

The top half of the image features a stylized cityscape in shades of blue and purple. A large yellow sun is positioned in the upper right. The logo for 'Editora Uniesp' is centered, consisting of two vertical bars above the text. The background is decorated with white icons of gears, plus signs, and clouds. A white wireframe house is superimposed on the right side of the cityscape.

II
Editora
Uniesp

Organizadores:
Giuseppe Cavalcanti de Vasconcelos
Marco Aurélio Rodrigues de Melo

Engenharia,
Tecnologia
e Inovação

II

ISBN: 978-65-5825-002-9

Engenharia, Tecnologia e Inovação II

Giuseppe Cavalcanti de Vasconcelos
Marco Aurélio Rodrigues de Melo
(Organizadores)

Centro Universitário UNIESP

Cabedelo
2020



CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIESP

Reitora

Érika Marques de Almeida Lima Cavalcanti

Pró-Reitora Acadêmica

Iany Cavalcanti da Silva Barros

Editor-chefe

Cícero de Sousa Lacerda

Editores assistentes

Hercilio de Medeiros Sousa

Josemary Marcionila F. R. de C. Rocha

Editora-técnica

Elaine Cristina de Brito Moreira

Corpo Editorial

Ana Margareth Sarmento – Estética

Anneliese Heyden Cabral de Lira – Arquitetura

Daniel Vitor da Silveira da Costa – Publicidade e Propaganda

Érika Lira de Oliveira – Odontologia

Ivanildo Félix da Silva Júnior – Pedagogia

Jancelice dos Santos Santana – Enfermagem

José Carlos Ferreira da Luz – Direito

Juliana da Nóbrega Carreiro – Farmácia

Larissa Nascimento dos Santos – Design de Interiores

Luciano de Santana Medeiros – Administração

Marcelo Fernandes de Sousa – Computação

Márcia de Albuquerque Alves – Ciências Contábeis

Maria da Penha de Lima Coutinho – Psicologia

Paula Fernanda Barbosa de Araújo – Medicina Veterinária

Rita de Cássia Alves Leal Cruz – Engenharia

Rogério Márcio Luckwu dos Santos – Educação Física

Zianne Farias Barros Barbosa – Nutrição

Copyright © 2020 – Editora UNIESP

É proibida a reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio. A violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610/1998) é crime estabelecido no artigo 184 do Código Penal.

O conteúdo desta publicação é de inteira responsabilidade do(os) autor(es).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Padre Joaquim Colaço Dourado (UNIESP)

V331e Vasconcelos, Giuseppe Cavalcanti de.

Engenharia, Tecnologia e Inovação II [recurso eletrônico] /
Giuseppe Cavalcanti de Vasconcelos, Marco Aurélio Rodrigues
de Melo. - Cabedelo, PB: Editora UNIESP, 2020.
167 p.

Tipo de Suporte: E-book
Formato: PDF
ISBN: 978-65-5825-002-9

1. Engenharia. 2. Tecnologia - Inovação. 3. Biodiesel -
Amostra. 4. Geoprocessamento. 5. Barreiras. 6. Etanol. 7.
Impactos ambientais. 8. Cerveja - Produção. I. Título. II.
Vasconcelos, Giuseppe Cavalcanti de. III. Melo, Marco Aurélio
Rodrigues de.

CDU: 620

Bibliotecária: Elaine Cristina de Brito Moreira – CRB-15/053

Editora UNIESP

Rodovia BR 230, Km 14, s/n,
Bloco Central – 2 andar – COOPERE
Morada Nova – Cabedelo – Paraíba
CEP: 58109-303

Apresentação

Este é um trabalho despretensioso, baseado unicamente no desejo de servir toda comunidade da acadêmica nas mais diversas áreas.

Procuraram-se não nos estender à teoria, e sim proporcionar aos pesquisadores, professores e estudantes, caminhar nas diversas áreas de engenharia através do conhecimento de projetos orientados pelos mais qualificados mestres, visando inovação tecnológica com metodologia que leve nossos leitores conhecimento das relações que envolvam a execução de um projeto.

Se alcançarmos a nossa finalidade, aceitamos de bom grato às críticas sugestões reflexivas e eficientes que nos teria escapado neste segundo livro.

Prof. MSc. José Martinho de Albuquerque Silva (*in memoriam*)

Prefácio

O UNIESP – Centro Universitário, em sua brilhante trajetória, prima cada vez mais pela excelência nos seus serviços prestados à comunidade acadêmica, através dos seus obstinados e abnegados professores e orientadores, que, além de altamente qualificados, oferecem aos seus alunos o acesso à ciência e a tecnologia por meio de trabalhos de pesquisa, desenvolvidos de forma didática e acadêmica, proporcionando assim uma maior experiência e afinidade ao exercício científico. Esses trabalhos são idealizados no decorrer das disciplinas, idealizados conjuntamente entre orientado/orientador, que, a partir de então, são desenvolvidos em suas próprias instalações ou em campo, no qual se faz a pesquisa.

Os frutos dessas pesquisas podem encontrar nessa presente publicação, de temas bastante variados, mas, de muito vigor tecnológico, de muito entusiasmo científico, dado a descoberta da vocação à pesquisa científica pelos estudantes nele envolvido.

Nessa obra observamos que, os professores orientadores além de desenvolverem suas pesquisas junto aos seus alunos, também descobrem talentos, estimulam o alunado a pensar, raciocinar, refletir, discernir, que, afinal, ainda é o grande e, talvez, o maior objetivo da Academia que a torna o maior celeiro de grandes talentos.

Sendo assim, sinceros parabéns aos construtores dessa publicação, pela contribuição à ciência, pelo aprendizado e desenvolvimento das tecnologias utilizadas, e, ao UNIESP, pelo estímulo e apoio oferecido a todos que realmente tem interesse no aprender a fazer, fazendo, o que demonstra a sua capacidade de se tornar uma verdadeira indústria de profissionais altamente qualificados, razão pela qual se encontra no top das Instituições de ensino superior da Paraíba.

Prof. Pesquisador DSc Edivaldo Galdino Ferreira
Engenheiro Agrônomo

Sumário

CAPÍTULO I AVALIAÇÃO COMPARATIVA ENTRE O NÚMERO DE CETANO DERIVADO E O PERÍODO DE INDUÇÃO EM AMOSTRAS DE BIODIESEL.....	05
CAPÍTULO II ANÁLISE DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO ATRAVÉS DE FERRAMENTAS DE GEOPROCESSAMENTO. ESTUDO DO CASO: BAIRRO DE PARATIBE, JOÃO PESSOA/PB.....	11
CAPÍTULO III AVALIAÇÃO DA TRANSFERÊNCIA DE CARGA DE UM TUBULÃO ASSENTE EM SOLO DA FORMAÇÃO BARREIRAS.....	36
CAPÍTULO IV ANÁLISE E MELHORIA DO PROCESSO PRODUTIVO DO ETANOL: UM ESTUDO DE CASO EM UMA USINA NO ESTADO DA PARAÍBA.....	50
CAPÍTULO V AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS, ESPECTROSCÓPICAS E ESTABILIDADE OXIDATIVA DE MISTURAS DE BIODIESEL DE GERGELIM (SESAMUM INDICUM L.).....	64
CAPÍTULO VI CARACTERIZAÇÃO DE PLANTAS E DE FRUTOS DE ESPÉCIE NATIVA DO LITORAL DA PARAÍBA SOB RISCO DE EXTINÇÃO.....	77
CAPÍTULO VII ESTUDO AMBIENTAL EM ÁREAS DE ESCORREGAMENTO NA COMUNIDADE SATURNINO DE BRITO.....	95
CAPÍTULO VIII EQUAÇÕES DIFERENCIAIS BINÁRIAS COMO FORMAS DIFERENCIAIS.....	103
CAPÍTULO IX LEVANTAMENTO DA SITUAÇÃO ATUAL DO RIO GOIANA EM PERNAMBUCO: IMPACTOS AMBIENTAIS E PROPOSTAS DE MELHORIAS.....	110
CAPÍTULO X REAPROVEITAMENTO DE FERMENTO UTILIZADO NA PRODUÇÃO DE CERVEJA.....	122
CAPÍTULO XI SOBRE O EFEITO AHARANOV-BOHM.....	136
CAPÍTULO XII REÚSO DAS ÁGUAS TRATADAS EM LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO: UMA SOLUÇÃO SUSTENTÁVEL PARA O MUNICÍPIO DE MONTEIRO - PB.....	144

AVALIAÇÃO COMPARATIVA ENTRE O NÚMERO DE CETANO DERIVADO E O PERÍODO DE INDUÇÃO EM AMOSTRAS DE BIODIESEL

Anderson Eduardo Alcântara de Lima; Eduardo H. de S. Cavalcanti; Maria Andrea Mendes Formiga Melo; Manoel Barbosa Dantas; Marco Aurélio Rodrigues de Melo.

Resumo

Duas das propriedades que ditam a qualidade e eficiência de um combustível, o número e o índice de cetano, sendo que quanto maior é o valor do número de cetano, menor é o atraso da ignição. Este trabalho deve como objetivo correlacionar o NCD e o Período de Indução em amostras de biodiesel através de testes estatísticos. O estudo da estabilidade oxidativa de biodiesel é de fundamental importância para seu controle de qualidade, principalmente no que diz respeito a seu armazenamento. A relação dos resultados de estabilidade oxidativa com o número de cetano derivado é inversamente proporcional.

Palavras Chave: IQT, Biodiesel, Estabilidade Oxidativa, Armazenamento e Índice de Cetano

Abstrat

Two of the properties that dictate the quality and efficiency of a fuel, the number and the cetane number, the higher the value of the number of cetane, the shorter the ignition delay. This work should aim to correlate the NCD and the Induction Period in biodiesel samples through statistical tests. The study of the oxidative stability of biodiesel is of fundamental importance for its quality control, especially with regard to its storage. The relationship of the oxidative stability results to the number of cetane derivatives is inversely proportional.

Key words: IQT, Biodiesel, Oxidative Stability, Storage and Cetane Index

1. Introdução

No Brasil, o biodiesel vem substituindo parcialmente de forma gradativa o diesel, visando reduzir emissões de poluentes na atmosfera e importações de petróleo. Atualmente, o diesel é acrescido de 5% de biodiesel de acordo com a resolução nº 07/2008 da ANP.

Dentre os parâmetros do Biodiesel, o Número de Cetano e a Estabilidade Oxidativa têm fundamental importância para a qualidade desse combustível.

O Número de Cetano Derivado (NCD) é uma medida da qualidade de ignição e é quantificada através da medição do intervalo de tempo entre a injeção do combustível na câmara de combustão e o início da combustão.

O NC demonstra a qualidade de ignição de um combustível, ou seja, traduz a adequação do combustível para a combustão espontânea quando exposto ao calor e pressão, como acontece num motor diesel sob condições de trabalho (LIMA, 2012; SALDANA et al, 2011).

O NC mais favoráveis para combustíveis é em torno de 45 a 50. Um combustível com $NC > 60$ queima quase que instantaneamente após ser injetada no cilindro, causando danos ao motor, redução de potência e fadiga exagerada nos elementos mecânicos. Já um combustível com $NC < 30$, apresenta dificuldades de inflamação retardando a autoignição, não permitindo bom arranque a frio e provocando a emissão de fumaça em grande quantidade no escape (SZKLO; ULLER, 2008).

A determinação é feita pela comparação das características do combustível em um motor de teste. Por meio de misturas de combustíveis de referência de NC conhecido, nas condições padrões de operação do motor e através de interpolações é possível calcular o NC. Esse método apresenta algumas desvantagens: valor elevado do equipamento CFR e altos custos operacionais, consumo elevado de amostras (1L), elevado tempo de ensaio (2 horas), resultados com baixa reprodutibilidade (SOUZA, 2008; GHOSH, 2008).

O estudo da estabilidade oxidativa é de fundamental importância principalmente no que diz respeito a seu armazenamento. Ela é expressa como o período de tempo requerido para alcançar o ponto em que o grau de oxidação aumenta abruptamente. Este tempo é chamado Período de Indução e é expresso em horas³.

O estudo da estabilidade oxidativa de biodiesel é de fundamental importância para seu controle de qualidade, principalmente no que diz respeito a seu armazenamento. Ela é expressa como o período de tempo requerido para alcançar o ponto em que o grau de oxidação aumenta abruptamente. Este método é utilizado para a determinação da estabilidade do biodiesel na forma finalizada, sob condições aceleradas de oxidação.

No Rancimat, a determinação da estabilidade oxidativa é baseada no aumento da condutividade elétrica (MELO, 2016.). O biodiesel é prematuramente envelhecido pela decomposição térmica. Os produtos formados pela decomposição são soprados por um fluxo de ar (10 L/h a 110 °C) para dentro de uma célula de medição abastecida por água

bidestilada e deionizada. O tempo de indução é determinado pela medida da condutividade, a avaliação é completamente automática.

A estabilidade oxidativa de um biodiesel é definida pela sua relativa resistência a mudanças físicas e químicas ocorridas devido à interação com o meio ambiente (PASCOTE, 2007). Assim, para assegurar que o biodiesel chegue com qualidade até o consumidor, é necessário conhecer suas condições ideais de armazenamento garantindo que não haja degradação das propriedades físico-químicas durante o período de armazenagem.

O objetivo deste trabalho é correlacionar o NCD e o Período de Indução em amostras de biodiesel através de testes estatísticos.

2. Material e Métodos

Os biodieseis de óleo de soja e mamona foram obtidos pelo processo de transesterificação rota metílica, na razão molar de óleo Soja/álcool (1:6) e óleo Mamona/álcool (1:9), as condições utilizadas foram: 1% de catalisador KOH e agitação de 30 minutos.

Após a obtenção dos biodieseis, foram preparadas as amostras e codificadas como M0 (Biodiesel de Soja 100%), M30 (Biodiesel de Soja 70% + Biodiesel de Mamona 30%) e por fim M100 (biodiesel de Mamona 100%).

As amostras foram armazenadas em recipientes de aço e suas determinações foram realizadas em triplicatas nos tempos 0, 30, 60 e 90 dias.

O NCD foi obtido pelo analisador de qualidade de ignição (IQT) tendo sua metodologia descrita pela ASTM D 6890-06.

O IQT – Ignition Quality Tester da Advanced Engine Technology Ltda determina a qualidade da ignição do biodiesel através da medição direta do atraso de ignição do combustível alimentado através de um bico injetor, em uma câmara de volume constante, com temperatura e pressão controladas automaticamente.

O método ASTM D6980-06 descreve todas as variáveis do ensaio, sendo este método totalmente dedicado ao equipamento IQT, que atualmente já é reconhecido como norma para especificação dos combustíveis diesel e biodiesel no Brasil e no exterior.

