCU-ROEGEN, N. (2010):**The entropy law and the economic process in retrospect.** InstitutfürökologischeWirtschaftsforschung. Berlin, 1987.

GOLDEMBERG, J. **Energia e desenvolvimento sustentável**. Série sustentabilidade v. 4. São Paulo: Blucher.

IBGE. **Mapa de biomas do Brasil** (2013): escala 1:5.000.000. 2004. Disponível em: <http://mapas.ibge.gov.br/index.php>. Acesso em: 20/05/2013 às 21:45.

MIGUEL RUBÍ, J. (2008).**O longo braço da segunda lei.**Scientifamerican. Disponível em: http://wwwp.fc.unesp.br/~jhdsilva/f2_SciAm_2aLei.pdf. Acesso em 17/10/2012 às 8:30.

MMA- Ministério do Meio Ambiente. (2001):**Cerrado: plano de ação para prevenção e controle do desmatamento e das queimadas.** Brasília.

ODUM, H. T. (2000): Emergy of global processes, folio #2. **In: Handbook of emergy evaluation. A compendium of data for emergy computation issued in a series of folios**. Gainesville, Center for Environmental Policy, Environmental Engineering Sciences, Univ. of Florida.

ODUM, H. T.; BROWN M. T.; BRANDT-WILLIAMS, S. (2000): Introduction and global budget, folio #1.***In*: Handbook of emergy evaluation**. Gainesville, Center for Environmental Policy, Environmental Engineering Sciences, Univ. of Florida.

ODUM, H. T. (1996): **Environmental accounting, emergy and decision making.** New York: John Wiley, 370 p.

OLIVEIRA, E. S. de. (2008):**Gaseificação da macaúba.** 2088. 77 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) Programa de Pós-Graduação em

Digitized by Google

Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB. Itapetinga-Bahia.
ORTEGA, E.; ANAMI, M. H.; DINIZ, G. (2002): Certificationoffoodproductsusingemergyanalysis. **In: III Biennial International Workshop: Advances In Energy Studies**, Porto Venere, p. 227-237.

ORTEGA, E.; BACIC, M. (2009):**Uso da metodologia emergética na análise dos sistemas de produção e consumo.** VIII Encontro Soc. Bras. Economia Ecológica - ECOECO. Cuiabá, Mato Grosso.

ORTEGA, E. *et al.* (2010): **Análise emergética de sistemas de produção de olerícolas sob manejo orgânico.** Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia v3 n3 set.-Dez.

ORTEGA, E. (220):**Manual de cálculo de emergia.** Laboratório de Engenharia Ecológica e Informática Aplicada. Campinas: FEA, Unicamp.

PIMENTEL, L. D. *et al.* (2011):**Coeficientes técnicos e custos de produção do cultivo da macaúba.** Informe Agropecuário. v.32, nº 265, p. 61-69. Belo Horizonte, nov./dez.

PINGUELLI ROSA, L. (1985): Visão integrada das fontes de energia. In: ROVERE, E. L. La**;** PINGUELLI ROSA, L.; RODRIGUES, A. P. (Org.) **Economia & tecnologia da energia.** Rio de Janeiro: Editora, Marco Zero / Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP, p. 14-38.

ROHDE, G. M. (1994): Mudanças de paradigma e desenvolvimento sustentado. In: CAVALCANTI, Clóvis. **Desenvolvimento e natureza:** estudos para uma sociedade sustentável. Recife, Brasil: INPSO/FUNDAJ, Instituto de Pesquisas Sociais**,** Fundação Joaquim Nabuco, Ministério de Educação, Governo Federal, p. 41-53. Disponível em: http://168.96.200.17/ar/libros/brasil/pesqui/cavalcanti.rtf. Acesso em: 25/12/2012 às 22:00.

SANTOS JÚNIOR, J.F. dos. *et al.*, (2012):**Bocaiuva, macaúva, macaúba, bocajá: técnicas e dicas de aproveitamento**. Campo Grande, MS: ECOA.

SANO, E. E. *et al.*(2007):**Mapeamento de Cobertura Vegetal do Bioma Cerrado: estratégias e resultados.** Embrapa Cerrados Planaltina-DF.