A determinação do número de cetano derivado (NCD) é um ensaio rápido, cerca de 20 minutos e utilizando aproximadamente 100 mL da amostra, previamente filtrada. A amostra é transferida para o reservatório e pressurizada (pressão 50 ± 1 psi) com

nitrogênio (pureza 99,90 %), com o propósito de alimentar o sistema. A câmara de volume constante é preenchida com ar sintético (pureza 99,99 %) com pressão de 310 ± 1 psi e aquecida por resistências. Quando é atingida a temperatura específica, um volume fixo de combustível é injetado na câmara e o registro da pressão do sistema é iniciado a partir do momento que é detectado movimento na agulha do injetor de amostra. Ela se vaporiza e entra em ignição, aumentando repentinamente a pressão da câmara, essa variação é registrada e o atraso de ignição determinado. São realizadas 15 pré-injeções, para limpeza do sistema a fim de evitar possíveis contaminações e em seguida realizada 32 injeções que são utilizadas para o cálculo do NC médio e o desvio padrão.

A estabilidade oxidativa foi determinada em um equipamento Rancimat 743 da Metrohm, segundo a norma EN 14112. O equipamento utilizado nos ensaios foi o Rancimat, marca Metrohm, modelo 743. No método, 3 g de amostra foram envelhecidas por um fluxo de ar (10 L/h a 110 °C) em célula de medição abastecida por água bidestilada e deionizada. O tempo de indução foi determinado pela medida da condutividade.

Todos os ensaios foram realizados no Laboratório de Combustíveis e Materiais (LACOM) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

3. Resultados e Discussão

O número de cetano – NC, expressa a qualidade de ignição de um combustível para a combustão espontânea em um motor de ignição por compressão (LIMA, 2012). O processo de combustão é formado por processos físicos (densidade, viscosidade, temperatura de evaporação) e químicos (alterações químicas, estrutura do combustível, degradação).

Os processos químicos são responsáveis pelo final do processo de combustão e são determinantes. A estabilidade dos hidrocarbonetos está diretamente ligada à estabilidade termodinâmica. Nas temperaturas da câmara de combustão, da ordem de 500 °C, os compostos com menor grau de saturação tendem a ser menos estáveis (LIMA, 2012). Dessa forma, hidrocarbonetos parafínicos possuem maiores NC. Conseqüentemente, biodiesel com menor grau de saturação, possuem maiores NC. Os ésteres de ácidos graxos tornam a combustão mais deficiente, retardando o processo de ignição, devido aos componentes altamente insaturados, tais como os ésteres de ácidos linolêicos e linolênicos.

Para verificar se existe correlação entre os resultados do Rancimat e IQT tanto no geral quanto pelo tempo, foi utilizado o teste de correlação de Spearman, pois as variáveis em questão não têm distribuição aproximadamente normal. Todas as análises foram procedidas no software R, que é um software gratuito e largamente utilizadas pela comunidade estatística, sendo o nível de significância adotado igual a 5%.

Tabela 1. Correlação entre os resultados do IQT (NCD) e Rancimat (Período de Indução) no geral e por tempo.

Tempo (dias)	r	p-Valor
0	-0,8598	0,0029
30	-0,8787	0,0018
60	-0,4500	0,2298
90	-0,9500	0,0003
Geral	-0,9375	0,0000

Fonte: autor

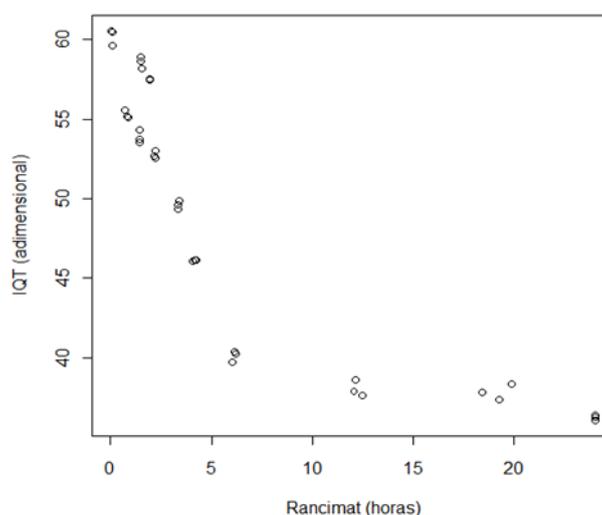


Figura 1. Correlação entre os resultados do IQT (NCD) e Rancimat (Período de indução).

Fonte: autor

Conclusão:

A relação dos resultados do Rancimat com IQT é inversamente proporcional. Observa-se que, no geral, as duas variáveis são fortemente correlacionadas. Apenas para o tempo 60 dias, devido a dados discrepantes resultantes do Rancimat as correlações não foram significativas ($p\text{-valor} > 0,05$), todas as outras correlações foram fortemente ($|r| > 0,8$) significativas ($p\text{-valor} < 0,05$).

Referências

ANP (2012) - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis,

GHOSH, P. **Predicting the Effect of Cetane Improvers on Diesel Fuels.** Energy & Fuels. v. 22, p. 1073–1079, 2008.

LIMA, A. E. A. de. **Avaliação e comparação do número de cetano obtido por métodos alternativos (normatizados e não normatizados) – uma análise estatística,** João Pessoa, 2012. 65f. : il.

MELO, M. A. R; SILVA, E. V; VASCONCELOS, G. C; VASCONCELOS, E. H. S; SOUZA, A. G. **Quality of biodiesel soy, castor beans and blends during storage.** Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável V.11, Nº 5, p. 143-148, 2016.

PASCOTE, R. **Viabilidade da introdução do biodiesel na matriz energética brasileira.** Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP), Santa Barbara do Oeste, 2007; 187 f.

SALDANA, D. A.; STARCK L.; MOUGIN, P.; ROUSSEAU, B.; PIDOL, L.; JEULAND N.; CRETON, B. **Flash Point and Cetane Number Predictions for Fuel Compounds Using Quantitative Structure Property Relationship (QSPR).** Methods. Energy Fuels. v. 25, p. 3900–3908, 2011.

SOUZA, T. B. **Revisão da equação de cálculo de índice de cetano para as características do diesel comercializado no Paraná.** 2008. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia – PIPE, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2008; 142 f.

SZKLO, A. S.; ULLER, V. C. **Fundamentos do refino de petróleo: tecnologia e economia.** 3ª ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro: Interciência, 2008.

ANÁLISE DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO ATRAVÉS DE FERRAMENTAS DE GEOPROCESSAMENTO. ESTUDO DO CASO: BAIRRO DE PARATIBE, JOÃO PESSOA/PB.

Filipe José Gomes Dantas; Gilmara Dannielle de Carvalho Rocha

Resumo

O município de João Pessoa nos últimos anos vem apresentando um crescimento populacional e habitacional considerável, conseqüentemente proporcionando problemas de infraestrutura e saneamento básico. Este estudo teve como objetivo analisar áreas de vegetação. Das ações antrópicas, destacam-se edificações em construção próximas a Áreas de Preservação, resíduos sólidos de construção civil em terrenos baldios. O estudo foi de suma importância para o poder público e moradores para tomadas de decisões presentes e futuras. Identificaram problemas ambientais por meio de mapas, diagnosticados por gráficos e pontualizado através de imagens.

Palavras-chave: Preservação, planejamento, resíduos sólidos.

Abstrat

The municipality of João Pessoa in recent years has been showing considerable population and housing growth, consequently providing problems with infrastructure and basic sanitation. This study aimed to analyze areas of vegetation. Of the anthropic actions, buildings under construction close to Preservation Areas stand out, solid waste from civil construction in vacant lots. The study was of paramount importance for public authorities and residents to make present and future decisions. They identified environmental problems using maps, diagnosed by graphics and punctuated through images.

Keywords: Preservation, planning, solid waste.

1 Introdução

Nas últimas décadas, a ocupação desordenada das grandes cidades trouxe certa preocupação na relação homem e natureza, por isso é de extrema importância estudos relacionados a planejamentos e monitoramento dessas cidades, tendo em vista que as mesmas se instalam em lugares de riscos, próximos a rios, encostas de morros, Áreas de Preservação Permanente (APP), potencializando fenômenos naturais através de ações antrópicas, como a derrubada da vegetação, lançamento de esgoto doméstico em rios, entre outros, causando grandes transtornos a própria população.

Segundo Pereima (2014), a urbanização no Brasil foi mais rápida do que em algumas outras partes do mundo. De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a população urbana no Brasil, que era de 36,1% em

1950, atingiu 84% em 2010. A média mundial projetada para 2050 é de uma população urbana de 70%. A urbanização que levou mais de cem anos em outras partes do mundo hoje tido como industrializado, ocorreu no Brasil em apenas cinquenta anos, o que em parte ajuda explicar o déficit de desenvolvimento urbano. No Brasil, mudanças estruturais aceleradas e intensas na distribuição espacial da população causaram uma transição com efeitos urbanos dramáticos.

O município de João Pessoa nos últimos anos vem apresentando um crescimento populacional e habitacional considerável, conseqüentemente proporcionando problemas de infraestrutura e saneamento básico, com a falta redes de esgoto, drenagem, coleta de lixo, sistema de transporte, falta de áreas de lazer, postos de saúde que são elementos básicos para o desenvolvimento e qualidade de vida da população.

A porção sul do município, região que compreende os bairros de Bancários, Mangabeira, Valentina, Paratibe, dentre outros, é caracterizada atualmente por esse intenso ritmo de urbanização. De acordo com Rafael et al. (2009), entre os anos de 1990 e 2006 ocorreu uma maior ocupação das áreas livres no município, tendo os principais vetores de expansão se concentrando na região litorânea norte do município (bairros do Bessa, Jardim Oceania e Aeroclub) e no setor sul (Bancários, Valentina, Água Fria, Mangabeira e José Américo), tendo ocorrido a substituição de áreas de solo exposto e de vegetação por áreas edificadas.

O governo tenta mitigar problemas com investimentos em moradias criando conjuntos habitacionais, no caso do bairro de Paratibe a população está sendo instalada próxima a Áreas de Preservação Permanente (APP) e de Zona Especial de Preservação. Sendo assim, torna-se importante, estudos que analisem as modificações ocorridas em relação ao uso e ocupação do solo das cidades, principalmente no aspecto ambiental e que tragam um diagnóstico da situação real dos bairros e municípios para possíveis tomadas de decisões quanto às políticas públicas.

A análise do uso e ocupação do solo é um instrumento imprescindível para estudos ambientais, na gestão de recursos naturais e para o planejamento urbano. O estudo do uso e ocupação de solo em escala de município consiste em buscar conhecer a forma com que a área de interesse é utilizada, permitindo uma caracterização das interações antrópicas com o meio ambiente, se constituindo como uma representação espacial dessas interações (SANTOS E & PETRONZIO, 2011).

Diante do pressuposto, os Sistemas de Informações Geográficas – (SIG) é uma ferramenta de Geoprocessamento que pode auxiliar nos estudos de uso e ocupação do

solo facilitando análises espaciais e temporais. Ele fornece informações sobre a superfície da terra, em níveis locais, regionais e globais, contribuindo para o monitoramento da área e ajudando a tomada de decisões de gestores e proprietários do seu terreno.

Segundo Fitz (2008), SIG é um sistema constituído por um conjunto de programas computacionais, o qual integra dados, equipamentos e pessoas com o objetivo de coletar, armazenar, recuperar, manipular, visualizar e analisar dados espacialmente referenciados a um sistema de coordenadas conhecido.

Atualmente é indiscutível a importância do SIG e do sensoriamento remoto para auxiliar na compreensão e gestão do espaço terrestre. Mais do que armazenar, recuperar, visualizar e imprimir dados espaciais num sistema de projeção geográfica, o SIG tem a capacidade de efetuar análise e modelagem espacial. Essas características fazem com que, mais do que uma tecnologia, os SIG's podem ser considerados como uma ciência de informação espacial (MIRANDA, 2010).

Logo, através das análises se tem um diagnóstico de como se encontra determinada área de estudo fazendo o cruzamento de mapas de uso e ocupação do solo com as classes estudadas, por exemplo, APP's, topo de morro, cursos d'água, solo exposto, processados através do SIG mostrando conflitos da ocupação desordenada ou não da população.

Para análise do uso e ocupação de uma região é indispensável a classificação de imagem imagens de satélite. A Classificação de imagens é o processo de extração de informação em imagens para reconhecer padrões e objetos homogêneos e são utilizados em Sensoriamento Remoto para mapear áreas da superfície terrestre que correspondem aos temas de interesse. (INPE, 2006).

De acordo com Novo (2010), a classificação de imagens é o processo de atribuir significado a um pixel em função de suas propriedades espectrais e/ou espaciais, podendo ser: classificação não-supervisionada, onde os pixels de uma imagem são alocados em classes, sem que o usuário tenha conhecimento prévio de sua existência; e classificação supervisionada repousa em um conhecimento prévio do analista sob localização espacial de algumas amostras das classes de interesse.

Recentemente vários estudos estão sendo realizados com relação às modificações no uso e ocupação do solo utilizando técnicas de SIG. Dentre eles destacam-se os estudos de Silva et al. (2013), que realizaram o mapeamento do uso e cobertura do solo, e das áreas de preservação permanente do município de Dois Vizinhos- PR ao longo de 27

anos (1984-2011), para verificar como está sendo cumprida a legislação ambiental ao longo desse período de tempo e quais são as áreas prioritárias para recuperação. Neste estudo utilizaram uma série temporal de imagens sensor TM (“ThematicMapper”) do satélite Landsat-5, com órbita/ponto 223/078, que abrangeram os anos de 1984 até 2011, com intervalos de 3 em 3 anos, num total de 10 imagens. Constataram que a área de APP quase dobrou dobraram no decorrer do período analisado, tendo um incremento de áreas de floresta tanto dentro quanto fora das áreas de preservação. Além disso, pode-se observar onde estão as áreas preservadas e não preservadas e qual seu uso atual.

Destacam-se também os estudos de Bakr et al. (2010), verificaram as alterações multi-temporais da cobertura do solo dos anos de 1984, 1990, 1999, 2004, e 2008 para uma região do Egito, usando imagens Landsat. O principal objetivo deste estudo foi analisar, sobretudo, as áreas de vegetação, sendo assim, utilizaram além do SIG o índice Normalized Difference Vegetation Index- (NDVI) verificando que área de vegetação aumentou depois que foram iniciados os esforços de recuperação da vegetação na área de estudo.

Silva et al. (2013), realizaram uma análise multitemporal do uso da terra entre os anos de 1987 e 2010 para o município de Monteiro-PB, para o estudo foi usada duas imagens do sensor e satélite TM / Landsat 5, órbita 215 e caminho 65 para dois períodos (1987/09/05 e 2010/24/05), organizados e analisados em ambiente SIG. Foi observado que houve acréscimo de vegetação arbustiva e perda de Vegetação Arbórea e Arbustiva-Arbórea e que as ações antrópicas são as grandes responsáveis por essas alterações, onde se observou que em áreas de maiores dificuldades de acesso é visível o ganho de vegetação, ao contrário das áreas mais baixas e planas.

Miranda et al. (2015), realizou estudos de análise temporal para caracterização do uso e ocupação do solo em áreas de APP do rio Corrente no Piauí, utilizando imagens de Satélite Alos, obtida no ano de 2009 e do Satélite Rapideye, obtida no ano de 2011, ambas dos mesmos meses Maio e Julho respectivamente, o método utilizado foi a classificação supervisionada, através do software Quantum Gis versão 2.4.0 com as seguintes amostras, : uso e ocupação do solo, vegetação e água, tendo o algoritmo de Máxima Verossimilhança empregado para realização do processamento da imagem. Assim pode perceber que no quesito uso e ocupação do solo no ano de 2009 era de 63% e que em 2011 houve um aumento para 85% em trechos de áreas de APP, sua vegetação também diminuiu de 26% em 2009 para 6% em 2011 e em relação à água que em 2009

era de 11% passou a ser de 9% em 2011 devido ao assoreamento e a retirada da mata ciliar.

Kaliski et al. (2010) analisaram imagens obtidas pelo sensoriamento remoto realizando estudo do uso e ocupação do solo no município de Butiá/RS, com o foco na importância da preservação dos recursos naturais, manutenção, qualidade das águas e as delimitações das APP's, a análise foi restringida em dois formatos de arquivo: vetorial e raster. Os vetoriais se refere a rede hidrográfica e o raster às imagens do Landsat 5 TM. A classificação para interpretação foi de Floresta floresta nativa, Camocampo, pastagens e culturas anuais, Floresta floresta plantada, Água e Solo solo exposto / Área Construída.

A classificação se deu utilizada foi do tipo supervisionada e seu resultado mostra mostrou que houve aumento vegetativo na região, porém de espécies exóticas apresentada na classe de floresta plantada, para comércio de madeira, a área cultivada destas espécies quase triplicou no período analisado, inclusive nas áreas de APP's, causando a descaracterização da vegetação neste espaço.

Diante da importância em analisar as alterações do uso e ocupação do solo, este trabalho tem como objetivo verificar essas mudanças dos anos de 2005, 2007, 2011, 2013 e 2015 na porção sul do município de João Pessoa, especificamente no bairro Paratibe, utilizando ferramentas de geoprocessamento e técnicas de SIG, mostrando, sobretudo o crescimento urbano da região seja por políticas públicas ou especulação imobiliária e a realidade da zona especial de preservação natural do bairro, instituído pelo zoneamento do município de João Pessoa.

2 Metodologia

2.1 Caracterização da área de estudo

O bairro Paratibe está localizado na porção Sul da Região Metropolitana de João Pessoa, mais precisamente nas latitudes 7° 12' 00" S e as longitudes 34° 49' 800"W, fazendo divisa entre os bairros Mangabeira, Valentina, Gramame, Muçumagro, Barra de Gramame e Costa do Sol (Figura 1) e possui uma área de aproximadamente 4,36 km².

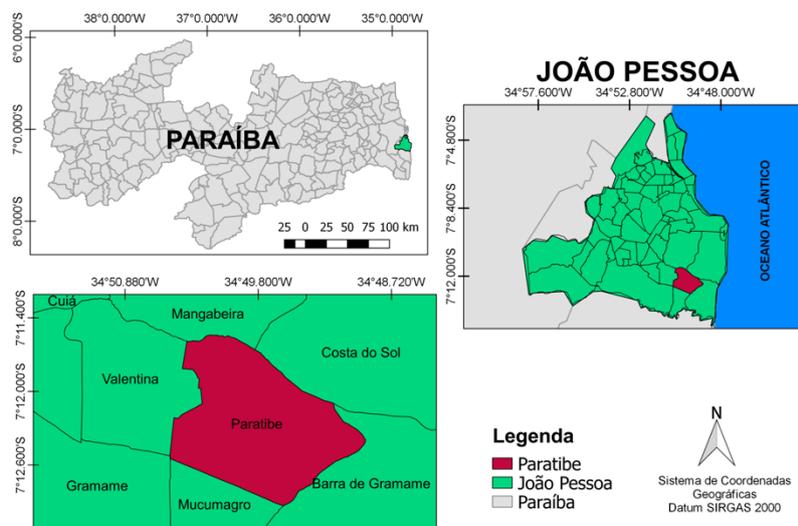


Figura 1: Localização Geográfica do bairro de Paratibe

O bairro de Paratibe apresenta grande crescimento populacional e residencial entre os bairros na cidade de João Pessoa, sobretudo nos anos de 2005 a 2015. A Tabela 1 mostra que o bairro Paratibe apresenta a terceira maior densidade demográfica da região Sul de João Pessoa que segundo o censo 2010 era de 12.396 habitantes, perdendo apenas para os bairros Mangabeira e Gramame.

Tabela 1 – População por sexo nos bairros ao sul de João Pessoa

Local	Homens	Mulheres	Total
Barra de Gramame	182	165	347
Costa do Sol	4.486	3.855	8.341
Costa e Silva	3.925	4.283	8.208
Ernani Sátiro	4.057	4.584	8.641
Gramame	12.000	12.829	24.829
Mangabeira	35.844	40.144	75.988
Muçumagro	3.103	3.173	6.276
Paratibe	5.945	6.451	12.396

Fonte: Censo IBGE, 2010.

Encontra-se no bairro cerca de 600 famílias quilombolas. Seu território é dividido em núcleos familiares, habitados essencialmente por pessoas de baixo poder socioeconômico e com uma precária assistência de serviços urbanos básicos, tais como: transporte coletivo, energia elétrica, água, esgoto ou coleta de lixo e resíduos sólidos (NASCIMENTO, 2010).

O bairro é composto por Zona Residencial 2, uma porção sem zoneamento e também Zona Especial de Preservação Natural (Figura 2) de bastante relevância, especificamente ZEP2 que corresponde as zonas especial dos grandes verdes 2, instituída pelo Código de Urbanismo e ao Plano Diretor, que trata do interesse social de preservação, manutenção e recuperação paisagísticas, ambientais e culturais.



Figura 2 - Zoneamento do bairro Paratibe.

Fonte: Secretária de Planejamento, Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente da PMJP. (2015)

2.2 Materiais e métodos

Para análise de uso e ocupação do solo do bairro Paratibe foram adquiridos os seguintes dados:

- Imagens de satélite dos anos de 2005, 2007, 2011, 2013 e 2015 através do software Google Earth em formato JPG.
- Arquivos no formato shapefile (shp): do município de João Pessoa, bairros e lotes através do site da Diretoria de Geoprocessamento e Cadastro (DIGEOC) da cidade de João Pessoa.
- Arquivo no formato shapefile (shp): dos Rios da Paraíba obtido no GEOPORTAL da Agência Executiva de Gestão das Águas da Paraíba (AESAP).
- Coleta in loco com Global Positioning System - GPS de pontos estratégicos no bairro.
- Uso do equipamento Global Positioning System (GPS) de navegação para coleta in loco dos pontos de interesse do bairro em estudo.
- Fotografias in loco da problemática no bairro.

Foram utilizadas as imagens do Google Earth devido à disponibilidade de imagens em alta resolução, gratuitas e que não possuíam nuvens no limite da área estudada para todos os anos analisados, permitindo que a classificação do uso e ocupação do solo não fosse prejudicada.

As imagens adquiridas no Google Earth foram do satélite Quickbird com resolução espacial de 60 cm.

Segundo Torlay e Oshiro (2010) o Google Earth é um aplicativo que oferece ao usuário um globo virtual composto por imagens de satélite ou fotos aéreas de todo o planeta. Nele, é possível navegar pelas imagens de alta resolução e explorar o planeta virtualmente.

Para manipulação dos dados matriciais, vetoriais e análise dos resultados foi utilizado nesse estudo o software QGIS versão 2.16.0, que é um programa de SIG livre de aquisição gratuita, por meios eletrônicos.

Segundo Infantini (2012) o QGIS é um programa de SIG open source multiplataforma licenciado sob a General Public License (GNU) e é um projeto oficial da Open Source Geospatial Foundation (OSGeo) suporta numerosos formatos vetoriais e matriciais (raster), além de bases de dados espaciais, geodatabases e outras funcionalidades. Este SIG também permite a integração com outros módulos (plugin) open source como o GRASS, Sextante, PostGIS, MapServer, entre outros, além de poder integrar bases de dados como o PostgreSQL e o MySQL.

Após a aquisição das imagens de satélite, iniciou-se o processo de georreferenciamento. De acordo com Araújo et al. (2009) o método de georreferenciamento de imagem consiste em relacionar as coordenadas da imagem com as coordenadas reais do local.

Desta forma foi utilizado o software Google Earth para obtenção das coordenadas reais do local da área de estudo, foram demarcados buscando pontos estratégicos como: cruzamento de ruas e avenidas, casas, quadras e ginásios, totalizando 20 pontos referenciados no sistema de coordenadas Universal Transversa de Mercator (UTM), no sistema geodésico de referência WGS 84. Em seguida as coordenadas foram inseridas através da ferramenta “raster georreferenciador” do QGIS e exportado o novo raster no formato .TIF com as coordenadas em UTM Zona 25S - Datum Sirgas 2000.

Após o georreferenciamento das imagens, os dados vetoriais foram reprojatados para o mesmo sistema de coordenadas das imagens georreferenciadas, e realizado o recorte dos dados vetoriais e matriciais de acordo com o limite da área de estudo.

O método de classificação utilizado no estudo foi a não supervisionada e manual, visando à identificação das classes temáticas e análise das mudanças de uso e ocupação do solo para o bairro de Paratibe. Dessa maneira, a nomenclatura das classes temáticas foi denominada segundo a orientação do Manual Técnico de Uso da Terra do IBGE (2013), sendo elas: Áreas Antrópicas não Agrícolas, Áreas Antrópicas Agrícolas, Áreas de Vegetação Natural, Água e Outras Áreas.

As Áreas Antrópicas não Agrícolas correspondem às áreas urbanizadas, industriais e comerciais. Áreas Antrópicas Agrícolas incluem todas as terras cultivadas ou em períodos de pousio. A denominação de Vegetação Natural compreende estruturas florestais e campestres, como matas ciliares, florestas e formações florestais espontâneas. A classificação da Água refere-se aos cursos de água, como rios, riachos, canais e corpos hídricos fechados sem movimentos, como lagos e reservatórios artificiais. Em Outras Áreas estão associadas a ambientes de áreas descobertas de uso diversificado ou não identificado.

Em seguida foi realizada a vetorização das classes temáticas identificadas nas imagens de cada período analisado, utilizando a ferramenta “editar” do QGIS. Após os polígonos de classificação criados foi possível gerar suas respectivas áreas para cada classe de uso e ocupação do solo e seus mapas temáticos, facilitando a análise ambiental do bairro, através de gráficos, tabelas e dos mapas gerados.

Além das classes temáticas estabelecidas pelo IBGE, foi utilizado o shapefile de lotes para identificação das possíveis Áreas Antrópicas não Agrícolas (edificações) irregulares do bairro. Utilizando a ferramenta overlay do Qgis QGIS foi possível extrair as edificações que não correspondiam às áreas de lotes previsto pela PMJP. Através do arquivo shapefile de lotes e análise do overlay foram calculadas as áreas em desacordo e confeccionado mais um mapa de uso e ocupação do solo para melhor análise do bairro Paratibe.

Segundo Pinto (2011) o overlay corresponde a uma sobreposição que designa uma operação multi-camada de sobreposição de temas de informação, podendo ser executada em modelo de dados matricial ou vectorial. Com base na natureza dos dados, as suas operações podem ser realizadas com recurso a operadores lógicos, aritméticos,

probabilísticos ou difusos, sendo uma das funcionalidades mais usadas em SIG para análises ambientais.

Foi usado também o shapefile de Rios com o recorte para o bairro de Paratibe e realizado o buffer de 30 metros onde seria a APP de fundamental importância para a conservação dos recursos hídricos e da biodiversidade da região.

Segundo Silva (1999), a análise de Buffer consiste em gerar subdivisões geográficas bidimensionais na forma de faixas, cujos limites externos possuem uma distância fixa x e cujos limites internos são formados pelos limites da expressão geográfica em exame.

3 Resultados e discussão

Como resultados foram gerados mapas, gráficos e tabelas para os anos estudados de forma a analisar o uso e ocupação ao longo dos anos. A Figura 3 mostra as classes temáticas, de uso e ocupação do solo, identificadas para o ano de 2005 no bairro Paratibe. O Gráfico 1 apresenta a percentagem de abrangência de cada categoria estudada. Verificou-se que, em 2005, 66% da área do bairro correspondiam a classe denominada Outras Áreas, seguida da classe de Vegetação Natural com 18%, Área Antrópica não Agrícola com 11%, Área Antrópica Agrícola com 4% e 1% de Água.

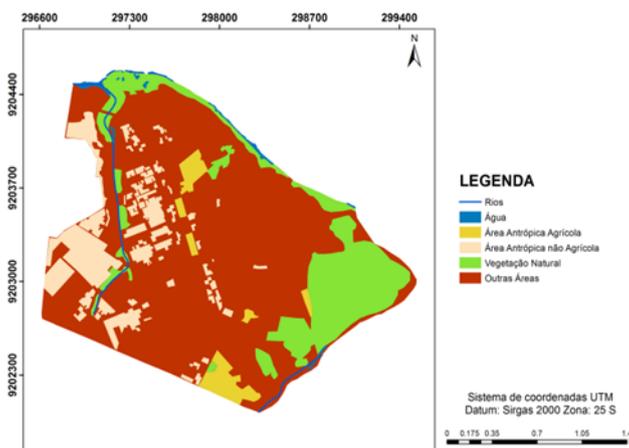


Figura 3 - Mapa de uso e ocupação do solo do bairro Paratibe para o ano de 2005.

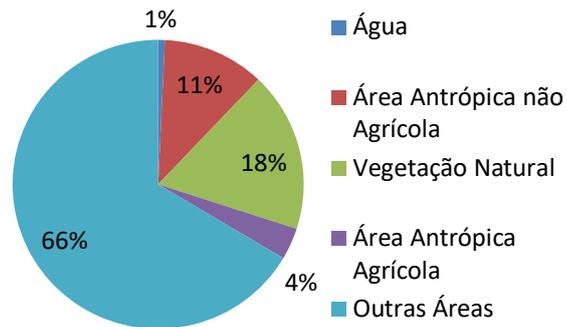


Gráfico 1 - Percentagem do uso e ocupação do solo do bairro Paratibe para o ano de 2005.