SCHMITT, D. E. (2009):**Uso da análise emergética como ferramenta de avaliação ambiental em uma propriedade agroecológica.** 41 f. Trabalho de conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias. Florianópolis (SC).

SILVA, J. de C. (2007): **Macaúba: Fonte de matéria-prima para os setores alimentício, energético e industrial.** Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Engenharia Florestal. Viçosa - Minas Gerais.

UBCM – Unidade de Beneficiamento do Coco Macaúba. (2013): UBCM - Associação comunitária dos pequenos produtores rurais de Riacho D'antas e adjacências –

Digitized by Google

ACPPRRDA/UBCM [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <fbonamigo@hotmail.com> em 25 de junho de 2013.

VASCONCELOS, P. (2013):**Biodiesel Caminhões.** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <fbonamigo@hotmail.com> em 11/06/2013.

Apêndice A.

Dados utilizados para calcular a tabela 2: Sistema de Produção extrativista da macaúba.

1. Sol. O valor da energia do sol (E), em J $ha^{-1}ano^{-1}$, foi calculado para a radiação solar média anual de 5,00 $kWh.m^{-2}$. ano^{-1}, (AGOSTINHO, 2009), albedo 20% (estimativa), 3600000 $J.kWh^{-1}$ (GOLDEMBERG, 2010), através da equação: E (J ha^{-1} ano^{-1}) = sol (kWh) x albedo x 10.000 (m^2) x 3600000 $J.kWh^{-1}$; portanto, E = 5,00 (kWh) x 100%-20% x 10.000 (m^2) x 3600000 = $1,44x10^{11}$ J ha^{-1} ano^{-1}. Transformidade, Tr = 1 (ODUM; BROWN; BRANDT-WILLIAMS, 2000). Fração renovável, FR = 1 (AGOSTINHO, 2005).

2. Chuva. O valor da energia da chuva (E), em J $ha^{-1}ano^{-1}$, foi calculado para a precipitação média anual de 1400 mm. m^{-2}. ano^{-1},)IBGE, 2004), energia da água 5000 J kg^{-1}(CAVALETT, 2004), através da equação: E (J ha^{-1} ano^{-1}) = chuva (mm) x Energia da água (J kg^{-1}) x 10.000 (m^2); portanto, E = 1400 (mm) x 5000 (J kg^{-1}) x 10.000 (m^2) = $7,00x10^{10}$ J ha^{-1} ano^{-1}. Transformidade, Tr = $3,10x10^4$ seJ J^{-1} (ODUM; BROWN; BRANDT-WILLIAMS, 2000). Fração renovável, FR = 1 (ORTEGA *et al.*, 2010).

3. Vento. O valor da energia do vento (E), em J $ha^{-1}ano^{-1}$, foi calculado para a velocidade média anual de 4,70 $m.s^{-1}$, (AGOSTINHO, 2009), com vento geotrópico de 60% da média anual de velocidade 2,82 $(m.s^{-1})^3$, (AGOSTINHO, 2009), densidade do ar de 1,3 $kg.m^{-3}$, Rodrigues *et al.* (2002 *apud* CAVALETT, 2004), com o coeficiente de arrasto de 0,001, Rodrigues *et al.* (2002 *apud* CAVALETT, 2004), através da equação: E (J ha^{-1} ano^{-1}) = vento ($kg.m^{-3}$) x $(m.s^{-1})^3$ x 0,001 x 10.000 (m^2) x (31.536.000 $s.ano^{-1}$); portanto, E = 1,3 ($kg.m^{-3}$) x 2,82 $(m.s^{-1})^3$ x 0,001 x 10.000 (m^2) x 31.536.000 ($s.ano^{-1}$) = $9,19x10^9$ $J.ha^{-1}.ano^{-1}$. Transformidade, Tr = $2,45x10^3$ seJ J^{-1} (ODUM, Howard Thomas; BROWN Mark T; BRANDT-WILLIAMS, Sherry, 2000). Fração renovável, FR = 1 (AGOSTINHO, 2005).