A Figura 4 representa a classificação para o ano de 2007 no bairro Paratibe. A partir da Figura 4 e do Gráfico 2, verificou-se que em 2007, a classe Área Antrópica não Agrícola teve um aumento de 4% comparado com a classificação para o ano de 2005. Todavia, a classe de Outras Áreas houve redução de 4%, enquanto que Vegetação Natural e Áreas Antrópicas Agrícolas se mantiveram.

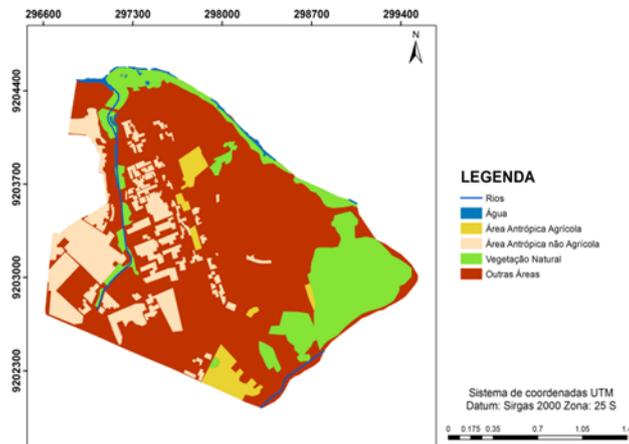


Figura 4 - Mapa de uso e ocupação do solo do bairro Paratibe para o ano de 2007.

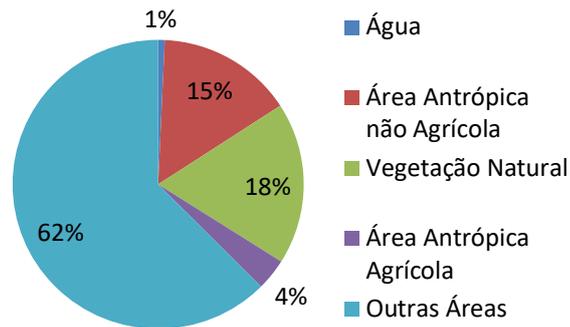


Gráfico 2 - Percentagem do uso e ocupação do solo do bairro Paratibe para o ano de 2007.

A Figura 5 e o Gráfico 3 representa a classificação para o ano de 2011 e a percentagem de abrangência para o bairro de Paratibe. A Área Antrópica não Agrícola mostrou-se um acréscimo de 12% da área comparada ao ano de 2005. Todavia as classes denominadas Outras Áreas e Áreas Antrópicas Agrícolas para o ano de 2011 continuaram em redução, chegando a 12% e 1% respectivamente. Em contrapartida a Vegetação Natural obteve aumento de 1% e a Água se manteve com 1%.

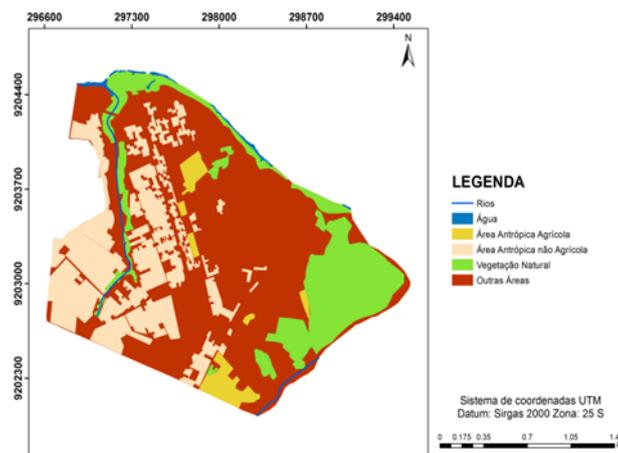


Figura 5 - Mapa de uso e ocupação do solo do bairro Paratibe para o ano de 2011.

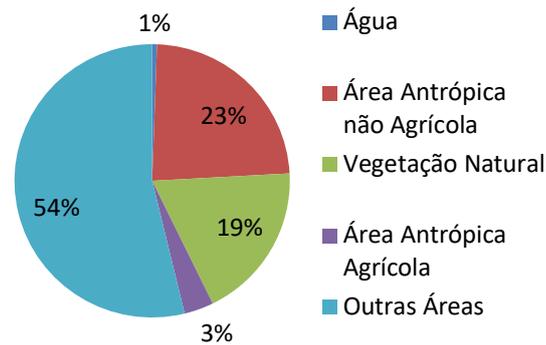


Gráfico 3 - Percentagem do uso e ocupação do solo do bairro Paratibe para o ano de 2011.

Para o ano de 2013 foi observado que a classe Área Antrópica não Agrícola apresentou aumento de 14% em relação ao ano de 2005, o uso e ocupação do solo denominada de Outras Áreas houve redução de 15%. Área Antrópica Agrícola e Água se mantiveram com mesma área ocupada em relação a 2011.

No entanto, a Vegetação Natural teve aumento de 1% comparada a 2011, este aumento se deu, sobretudo próximo as margens do Rio Cuiá, como pode ser verificado na Figura 6 e a percentagem de aumento no Gráfico 4.

Na porção central do bairro Paratibe para o ano de 2013 foi identificado diminuição da classe Área Antrópica Agrícola, este resultado pode está relacionado ao crescimento da classe Área Antrópica não Agrícola.

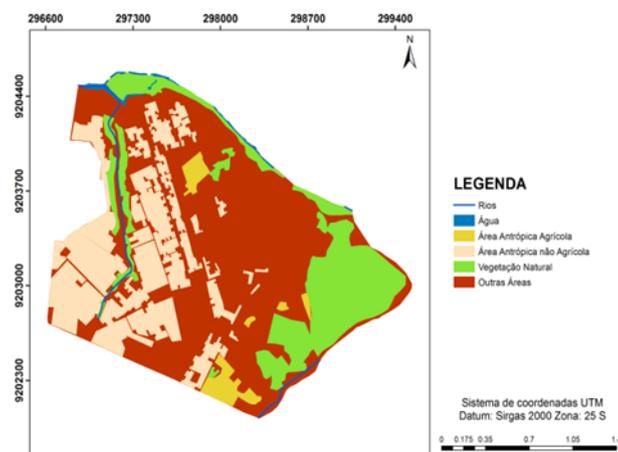


Figura 6 - Mapa de uso e ocupação do solo do bairro Paratibe para o ano de 2013.

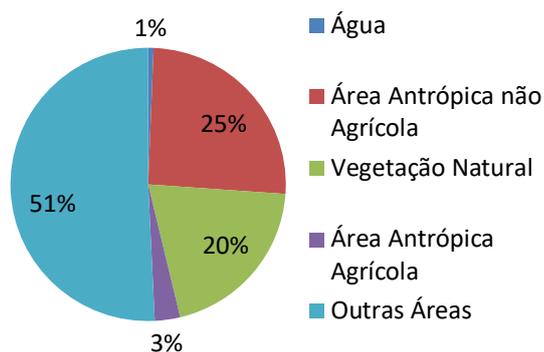


Gráfico 4 - Percentagem do uso e ocupação do solo do bairro Paratibe para o ano de 2013.

Em 2015 a classe Área Antrópica não Agrícola apresentou aumento de 19%, para o bairro de Paratibe, enquanto que em 2005 era de 11%. Já a classe Outras Áreas era de 66% em 2005 passou a ser 45% em 2015 reduzindo 21% da área ocupada.

A Vegetação Natural apontou mais um aumento em 2015 em relação ao ano anterior analisado de 2%, que pode ser visto na Figura 7 próximo as margens do rio e na porção sul do bairro, denominada pelo zoneamento de uso e ocupação do solo de João Pessoa como Zonas de Preservação Natural.

No Gráfico 5 pode ser visto que a classe Área Antrópica Agrícola ocorreu mais um decréscimo, em relação aos anos analisados, sendo 4% em 2005 passou a ser de 2% em 2015.

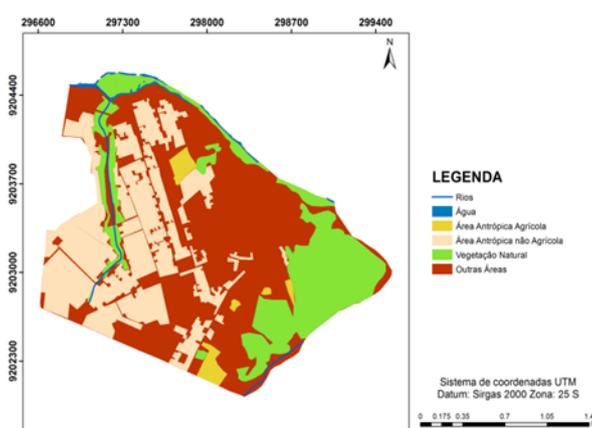


Figura 7 - Mapa de uso e ocupação do solo do bairro Paratibe para o ano de 2015.

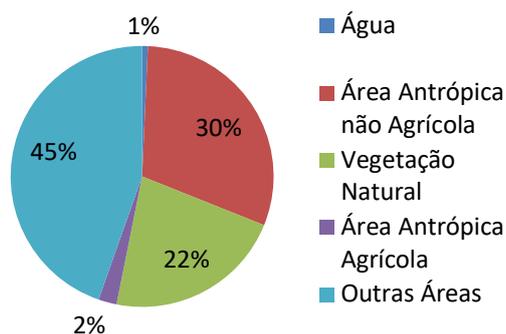


Gráfico 5 - Percentagem do uso e ocupação do solo do bairro Paratibe para o ano de 2015.

O Gráfico 6 representa as áreas ocupadas em km² para cada classe temática identificada e analisada no período de 2005 a 2015 no bairro Paratibe. Observou-se que a classe Área Antrópica não Agrícola apresentou maior crescimento, seguida de Vegetação Natural.

A classe Outras Áreas e Área Antrópica Agrícola tiveram redução ao longo dos anos, esse resultado pode ser explicado pela expansão de áreas edificadas no bairro, por exemplo, conjuntos habitacionais construídos pela PMJP, para beneficiar a população, e pela especulação imobiliária do local.

Devido ao crescimento populacional do município de João Pessoa, as áreas livres utilizadas para expansão da cidade encontram-se atualmente na porção sul do município, como é o caso do bairro Paratibe, inclusive nesse estudo foi observado o aumento de áreas construídas no bairro no sentido oeste para leste, chegando próximo a Zona Especial de Preservação, identificado no Zoneamento e Código de Urbanismo de João Pessoa. A classificação da Água praticamente se manteve estável sem alterações significativas.

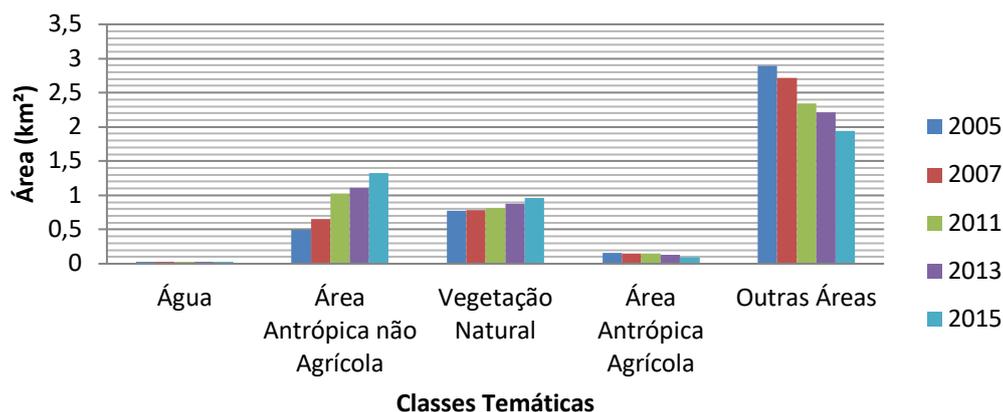


Gráfico 6 - Área em km² para cada uso e ocupação do solo para os anos analisados.

Na Figura 8 observou-se após a classificação do uso e ocupação do solo, do ano de 2015, utilizando o shapefile de lotes que Áreas Antrópicas não Agrícolas estão em crescimento fora do planejamento estipulado para o bairro, o conjunto habitacional Nice de Oliveira construído pela PMJP é um dos exemplos identificados no mapa, além de pequenas áreas edificadas espalhadas pelo bairro inclusive muito próximas a Zona Especial de Preservação Natural.

Cerca de 0,14 km² correspondem as áreas construídas fora do shapefile de lotes, logo é de fundamental importância a fiscalização, sobretudo pelo poder público quanto o cumprimento ao plano diretor e zoneamento do município de João Pessoa.

Contudo, o bairro Paratibe ainda possui uma área verde de bastante relevância para região, trazendo benefícios para cidade no que tange a conservação dos rios, como as matas ciliares, abrigos para fauna, além do equilíbrio da temperatura e qualidade do ar da região.

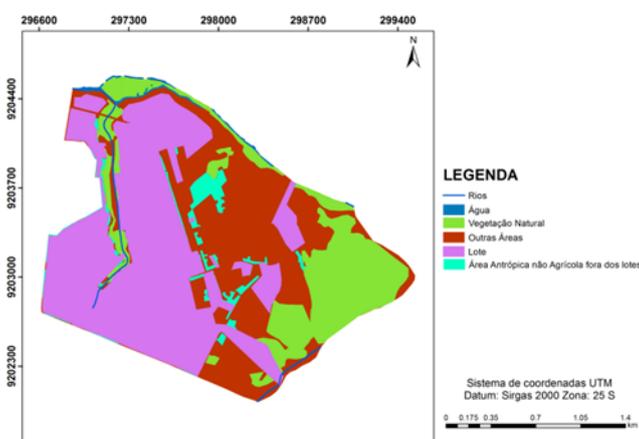


Figura 8 - Mapa de uso e ocupação do solo do bairro Paratibe com Lotes do ano de 2015.

A Figura 9 enfatiza o uso e ocupação do solo ao longo do principal curso d'água do bairro Paratibe para o ano de 2015, através da análise de buffer. Com o shapefile dos lotes, as áreas identificadas como Antrópicas não Agrícolas e o buffer no rio Cuiá foi possível ser identificados os conflitos de uso do solo, em que o buffer de 30 metros indica a área que deveria ser de preservação ambiental, mas por meio da classificação podem ser visualizados lotes em áreas de preservação, bem como ações antrópicas intensas de edificações irregulares.

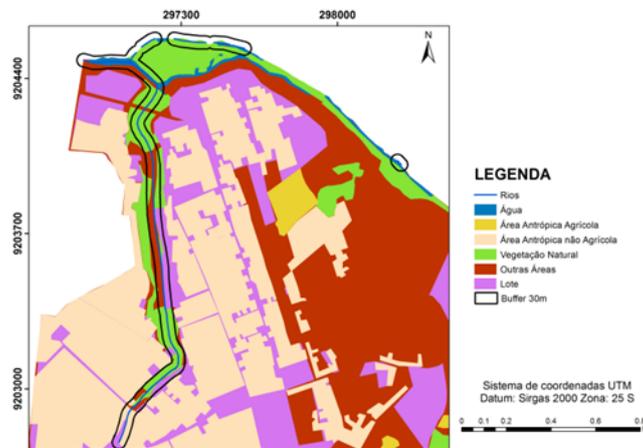


Figura 9 - Mapa de uso e ocupação do solo do bairro Paratibe com buffer no rio Cuiá em 2015.

A Figura 10 apresenta os pontos visitados in loco, para análise da problemática do bairro. Através das imagens analisadas, foram levantados pontos críticos no bairro que necessitaram visita in loco. Dentro do bairro foram visualizados bastantes pontos críticos como a falta de saneamento básico, muitas ruas sem pavimentação e esburacadas, terrenos baldios com resquícios de queimadas e abandonados com resíduos sólidos. Dentre os pontos visitados destacam-se: Ponto 1, 2, 6, 7, 9 e 11, uma vez que foram nesses pontos que apresentaram maiores problemas ambientais e possíveis futuros impactos.

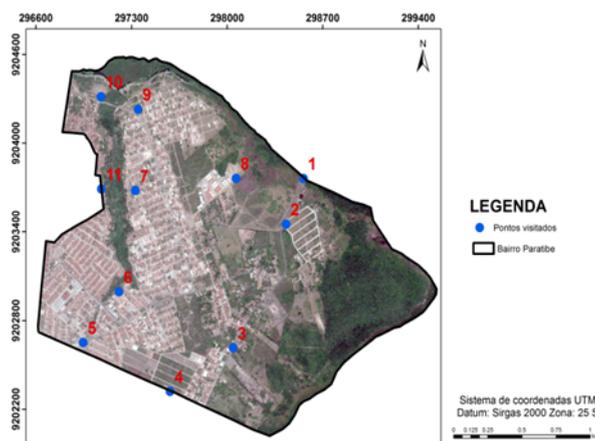


Figura 10 – Espacialização dos pontos visitados para análise da problemática no Bairro Paratibe.

A Figura 11 mostra as características do Ponto 1 visitado. Observou-se ação antrópica intensa com criação de gado e queimadas próximas a Zona Especial de Preservação.



Figura 11 – Características do Ponto 1 visitado: Queimadas e criação de gado próximo a Zona Especial de Preservação.

No Ponto 2 visitado foi observado um novo loteamento com pavimentação, rede elétrica e lotes definidos para futuras construções residenciais, todavia a partir da classificação notou-se que a porção sul do loteamento apresentou proximidade a Zona Especial de Preservação (Figura 12).



Figura 12 – Características do Ponto 2 visitado: Loteamento construído para receber edificações.

As Figuras 13 e 14 corresponde ao Ponto 6 visitado e apresentaram mais ações antrópicas. Destacam-se edificações em construção próximas a Áreas de Preservação, resíduos sólidos de construção civil em terrenos baldios, drenagem do bairro mal planejada, através de canal superficial sem grade de contenção de resíduos sólidos. As águas e resíduos são carreados por gravidade no sentido ao leito do rio, podendo provocar poluição e erosão do solo.



Figura 13 – Características do Ponto 6 visitado: Drenagem mal planejada e construção muito próxima a Zona Especial de Preservação.



Figura 14 – Características do Ponto 6 visitado: Resíduos sólidos de construção civil em terreno baldio.

O ponto 7 apresenta a inexistência de saneamento básico para o bairro, no que tange ao esgotamento sanitário, com lançamento de esgoto a céu aberto criando um ambiente insalubre e propiciando o desenvolvimento de doenças (Figura 15).

A Figura 16 mostra um local de armazenamento de resíduos recicláveis e ferro velho, possivelmente de moradores do bairro sem planejamento e em condições precárias de estocagem, logo gera mais um ambiente insalubre no bairro. Nesse mesmo ponto foram encontradas ainda mais residências instaladas próximas a área de preservação.



Figura 15 – Características do Ponto 7 visitado: Falta de pavimentação e rede de coleta de esgoto sanitário.



Figura 16 – Características do Ponto 7 visitado: Ponto de armazenamento de reciclagem.

O ponto 9 é caracterizado pelo conjunto habitacional Nice de Oliveira, com pouco mais de 700 apartamentos para beneficiar a população de João Pessoa, dentre elas 48 famílias Quilombolas segundo a PMJP. Através da classificação realizada, pode ser visto que o conjunto não se encontra dentro dos lotes previsto pela PMJP para Área Antrópica não Agrícola e na sua porção nordeste encontra-se a Zona Especial de Preservação (Figuras 17 e 18).



Figura 17 – Características do Ponto 9 visitado: Residencial Nice de Oliveira construído pela PMJP.



Figura 18 – Características do Ponto 9 visitado: Região nordeste do residencial bem próxima a Zona Especial de Preservação.

No ponto 11, destaca-se a disposição inadequada de resíduos sólidos, como mostra a Figura 19, caracterizando-se um lixão localizado a menos de 100 metros do rio Cuiá, provocando mais um local insalubre e mostrando o descaso das autoridades e a falta de educação dos moradores da redondeza.



Figura 19 – Características do Ponto 11 visitado: Lixão a céu aberto bem próximo ao Rio Cuiá.

4 Conclusões

O estudo mostrou que o bairro Paratibe apresentou bastante crescimento, para os anos analisados, de Áreas Antrópicas não Agrícolas (edificadas) que era de 11% em 2005 e passou a ser 30%, equivalente a 1,33 km² da área do bairro.

A partir do crescimento de Áreas Antrópicas não Agrícolas foram identificadas edificações fora do limite previsto pelo zoneamento do bairro, em algumas delas muito próximas ao leito do rio Cuiá e da Zona Especial de Preservação Natural.

Foi observado também conflitos de uso do solo, a partir da análise do buffer de 30 metros, com o lote do bairro e as edificações irregulares, mostrando a falta de planejamento e fiscalização por parte do poder público.

Apesar do aumento das áreas edificadas do bairro a Vegetação Natural apresentou, ao longo dos anos analisados, um leve crescimento.

Mesmo com o crescimento, o bairro apresenta áreas sem zoneamento e muitas áreas livres. Através de estudos preliminares essas áreas poderão suprir a necessidade da cidade no que tange a habitação, preservando sempre a Zona Especial de Preservação Natural do bairro, para manter o ecossistema do local e promover uma qualidade de vida melhor para população.

Esse estudo torna-se importante principalmente para o poder público e moradores do bairro, para possíveis tomadas de decisões presentes e futuras. Pois, foram identificados problemas ambientais por meio de espacialização através de mapas, diagnosticados por gráficos e pontualizado através de fotos.

Referências

- ARAÚJO, R. S.; SILVA, G. V.; FREITAS, D.; KLEIN, A. H. F. Georreferenciamento de fotografias aéreas e análise da variação da linha de costa. Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI). Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Guilherme_Da_Silva2/publication/269097463_Georreferenciamento_de_fotografias_aereas_e_analise_da_variacao_da_linha_de_costa/links/547fbb030cf2ccc7f8bb0571.pdf. Acessado em: 21 de set. 2016.
- BAKR, N. WEINDORF, D.C.; BAHNASSY, M.H.; MAREI, S.M.; EL-BADAWI, M.M. Monitoring land cover changes in a newly reclaimed area of Egypt using multi-temporal Landsat data. *Revista Applied Geography* 592–605, 2010.
- FITZ, P.R. *Geoprocessamento: sem complicação*. Ed. Oficina de Textos- São Paulo, 2008.
- IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Trabalho e Rendimento. *Censo Demográfico 2010*. IBGE, 2010.

IBGE. Manual Técnico de Uso da Terra. 3ª ed., Rio de Janeiro: IBGE, 2013.

INFANTINI, L. Paisagem pré-histórica submersa da Baía de Armação de Pêra. 76 f. Dissertação (Mestrado em Geomática), Universidade do Algarve, Faro, 2012.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. Classificação de imagens. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/classific.html>>. Acesso em: 26 abr. 2016.

JOÃO PESSOA. Código de Urbanismo, Julho de 2001.

KALISKI, A. D., FERRER, T. R., LAHM, R. A. Análise temporal do uso do solo através de ferramentas de geoprocessamento - estudo de caso: município de Butiá/RS, 2010.

MIRANDA, J.I. Fundamentos de Sistemas de Informações Geográficas. 2. ed. Revista. Atual. – Brasília, DF : Embrapa Informação Tecnológica, 425 p, 2010.

MIRANDA, L. C., SILVA, K. H. T., LEITE, A. C. S. Sensoriamento remoto aplicado à análise temporal para caracterização do uso e ocupação do solo nas áreas de app do rio corrente, município de Corrente - Pi. VI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Porto Alegre/RS – 23 a 26/11/2015.

NOVO, E. M. L. M. Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações. São Paulo: Blucher, 2010. 387p

PEREIRA, J.B. XXI: o século das cidades no Brasil. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES, 2014. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/3681/1/XXI_o%20s%C3%A9culo%20das%20cidades%20no%20Brasil_11_P.pdf. Acesso em: 26 abr. 2016

PINTO, J. A. M. T. Análise espacial de indicadores da qualidade de serviço de transportes coletivos. 94 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Território), Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2011.

RAFAEL, R.A.; ARANHA, T.R.B.T, MENESES, L.F.; SARAIVA, A.G.S. Caracterização da evolução urbana do município de João Pessoa/ PB entre os anos de 1990 e 2006, com base em imagens orbitais de média resolução. Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25- 30 abril, INPE, p. 819- 826, 2009.

SANTOS, A. B; PETRONZIO, J. A. C. Mapeamento de uso e ocupação do solo do município de Uberlândia-MG utilizando técnicas de Geoprocessamento. In: Simpósio Brasileiro de

Sensoriamento Remoto, 5, 2011, Curitiba, p.6185. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2011/files/p0210.pdf>>.

SILVA, A.B. 1999. Sistemas de Informações Geo-Referenciadas: Conceitos e Fundamentos. Campinas-SP, Editora da UNICAMP, 236p.

SILVA, A.M.; XAVIER, A.P.C.; MEDEIROS, I.C.; MARANHÃO, K.U.A.; SILVA, R.M. Análise multitemporal e atualização do mapa de uso e ocupação do solo do município de Monteiro-PB. Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto- SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE.

SILVA, R.D.A.; DEBASTIANI, A.B.; SOUZA, M.; BOTELHO, M.F. Análise multi-temporal do uso e cobertura do solo e áreas de preservação permanente (APP) de Dois Vizinhos-PR com dados Landsat-5/TM. Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE.

AVALIAÇÃO DA TRANSFERÊNCIA DE CARGA DE UM TUBULÃO ASSENTE EM SOLO DA FORMAÇÃO BARREIRAS

Carlos Rolim Neto

*Professor Titular, Instituto de Educação Superior da Paraíba, João Pessoa-PB, Brasil,
carlosrolim@yahoo.com*

Roberto Quental Coutinho

*Professor Titular, Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE, Brasil,
robertoqcoutinho@gmail.com*

Paulo José Rocha de Albuquerque

*Professor Associado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, Brasil,
pjra@unicamp.br*

Resumo: O presente trabalho visa apresentar um estudo com dados obtidos pela instrumentação de um tubulão, que possuía diâmetro do fuste igual a 1,0 m, diâmetro da base igual a 2,3 m e comprimento igual a 14 m. Com os dados da instrumentação avaliou-se o atrito lateral e ponta para a carga de trabalho, pois não houve ruptura. A metodologia aplicada consistiu na instalação de barras instrumentadas ao longo do fuste do tubulão, para que se obtivesse a transferência de carga ao longo da profundidade. Verificou-se que o tubulão trabalhou predominantemente por atrito lateral e que os resultados do Método da Rigidez foram confirmados pelos dados da instrumentação. Alguns métodos de previsão de carga mostraram-se conservadores e outros mais próximos dos resultados da instrumentação, mas quando são analisadas separadamente as parcelas de atrito e ponta, notou-se diferenças consideráveis. Para a realização deste trabalho, utilizaram-se dados de um edifício com 55 pavimentos, na Formação Barreiras de João Pessoa/PB.

Palavras-chave: Prova de carga, Instrumentação, Método da Rigidez, Tubulão.

Abstract: The present paper presents a research with data obtained by the instrumentation of a belled caisson, that had a shaft diameter equal to 1.0 m, a base diameter of 2.3 m and a length of 14 m. With the instrumentation data the skin friction and tip load for the workload was evaluated, since there was no failure. The applied methodology consisted in the installation of instrumented bars along the shaft of the caisson, in order to obtain the transfer of load along the depth. It was found that the caisson worked predominantly by skin friction and that the results of the Stiffness Method were confirmed by the instrumentation data. Some load prediction methods have proved to be conservative and others closer to instrumentation results, but when the friction and tip plots are analyzed separately, considerable differences were noted. For the accomplishment of this paper, data of a building with 55 floors, in the Barreiras Formation of João Pessoa / PB, was used.

Keywords: Load test, Instrumentation, Stiffness Method, Caisson.

1 Introdução

O mecanismo de transferência de carga das fundações para o solo desperta, há muito tempo, interesse dos engenheiros geotécnicos. Sendo através de métodos empíricos, semiempíricos ou teóricos, pesquisadores tentam antever como a fundação irá se comportar e responder às solicitações recebidas da superestrutura. Contudo, tais respostas dependem de diversos fatores, como o tipo de solo, tipo de fundação profunda, material e sua geometria.

Com o crescente uso das provas de carga, os estudos dos mecanismos de transferência de carga se tornaram mais frequentes. É de conhecimento que a prova de carga é o melhor caminho para compreender a interação solo-fundação profunda. No ensaio tradicional, obtém-se apenas pares de valores de carga x recalque, não estabelecendo as parcelas resistentes de atrito e ponta. Com a instrumentação em profundidade, torna-se possível a separação da parcela de atrito lateral e ponta, além de uma melhor compreensão da interação do sistema solo-fundação profunda. Diante do exposto, o presente trabalho possui o objetivo de confrontar os resultados obtidos pela instrumentação, em prova de carga estática à compressão, com resultados de métodos de previsão de carga e com o Método da Rigidez de Décourt.

2 Prova de Carga Estática

Segundo Albuquerque (2001), as provas de carga podem ser feitas com cargas verticais ou inclinadas, à compressão ou tração, cargas horizontais, procurando reproduzir as condições de funcionamento da fundação a que se destinam.