4. Perda do solo. A perda de solo levou em consideração os seguintes dados: perda para área de cerrado de 1110 kg solo. ha^{-1}. ano^{-1}, (AGOSTINHO, 2009),

Digitized by Google

matéria orgânica do solo de 0,04 kg m.o. kg solo^{-1} (4%), (ORTEGA, 2002). Energia da matéria orgânica de 5400 kcal. kg m.o.$^{-1}$, (ORTEGA, 2002), e, 4186 J.kcal^{-1}, (GOLDEMBERG, 2010). Portanto, E = 1110 (kg solo. ha^{-1}. ano^{-1}) x 0,04 (kg m.o. kg solo^{-1}) x 5400 (kcal. kg m.o.$^{-1}$) x 4186 (J.kcal^{-1}) = 1,00x10^{9} J.ha^{-1}.ano^{-1}. Transformidade, 1,24x10^{5}seJ J^{-1} Brandt-Williams, (2002 *apud* AGOSTINHO, 2009). Fração renovável, FR = 0 (ORTEGA *et al.*, 2010).

5. Diesel. Na primeira etapa se tem que o consumo de diesel levou em consideração os seguintes dados: distância média de 100 km por viagem, (ida vazio e, volta carregado). O transporte foi efetuado por um caminhão VW 13-180, com capacidade de carga de 8.345 kg que tem uma autonomia em média de 4 km por litro (VASCONCELOS, 2013). Produção de 25000 kg ha^{-1} ano^{-1} de coco macaúba inteiro (SILVA, 2007). $\text{Consumo de combustível} = \left(\frac{\text{produção}}{\text{capacidade de carga}}\right) \text{x} \left(\frac{\text{distância}}{\text{consumo}}\right)$.Portanto,$\text{Consumo de combustível} = \left(\frac{25000}{8345}\right) \text{x} \left(\frac{100}{4}\right)$= 74,90 litros de combustível por hectare ano. Na segunda etapa se tem, consumo de combustível de 74,90 litros. Densidade do diesel de 0,8186 kg L^{-1}. Poder calorífico inferior do diesel de 42500 kJ kg^{-1}. E= densidade do diesel x consumo de diesel x poder calorífico do diesel x constante de conversão (1000). Portanto, E = 0,8186 x 74,90 x 42500 x 1000 = 2,61x10^{9}J.ha^{-1} ano^{-1}. Transformidade, 1,11x10^{5}seJ J^{-1}. Fração renovável, FR= 0,05 (CAVALETT, 2004).

6. Aço. Peso 4.230 kg de aço (APTACAMINHÕES, 2015). Depreciação 10 anos é igual a 4.230/10 = 4,23x10^{2} kg/ha/ano de massa. Transformidade, 1,13x10^{13} e fração renovável 0,01 (AGOSTINHO, 2009).

7. Mão de obra simples. A produção é de 25000 kg ha^{-1} ano^{-1}. Uma pessoa adulta coleta por dia em média 200 kg de coco macaúba (UBCM, 2013). Uma pessoa adulta consome por dia 2500 kcal (ORTEGA *et al.*, 2010). 1 kcal possui 4186 joules. A equação é: E= $\left(\frac{\text{produção}}{\text{coleta diária}}\right) \text{x consumo de caloria x 4186 J}$ (GOLDEMBERG, 2010). Portanto, E= $\left(\frac{25000}{200}\right) \text{x 2500 x 4186 J}$ = 1,31x10^{9}J.ha^{-1}.ano^{-1}. Transformidade, 1,85x10^{7}seJ J^{-1}. Fração renovável, FR = 0,9 (ORTEGA *et al.*, 2010).

Digitized by Google

Apêndice .B

Cálculos dos índices emergéticos da produção extrativista do coco da macaúba para a tabela 3.