A utilização de provas de carga estáticas, instrumentadas ao longo do fuste, possibilita a obtenção das cargas de ponta e lateral, em cada etapa do carregamento. Existem algumas maneiras de se realizar a instrumentação. Uma delas, consiste na colocação de extensômetros elétricos, strain gages, que possuem a função de medir as deformações específicas. Tais medidas de deformação coletadas são utilizadas para a obtenção da força na seção instrumentada e, assim, se determinar a distribuição da carga ao longo do fuste do tubulão. As forças (F) atuantes em cada nível instrumentado são obtidas pelo produto da deformação específica (ϵ) de cada sensor pela rigidez (Rig) da seção do tubulão. A rigidez do tubulão é definida como sendo o produto do módulo de elasticidade (E) pela área da seção transversal do tubulão, conforme equações a seguir:

$$F = \varepsilon \cdot R_{ig} = \varepsilon \cdot E \cdot A \quad (1)$$

Neste trabalho serão apresentados os resultados da prova de carga, do tipo lento, realizado no tubulão e questão. A prova de carga estática é realizada com incrementos de carga sucessivos e iguais, até a estabilização dos recalques. É regido pela NBR 12131/2006 e, segundo Velloso e Lopes (2010), é o ensaio que mais se aproxima, para estruturas usuais (edifícios, pontes etc.), do carregamento real que fundação profunda sofrerá durante sua vida útil.

3 Método da Rigidez

Proposto por Décourt (1996), foi inicialmente apresentado para determinação da carga de ruptura em provas de carga; este método utiliza a rigidez, que é a razão entre a carga aplicada no topo da estaca e seu recalque, como parâmetro para obtenção dos resultados. Isso em um gráfico, no qual a abscissa representa a carga aplicada e a ordenada, a rigidez. A ruptura física (R_{ult}) seria o ponto onde a rigidez é nula e a ruptura convencional ($R_{ult,10\%}$) a carga para um recalque na ponta igual a 10% do seu diâmetro.

$$Q_u = \text{limite de RIG quando } r \rightarrow \infty \quad (2)$$

Sendo:

$$R = Q/r \rightarrow 0 \quad (3)$$

Em trabalho posterior, Décourt (2008) refina o método, assumindo que o carregamento conduzido até grandes deformações, possui dois domínios facilmente identificáveis: domínio da ponta e domínio do atrito lateral. No trecho onde a transferência por ponta é preponderante, a relação entre carga x rigidez é uma curva, tornando-se linear em um gráfico com eixos na escala logarítmica. No trecho onde o atrito lateral é dominante, essa relação é linear.

Com base nos domínios de ponta e atrito, o método identifica um intervalo para o atrito lateral na ruptura (Alr), com um limite inferior e outro superior. O valor adotado para o atrito lateral é a média dos dois limites.

No limite inferior (Figura 1), inicialmente colocam-se os pares de valores de carga e rigidez em ordem crescente e são estabelecidas correlações lineares entre \log (carga) x \log (rigidez), determinando os coeficientes de correlação R^2 . Melo (2009)

indica traçar sobre a curva uma reta ligando o ponto de definição da ruptura convencional (Rult,10%) e o último ponto (ponto de maior rigidez) do melhor ajuste do $\log(\text{carga}) \times \log(\text{rigidez})$.

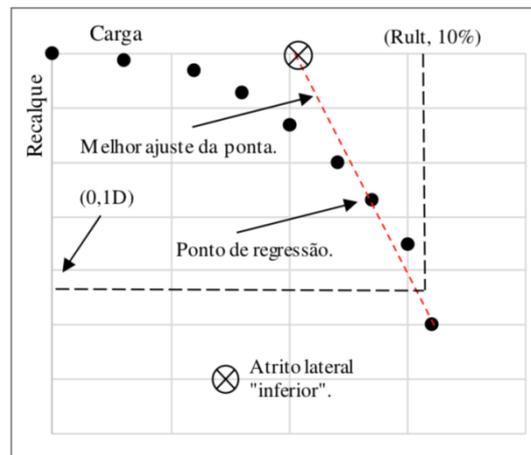


Figura 1. Definição do limite inferior do atrito.
Fonte: Pereira, 2016

O limite superior (Figura 2) é traçado após encontrado o domínio da ponta, diretamente no gráfico da rigidez. São feitas diversas tentativas na identificação do domínio de atrito, sendo a melhor aquela com maior número de pontos e maior R^2 . O valor do atrito superior é aquele onde a reta do domínio de atrito cruza com o eixo das cargas.

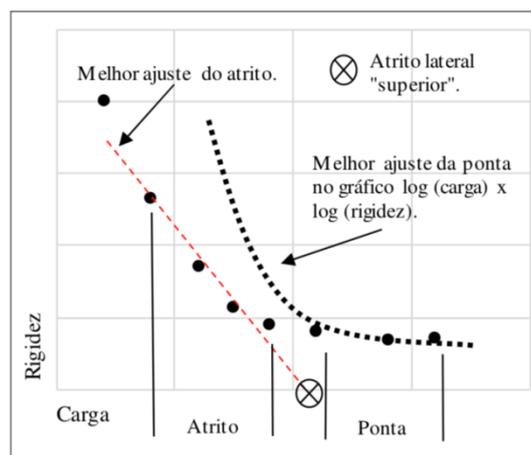


Figura 2. Definição do limite superior do atrito.
Fonte: Pereira (2016)

4 Planejamento Experimental

O local da pesquisa se encontra na cidade de João Pessoa PB. O tubulão em estudo faz parte da fundação de um edifício residencial. O fuste possui um diâmetro igual a 1,0 m e a base possui um diâmetro igual a 2,30 m. O comprimento total do tubulão é igual a 14 m. A resistência característica do concreto do tubulão foi de 20 MPa, sua armação longitudinal era composta de 14 barras de 20,0 mm e armação transversal por barras de 8,0 mm espaçadas a cada 20 cm. As normas seguidas foram a NBR 6122/2010 e NBR 12.131/2006. Foi realizado um ensaio de prova de carga estática, do tipo lento (SML), em um tubulão de um edifício residencial com 55 pavimentos, localizado no bairro Altiplano Cabo Branco (figura 3). O solo é não saturado, na Formação Barreiras da cidade. As provas de carga com a instrumentação do tubulão ao longo do fuste são a base deste trabalho.



Figura 3. Implantação do edifício.

Fonte: www.revistaedificar.com.br acesso em 24/02/2019

O perfil geotécnico da área, de acordo com sondagens SPT é do tipo silte-arenoso-argiloso nos treze metros iniciais, seguido por argila silto-arenosa até 17 m. O número NSPT é variável conforme figura 4

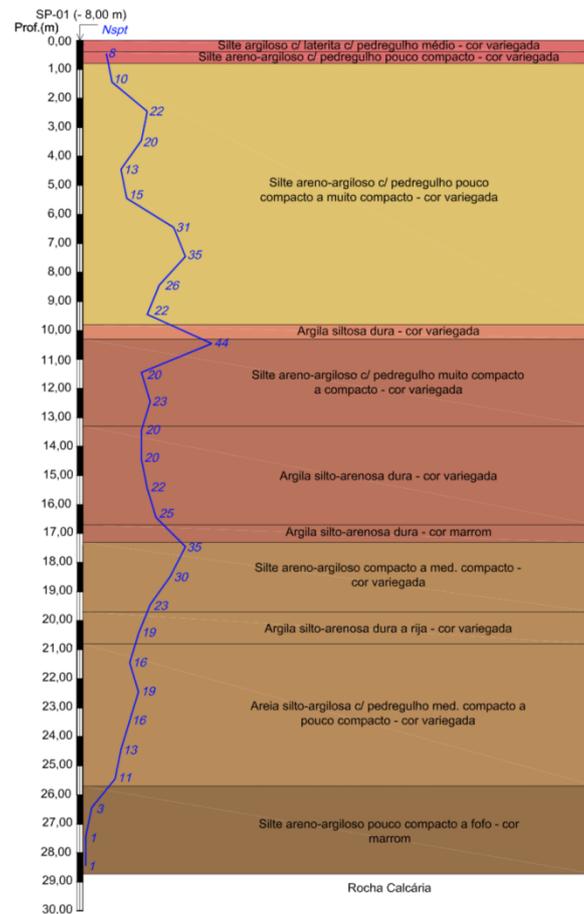


Figura 4. Perfil geotécnico.
Fonte: Engeobase (2013)

Visando obter informações relativas à transferência de carga ao longo da profundidade, o tubulão ensaiado foi instrumentado em cinco níveis distintos ao longo da profundidade, sendo a 0,5 m (seção de referência), 3,0 m, 6,0 m, 9,5 m e 12,5 m, conforme mostrado na Figura 5.

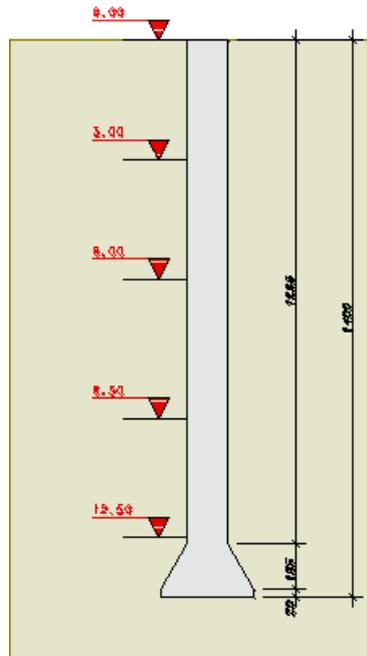


Figura 5. Cinco níveis de instrumentação.

Fonte: autor

“A instrumentação instalada consistiu de extensômetros elétricos de resistência, strain gages, tipo KFG2 – 120 – D16 – 11 da Kyowa Eletronic Instruments CO Ltda (Figura 6), colados em barras de aço CA-50, com $\frac{1}{2}$ ” de diâmetro e 0,40 m de comprimento e instalados aos pares no mesmo nível, em posição diametralmente oposta, com ligação entre os strain gages do tipo ponte completa.

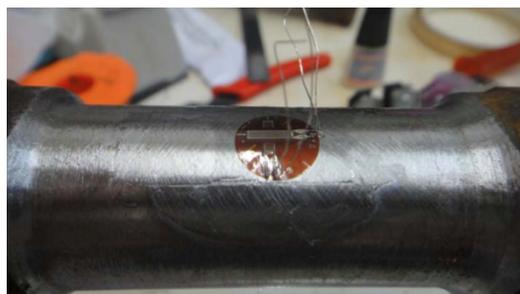


Figura 6. Extensômetros elétricos utilizados.

Fonte: autor

As barras instrumentadas foram conectadas a uma caixa seletora de canais (Vishay Micro Measurements), que estava ligada a uma leitora de deformações P3500 da Vishay Micro Measurements Ltda (Figura 7). Para ligar as barras instrumentadas à unidade leitora, utilizou-se cabo elétrico 4 x 26 AWG.



Figura 7. Unidade de leitura da instrumentação.
Fonte: Engeobase (2013)

As barras instrumentadas foram aferidas com a finalidade de possibilitar a correção de eventuais diferenças nas leituras de deformação e possíveis erros de instalação dos strain gages. Após a aferição, as barras foram unidas por meio de roscas formando uma barra contínua.

As barras instrumentadas foram fixadas no tubulão de forma centrada, seguida da armação do mesmo. Após a colocação da barra instrumentada, foi realizada a concretagem para consolidação do sistema barra instrumentada-tubulão, ilustradas nas Figuras 8 e 9.



Figura 8. Barra instrumentada no eixo do tubulão.
Fonte: Engeobase (2013)



Figura 9. Concretagem do tubulão instrumentado.
Fonte: Engeobase (2013)

O sistema de reação (Figura 10) utilizado foi composto de seis tubulões de reação.



Figura 10. Sistema de reação.
Fonte: Engeobase (2013)

5 Resultados

Durante o carregamento lento, a carga foi aplicada gradativamente, por meio de nove estágios iguais e sucessivos, de carga acrescida de 600 kN e um estágio de carga acrescida de 200 kN. Cada estágio teve a duração de 30 min, sendo realizadas as medições de deslocamentos referentes aos tempos de 0, 2, 4, 8, 15 e 30 minutos. Esta fase de carregamento lento foi iniciada com carga nula e finalizada com carga igual a 5.600 kN. Como não houve ruptura evidenciada, após este estágio, a carga de 5.600 kN foi mantida por doze horas.

Em seguida foi iniciada a fase de descarregamento, sendo realizada em cinco estágios iguais e sucessivos de quinze minutos de duração, sendo decrescidas as cargas necessárias para o monitoramento dos estágios de 4480, 3360, 2240, 1120 e 0 kN, sendo

realizadas medições de deslocamentos referentes aos tempos de 0 e 15 min. Em todas as fases e níveis de carga, os deslocamentos foram considerados finais após a estabilização das leituras, não apresentando variações acima de 5%.

A Figura 11 apresenta a curva carga x recalque obtida no ensaio de prova de carga estática (PCE) executado. Trata-se da primeira PCE realizada no tubulão, portanto, sem a presença de cargas residuais ou melhoramento da ponta devido a carregamentos anteriores.

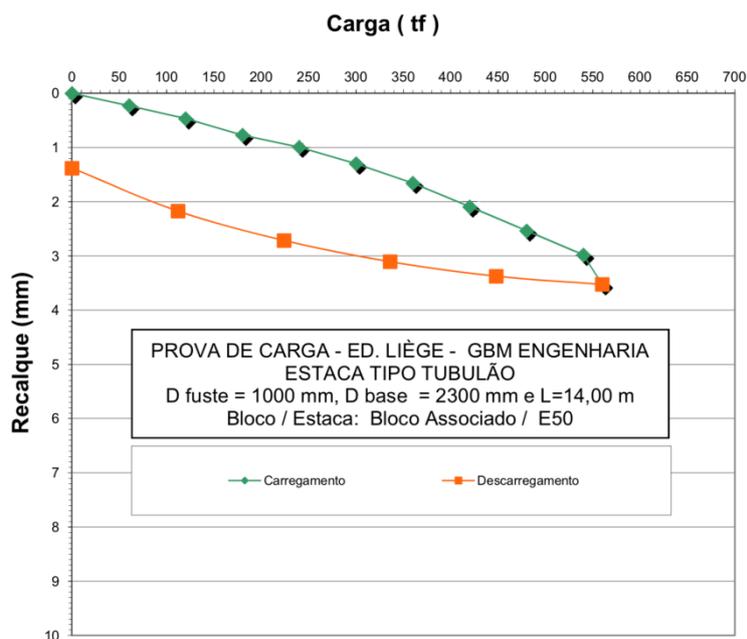


Figura 11. Curva carga x recalque

De acordo com o ensaio realizado, expõem-se as seguintes informações:

Carga máxima: 5.600 kN

Recalque total: 3,53 mm

Recalque permanente: 1,38 mm

Recalque elástico: 2,15 mm

A Figura 12 apresenta a distribuição da carga ao longo do fuste do tubulão. Cada linha representa uma distribuição de carga para uma dada carga aplicada no topo da estaca.

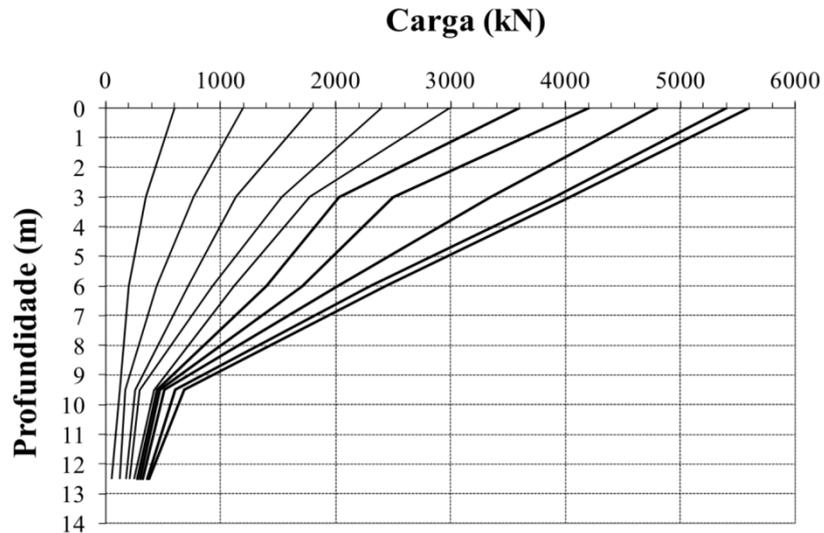


Figura 12. Distribuição da carga aplicada no topo ao longo do fuste

O gráfico da Figura 12 está resumido no quadro 1, que mostra os valores de carga ao longo do fuste.

Quadro 1. Cargas nos níveis instrumentados

SR (topo)	Nível 3,0 m (kN)	Nível 6,0 (kN)	Nível 9,5 m (kN)	Nível 12,5 m (kN)
0	0	0	0	0
600	346	201	121	53
1200	768	441	172	127
1800	1135	718	259	174
2400	1533	929	296	211
3000	1777	1119	422	248
3600	2027	1396	449	274
4200	2501	1713	475	301
4800	3345	2016	512	322
5400	3904	2301	602	359
5600	4034	2428	681	380

Percebe-se que o atrito lateral representa a maior parcela da resistência do tubulão. Não se instrumentou a ponta, mas na cota -12,5 m, a carga que atingiu este nível foi de 380 kN, ou seja, 6,8 % da carga aplicada no topo.

5.1 Método da Rigidez

Conforme exposto no item 3, o método utiliza o gráfico carga x recalque, o qual é apresentado na Figura 13, para a prova de carga estática (PCE) executada. Conforme indicado na Figura 13, a curva carga x rigidez apresenta trecho retilíneo.

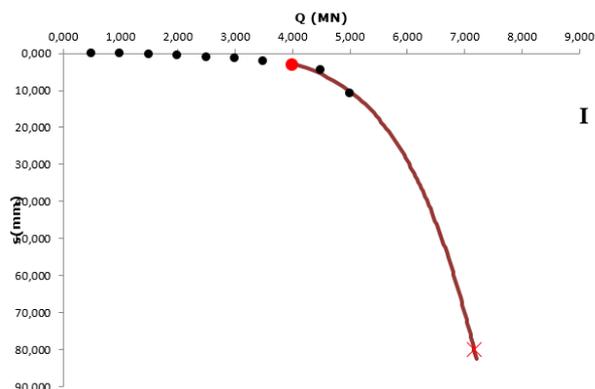


Figura 13. Curva carga x recalque

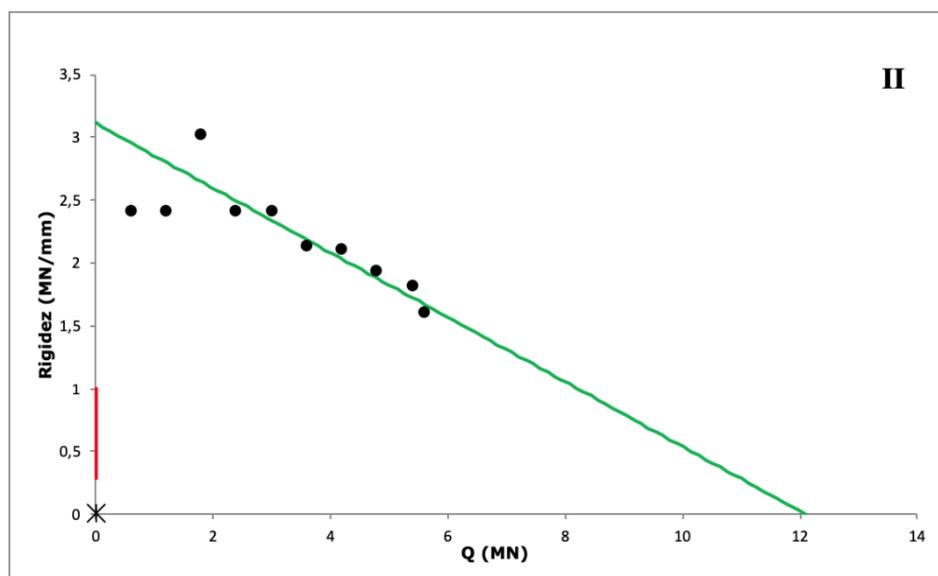


Figura 14. Gráfico da Rigidez

Analisando o gráfico de rigidez (Figura 14) pode-se verificar que a fundação trabalhou preponderantemente por atrito, o que é corroborado com os dados da instrumentação.

6. Conclusões

A instrumentação empregada apresentou resultados coerentes, indicando um bom funcionamento. Os dados indicaram que o tubulão atuou preponderantemente por atrito lateral, o que vem de contraposição com os conceitos de projeto neste tipo de fundação, em que se considera que grande parte da carga é absorvida pela base.

A prova de carga não evidenciou a ruptura geotécnica, mostrando um deslocamento máximo de 3,53 mm, o que representa 0,34 % do diâmetro, indicando que o tubulão suportaria um carregamento superior ao obtido no ensaio, que de acordo com a proposta de Décourt (2008) seria da ordem de 7.165 kN.

O Método da Rigidez apresentou resultado próximo aquele indicado na instrumentação, indicando coerência com os dados experimentais. O gráfico apresenta uma reta, que indica que o tubulão trabalhou por atrito lateral. Na instrumentação, pôde-se observar que do total da carga aplicada na cota 0,0 m, 5.600 kN, somente 380 kN alcançaram a cota - 12.5 m, indicando que 93,2% da carga aplicada foi absorvida por atrito lateral. A faixa de variação do atrito lateral está compreendida entre 3.867 kN e 5.621 kN. Tomando-se a média entre estes dois valores, encontra-se 4.740 kN.

A extrapolação da curva usando apenas os três últimos pontos deve-se ao fato de que o software utilizado faz um ajuste de R2, e que o melhor ajuste encontrado foi para esta situação.

A metodologia do Método da Rigidez indica que a carga de ruptura convencional é referente a 10% do diâmetro da estaca, conforme indicado na figura 1. No tubulão em estudo, equivale a 80 mm.

Agradecimentos

À empresa GBM Engenharia Ltda e Fundações Engenharia Ltda pela liberação dos dados das provas de carga estática.

Referências

ALBUQUERQUE, P. J. R. (2001), Estacas escavadas, hélice contínua e ômega: estudo do comportamento à compressão em solo residual de diabásio, através de provas de carga instrumentadas em profundidade. Tese de doutorado, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo/USP, 263 p.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (2006). NBR 12131. Estacas- Prova de carga estática: método de ensaio. Rio de Janeiro.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (2010). NBR 6122. Estacas- Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro.

DÉCOURT, L. (2008) Provas de carga em estacas podem dizer muito mais do que têm dito. In: Seminário de Engenharia de Fundações Especiais e Geotecnia - SEFE, 8, São Paulo. Anais... ABEF. v. 1, p. 221-245.

PEREIRA, D. A., PASSINI, L. B., KORMANN, A. C. M. (2016) Aplicação do Método da Rigidez para Estimativa ao Atrito Lateral e Resistência de Ponta em Estaca Escavada. In: Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia de Fundações, 18, Belo Horizonte. Anais... ABMS, CD ROM.

Engeobase Engenharia de Fundações Ltda (2013). Relatório de ensaio 005/2013

ÁNALISE E MELHORIA DO PROCESSO PRODUTIVO DO ETANOL: UM ESTUDO DE CASO EM UMA USINA NO ESTADO DA PARAÍBA

Vanessa Leiros Da Silva; Tatyana Karla Oliveira Regis

RESUMO

Sabemos que os métodos, técnicas e ferramentas da qualidade são primordiais para a compreensão e prática da gestão da qualidade, pois agrega valor ao produto ou serviço oferecido ao cliente por meio de contínuos ciclos de melhoria. Adotando a gestão da qualidade a empresa obtém redução de desperdícios, aumento da eficiência e eficácia do processo ou produto, contribuindo para uma maior vantagem competitiva. Neste contexto, o presente trabalho busca analisar e identificar perdas de sacarose no processo de produção do etanol e propor soluções para resolvê-las de forma participativa. Para tanto foi realizado um estudo de caso em uma usina localizada no estado da Paraíba, implantando melhoria incremental utilizando o método PDCA com o auxílio das ferramentas da qualidade. As ferramentas utilizadas foram: o fluxograma, mapofluxograma, diagrama de Ishikawa, Cinco por quês e Plano de ação 5W2H.

Palavras-chave: gestão da qualidade, ferramentas, melhoria incremental.

ABSTRACT

We know that quality methods, techniques and tools are paramount to the understanding and practice of quality management because it adds value to the product or service offered to the customer through continuous improvement cycles. By adopting quality management, the company obtains waste reduction, increased efficiency and effectiveness of the process or product, contributing to a greater competitive advantage. In this context, the present work seeks to analyze and identify losses of sucrose in the ethanol production process and to propose solutions to solve them in a participatory manner. A case study was carried out at a plant located in the state of Paraíba, implementing incremental improvement using the PDCA method with the aid of quality tools. The tools used were: the flowchart, the mapofluxogram, the Ishikawa diagram, the Five Parts, and the 5W2H Action Plan.

Keywords: quality management, tools, incremental improvement.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com o Sindicato da Indústria de Fabricação do Alcool do Estado da Paraíba-Sindalcool (2019), a Paraíba produz em período de safra, 420 milhões de litros de etanol e garante a geração de 80 mil empregos diretos e indiretos. Apenas de forma direta, são gerados 21,8 mil empregos em 26 municípios do litoral, onde existem a plantação de cana-de-açúcar.

Segundo Tovar, presidente do Sindalcool (2019), o uso do etanol voltou a entrar na preferência do consumidor paraibano, levando a um aumento de 75% nas vendas do combustível no estado, nos oito primeiros meses de 2018 em relação ao mesmo período de 2017.

A produção do etanol na Usina Alfa varia em torno dos 28 milhões de litros do combustível. Portanto, a implantação de programas de gestão da qualidade, que agrega valor ao serviço ou produto que se é oferecido ao cliente por meio de ciclos contínuos de melhoria, é uma ferramenta fundamental para uma empresa se sobrepôr às concorrentes existentes no mercado, sua adoção traz potenciais resultados e benefícios para as empresas.

Paulista e Alves (2015), definem a gestão da qualidade como uma atividade para controlar uma organização, trazendo melhorias de produtos e serviços, garantindo a completa satisfação dos clientes.

As ferramentas da Qualidade contribuem para a diminuição dos desperdícios e dos custos operacionais. São técnicas utilizadas com a finalidade de identificar, medir, analisar e buscar soluções para os problemas que interferem no desempenho e no resultado das empresas. De acordo com Fonseca & Miyake (2008), os métodos, as técnicas e as ferramentas de qualidade são primordiais para a compreensão e prática da gestão da qualidade.

O setor sucroalcooleiro tem passado por algumas transformações que modificaram o modo de produção e a forma de comercializar os produtos exigindo das organizações maior eficiência econômica e administrativa, diante da concorrência de seus principais produtos, o açúcar e o álcool (ALVES, 2003).

A gestão da qualidade vem sendo ao longo do tempo um desafio para as empresas que almejam o aperfeiçoamento de seus serviços, produtos e a melhoria contínua de seus resultados (SIMÕES; RIBEIRO, 2007).

Carpinetti (2010) afirma que as ferramentas da qualidade visam aumentar a produtividade atingindo o melhor custo benefício no processo, identificando as perdas e aumentando a competitividade da empresa com seus produtos ou serviços.

Carpinetti (2012), ressalta que a utilização de algumas ferramentas é necessária, pois auxilia o gestor na hora da identificação, priorização e solução de problemas na empresa, fazendo com que haja uma política de qualidade constante.

De acordo com Berry (1992), a excelência em qualidade é responsável por diferenciar uma empresa de suas concorrentes e considera a qualidade como condição básica para competição.

Segundo Leonel (2008), um serviço ou produto de qualidade é aquele que atende totalmente de forma confiável, segura, acessível e no tempo certo às necessidades do cliente.

Neste contexto, o presente trabalho busca responder a seguinte pergunta de pesquisa: “Como implementar melhorias incrementais no processo de produção do etanol em usina do estado da Paraíba?”

O objetivo desse trabalho é identificar problemas no processo produtivo do etanol e propor soluções para resolvê-los de forma participativa.

2 METODOLOGIA

Para desenvolvimento do presente estudo analisou-se o processo de produção do etanol em uma usina, caracterizando assim um estudo qualitativo. Conforme Araújo (2012), a pesquisa qualitativa faz o uso de textos e descrições para a interpretação e por conseguinte compreensão e análise dos resultados.

A primeira fase do trabalho consistiu em um levantamento teórico, nesta etapa buscou-se a compreensão dos temas: gestão da qualidade, melhoria de processos, ferramentas da qualidade e produção do etanol.

A segunda etapa do trabalho consistiu na visão empírica. Para o desenvolvimento do estudo de caso, foi selecionada uma usina situada no estado da Paraíba e aqui designada como Usina Alfa.

Para alcançar os resultados desejados foram utilizadas entrevistas semiestruturadas com o gestor de produção do processo do etanol, nas quais objetivou-se identificar problemas e propor soluções para resolvê-los de forma participativa.

Assim, foram aplicadas algumas ferramentas da gestão da qualidade para avaliar e solucionar possíveis perdas de sacarose que comprometam o rendimento do produto final. As ferramentas utilizadas foram: Fluxograma, Mapofluxograma, 5W2H, Diagrama de Ishikawa, Cinco Por quês, PDCA e Plano de Ação.