Transformidade: $\mathrm{Tr} = \frac{\mathrm{Y}}{\mathrm{ep}}$ sendo que Y = Emergia Total = $3{,}16x10^{16}$J.ha^{-1}.ano^{-1}, resultado deste trabalho, tabela 2; 20.243,74 kJ.kg^{-1}, (quilo joules por quilograma do fruto inteiro), (OLIVEIRA, 2008); 25000 kg.ha^{-1}, (produção de coco por hectare por ano), (SILVA, 2007) e; constante onde um quilo joules contém 1000 joules. A equação é ep = kJ.kg^{-1} x kg.ha^{-1} x constante, onde ep é a energia produzida por hectare por ano. Portanto, ep = 20.243,74 x 25000 x 1000; ep = $5{,}06x10^{11}$ J.ha^{-1}.ano^{-1}. Sendo assim, transformidade é $\mathrm{Tr} = \frac{3{,}16x10^{16}}{5{,}06x10^{11}}$; $\mathrm{Tr} = 6{,}25x10^{4}$ seJ.J^{-1}.

Renovabilidade: $\%\mathrm{R} = (\frac{\mathrm{R+M_R+S_R}}{\mathrm{Y}})$, sendo %R = percentual de renovabilidade; R = recursos renováveis da natureza; M_R = materiais renováveis; S_R = serviços renováveis e Y = emergia total. Portanto, $\%\mathrm{R} = 100\ \mathrm{x}\ \left(\frac{2{,}19x10^{15}+6{,}23x10^{13}+\ 2{,}18x10^{16}}{3{,}16x10^{16}}\right)$, %R = 76,11%

Rendimento emergético:. $\mathrm{EYR} = \frac{\mathrm{Y}}{\mathrm{M_N+S_N}}$, sendo EYR = rendimento emergético; Y = emergia total; M_N = materiais não renováveis; S_N = serviços não renováveis. Portanto, $\mathrm{EYR} = \frac{3{,}16x10^{16}}{5{,}01x10^{15}+2{,}42x10^{15}}$, EYR = 4,26.

Investimento emergéticos: $\mathrm{EIR} = \frac{\mathrm{M_N+S_N}}{\mathrm{R+M_R+S_R+N}}$, sendo EIR = investimento emergético; M_N = materiais não renováveis; S_N = serviços não renováveis; R = recursos naturais renováveis; M_R = materiais renováveis; S_R = serviços renováveis; N = recursos naturais não renováveis. Portanto, $\mathrm{EIR} = \frac{5{,}01x10^{15}+2{,}42x10^{15}}{2{,}19x10^{15}+6{,}23x10^{13}+2{,}18x10^{16}+1{,}24x10^{14}}$, EIR = 0,31.

Intercâmbio emergético: $\mathrm{EER} = \frac{\mathrm{Y}}{\mathrm{p*US\$\ x\ seJ.US\$}}$, sendo EER = intercâmbio emergético; Y = emergia total; ($) = (produção x preço) para este estudo 25000 kg.ha^{-1}ano^{-1} e de acordo com Pimentel *et al.* (2011), o preço praticado no mercado é de R$

Digitized by Google

0,19. kg^{-1} é igual a 0,09 US$, para dólar do dia 14/06/2013 de R$ 2,13 (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2013); (seJ/$) = (emergia/US$) para este estudo usa-se $3{,}7x10^{12}$seJ $US\$^{-1}$ (CAVALETT, 2008). Portanto, $\mathrm{EER} = \frac{3{,}16x10^{16}}{25000x0{,}09x3{,}7x10^{12}}$, EER = 3,80.

<u>Carga ambiental</u>: $\mathrm{ELR} = \frac{N+M_N+S_N}{R+M_R+S_R}$, sendo ELR = carga ambiental; N = recursos naturais não renováveis; M_N = Materiais não renováveis; S_N = Serviços não renováveis; R = Naturais renováveis; M_R = Materiais renováveis; S_R = Serviços renováveis. Portanto, $\mathrm{ELR} = \frac{1{,}24x10^{14}+5{,}01x10^{15}+2{,}42x10^{15}}{2{,}19x10^{15}+6{,}23x10^{13}+2{,}18x10^{16}}$, ELR = 0,31.

<u>Sustentabilidade</u>: $\mathrm{ESI} = \frac{\mathrm{EYR}}{\mathrm{ELR}}$, sendo ESI = sustentabilidade; EYR = índice de rendimento emergético; ELR = índice de carga ambiental. Portanto, $\mathrm{ESI} = \frac{4{,}26}{0{,}31}$, ESI = 13,74.

Digitized by Google