3 RESULTADOS

4.1 Caracterização da empresa

A Usina Alfa está situada no estado da Paraíba, foi fundada em 1940 onde passou da condição de engenho, para a fabricação do açúcar. Em 1990, as instalações e áreas de cultivo foram ampliadas e modernizadas. Atua no segmento de varejo e os seus principais produtos são: açúcar cristal e triturado (sem a utilização de enxofre), demerara (em embalagens de 1 kg /2kg) e VHP (Tipo Exportação a granel), produz também etanol e com o bagaço da cana é produzido a energia elétrica.

Com cerca de oito mil hectares de terra plantados com cana-de-açúcar e uma colheita de aproximadamente 950 mil toneladas, a usina produz cerca de 1.500.000 (Um milhão e quinhentos mil) sacos de 50 quilos de açúcar, a produção de etanol chega perto dos 28 milhões de litros, ainda produz energia elétrica para consumo próprio, irrigação e exportação. Todo esse processo emprega cerca de 2.300 pessoas causando uma grande movimentação na economia da cidade e região onde está localizada. Propondo sempre novas e eficientes alternativas para o entrosamento entre homem, meio ambiente e indústria.

A usina estudada foi pioneira no Brasil a produzir açúcar sem a utilização de enxofre, componente que pode causar danos à saúde.

No coração da usina existe uma central de computadores e câmeras de monitoramento, registrando e fornecendo aos operadores todos os dados necessários para o bom funcionamento dos equipamentos.

4.2 Fluxograma do Processo Produtivo (Açúcar, Energia e Etanol)

Paulista e Alves (2015), afirmam que o fluxograma tem a finalidade de estudar um processo, determinando desvios e o melhor caminho para um produto ou serviço. Segue o fluxograma do processo produtivo etanol, assim como as perdas.

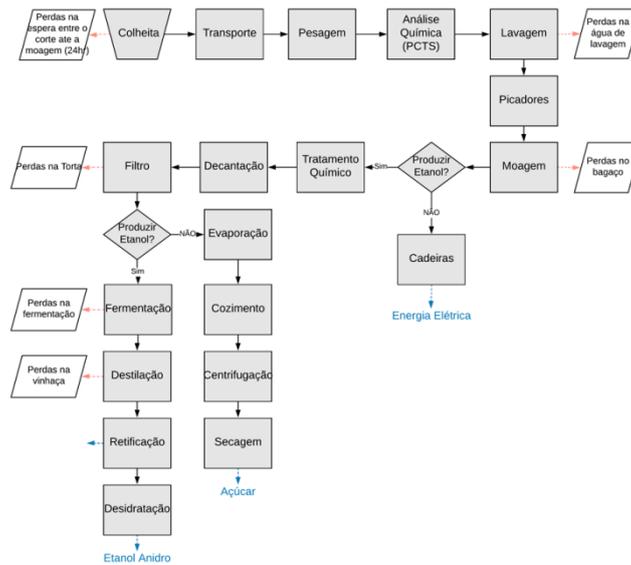


Figura 1- Fluxograma do processo produtivo e possíveis perdas

Fonte: Elaborada pela autora

No Fluxograma conhecemos o processo produtivo do açúcar, da energia e do etanol. Conhecendo todo o processo já é possível detectar onde ocorrem as primeiras perdas de sacarose no processo produtivo do etanol.

O fluxograma vertical com símbolos ASME é caracterizado por colunas verticais (Quadro 1), nas quais são elucidados os símbolos de operação, transporte, inspeção, estoque e espera. E a descrição do passo a passo do processo produtivo, (OLIVEIRA, 2013).

Quadro 1- Fluxograma do processo produtivo do etanol com símbolos ASME

PROCESSO: Produção do Etanol		GRÁFICO DE FLUXO DE PROCESSO				
SETOR: Destilaria		(Símbolos ASME)				
PASSO	OPERAÇÃO	TRANSPORTE	INSPEÇÃO	ESTOQUE	ESPERA	DESCRIÇÃO
1	●	→	□	□	□	COLHEITA DA CANA
2	○	→	□	□	□	TRANSPORTE PARA A USINA
3	○	→	■	□	□	PESAGEM DO CAMINHÃO CARREGADO
4	○	→	□	□	□	ANÁLISE DA CANA DE AÇÚCAR
5	○	→	□	□	□	TRANSPORTE PARA LAVAGEM
6	●	→	□	□	□	LAVAGEM
7	●	→	□	□	□	PICADORES
8	●	→	□	□	□	MOAGEM PARA EXTRAÇÃO DO CALDO
9	●	→	□	□	□	TRATAMENTO QUÍMICO
10	●	→	□	□	□	CONCENTRAÇÃO E CRISTALIZAÇÃO
11	●	→	□	□	□	FERMENTAÇÃO
12	●	→	□	□	□	DESTILAÇÃO
13	●	→	□	□	□	RETIFICAÇÃO (Etanol Hidratado)
14	●	→	□	□	□	DESIDRATAÇÃO (Etanol Anidro)
15	○	→	□	□	□	ARMAZENAGEM
16	○	→	□	□	■	ESPERA
17	○	→	□	□	□	TRANSPORTE PARA OS POSTOS DE DISTRIBUIÇÃO

Fonte: Elaborada pela autora

3.3 Plano de ação 5W2H

Franklin (2006), afirma que a ferramenta 5W2H é um plano de ação, onde o resultado de um planejamento é uma forma de orientação de ações que deverão ser executadas e implementadas, sendo uma forma de acompanhar o desenvolvimento do produto na etapa de planejamento, (Quadro 2).

Quadro 2- Plano de ação 5W2H.

Plano de ação 5W2H				
Meta: Reduzir as perdas de sacarose para aumentar a produção do etanol				
DESCRIÇÃO DA AÇÃO (O quê?)	JUSTIFICATIVA DA AÇÃO (Porque?)	ATIVIDADE DE AÇÃO (Como?)	LOCAL DA AÇÃO (Onde?)	RESPONSÁVEL (Quem?)
Controlar o tempo do transporte da cana até o processamento na usina	Porque se o lead time ultrapassar 24 hrs a cana começa a inverter sacarose	Gerenciando um sistema logístico com lead time do corte, carregamento e transporte	Do corte até a usina para moagem	Operador de logística
Lavagem a seco da cana de açúcar	Porque ocorre perda de sacarose	Na lavagem com água da cana de açúcar	Mesa alimentadora	Operador
Monitoramento na moenda	Para controlar a temperatura da água de embebição, quantidade elevada de impurezas minerais e vegetais e evitar a perda por microbiológica	Fazendo regulagem e limpeza da moenda	Moenda	Operador
Análise e monitoramento da garapeira	Para evitar perdas na torta por inversão da sacarose (perdas indeterminadas)	Fazer análise e monitoramento	Filtro	Operador
Monitoramento das dornas	Porque é preciso uma boa fermentação para que não haja multiplicação de bactérias	Monitorando a temperatura que tem que ser rígida com 34°C	Dorna	Operador
Monitoramento das colunas de destilação	Para acompanhar as possíveis perdas na vinhaça	Fazendo o monitoramento dos efluentes das colunas de destilação e retificação, monitorando de hora em hora	Destilação	Operador

Fonte: Elaborado pela autora

A meta é reduzir perdas de sacarose e aumentar a produção do etanol, o plano de ação 5W2H proporciona planejamento e organização de tarefas para que elas sejam cumpridas.

São feitas perguntas e com as respostas em mãos, temos um mapa de atividades que torna a execução clara e efetiva.

3.4 Diagrama de Ishikawa

De acordo com Moura (2003), o Diagrama de Ishikawa é uma ferramenta útil para análise dos processos que serve para identificar as possíveis causas de um problema, (Fig.4).

Diagrama de Ishikawa

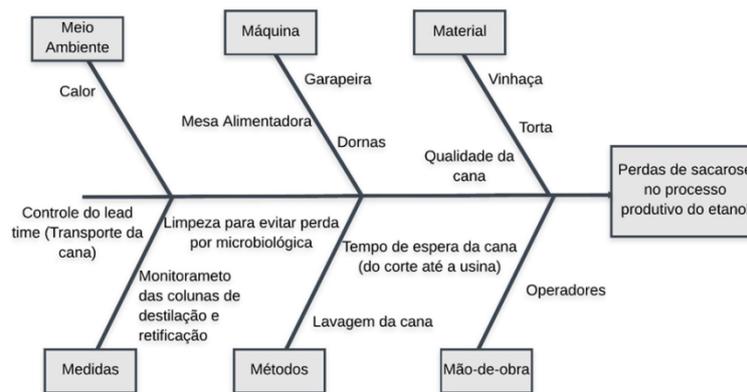


Figura 2 - Diagrama de Ishikawa

Fonte: Elaborada pela autora

Nas máquinas podem ocorrer perdas de sacarose na garapeira ocasionando inversão de sacarose; nas dornas causadas pela proliferação de bactérias e na mesa alimentadora as perdas de sacarose ocorrem na lavagem da cana.

A qualidade da cana é comprometida se o tempo de espera entre o corte e o processamento na usina ultrapassar 24 horas. Na vinhaça as perdas de sacarose podem ser causadas por vazamentos nos trocadores de calor. Na torta a perda pode ser causada na lavagem.

3.5 Cinco Por Quês

A metodologia Cinco por quês, foi desenvolvida no sistema Toyota de Produção na década de 80 (Quadro 3), essa técnica consiste em perguntar cinco vezes o motivo pelo acontecimento de algum problema (RIGONI, 2010).

Quadro 3- Cinco Por quês.

6 M	CAUSA	POR QUÊ?	POR QUÊ?	POR QUÊ?	POR QUÊ?	POR QUÊ?
MEIO AMBIENTE	Calor					
MÁQUINA	Perda de sacarose na lavagem da cana	Devido a quantidade de água utilizada	Água utilizada (5.000 l/ ton)	O tempo em que a cana fica em contato com a água	A mesa alimentadora tem que estar vedada para que a cana não caia fora da máquina.	
	Garapeira	Pode haver transbordamento	Ocasional vazamento, respingo	Pela ineficiência da operação do filtro	Pode ocorrer inversão da sacarose (perda indeterminada)	Deve ser um ponto analisado e monitorado
	Dorna	A temperatura tem que ser rígida	Porque pode aumentar a proliferação bacteriana	O que ocasiona queda no rendimento fermentativo	Aumenta a probabilidade de floculação	Há diminuição da produção do álcool
MATERIAL	Qualidade da matéria prima	O tempo de espera do corte até a moagem da matéria prima não pode ultrapassar as 24 horas	O Lead Time é importante porque tem influência direta na qualidade do caldo da cana-de-açúcar	A cana começa inverter sacarose e não tem o rendimento esperado.	Influencia na qualidade do açúcar e etanol produzidos pela usina	
	Perdas na vinhaça	Devido ao excesso de alimentação de vinho na coluna	Baixo teor alcoólico do vinho	Instabilidade da pressão de vapor na coluna	Vazamento no trocador de calor	
	Perdas na torta	No filtro rotativo a torta deve ser completamente lavada com o auxílio de bicos aspersores na parede superior do filtro	A água tem que ser pulverizada em toda a camada sem que haja interferência de um jato sobre outro	O vácuo aspira a água que atravessa a torta extraíndo o caldo e o açúcar no lodo	A temperatura da água de lavagem deve ser em torno de 80 a 90°C	Para melhor eficiência da torta
MEDIDAS	Regulagem da moenda	Para a minimização das perdas de sacarose no bagaço	Quantidade elevada de impurezas minerais e vegetais	Limpeza para evitar a perda por microbiológica	Volume e temperatura da água de embebição	
MÉTODOS	Excesso de alimentação de vinho	Vazamento no trocador de calor	Instabilidade da pressão de vapor na coluna	Baixo teor alcoólico do vinho		
MÃO DE OBRA	Monitoramento dos efluentes das colunas de destilação e retificação	Devem ser monitorados de hora em hora	Para que não haja ineficiência do produto final			

Fonte: Elaborado pela autora

Com esta metodologia, foi possível saber o motivo do acontecimento das perdas de sacarose encontradas nas ferramentas: fluxograma e diagrama de Ishikawa.

3.6 PDCA

Campos (1996) define o Ciclo PDCA, como um método de gerenciamento de processos ou de sistemas, (Quadro 4).

Quadro 4 - Etapas do PDCA

Etapas do PDCA		Plano de	Ishikawa	Mapoflux	Fluxogra	5 W2H	Cinco Por
P	Oportunidades de Melhoria	😊				😊	
	Definição do Problema		😊	😊	😊		😊
	Avaliação das Causas		😊	😊	😊		😊
	Encontrar soluções	😊					
	Definir plano para Implementar Soluções	😊				😊	
D	Implementar Soluções	😊				😊	
C	Acompanhar os Resultados						😊
A	Providenciar Ações Corretivas	😊				😊	
	Padronizar Processos	😊		😊		😊	
	Iniciar Novo PDCA		😊			😊	😊

Fonte: Elaborado pela autora

Todas as etapas do ciclo PDCA foram atendidas com o auxílio das ferramentas da qualidade. Com este método foi possível encontrar perdas de sacarose no processo produtivo do etanol, encontrar a causa raiz, o porquê de essas perdas estarem acontecendo, definir um plano de ação e propor soluções para resolvê-las.

Através do fluxograma podemos identificar onde ocorrem as possíveis perdas no processo industrial da Usina, (Fig.3). A espera da cana de açúcar entre o corte e a moagem é a primeira perda identificada, como se trata de um produto perecível, o tempo entre a colheita e a moagem é fundamental.

A agilidade no processamento da cana influencia diretamente na qualidade da entrega final. A espera entre a queima da cana e a moagem não pode ultrapassar 24 horas, pois a cana começa a inverter sacarose e não tem um bom rendimento.

Sugere-se a implantação de um sistema para gerenciar o lead time logístico da cana. O objetivo é aperfeiçoar o tempo do transporte da cana à usina, para evitar perdas por inversão da sacarose.

A Totvs desenvolveu uma solução para a logística do transporte de cana de açúcar e outros cultivos de etanol, chamada Logtra, o sistema tem integração com a telemetria dos computadores de bordo das máquinas que, por sinal online ou off-line, envia uma grande quantidade de dados coletados durante o trabalho em campo. A solução repassa a informação à área logística e gera um alerta no painel de gestão para tomadas de decisão em tempo real, sem que haja prejuízos à operação. Sem essa tecnologia, todo o controle de transporte da usina depende de anotações manuais dos operadores, tanto sobre incidentes no percurso quanto sobre a sua localização geográfica e o tempo gasto em cada etapa (TOTVS, 2017).

A próxima etapa se inicia com a pesagem dos caminhões que transporta a matéria-prima, após a pesagem o caminhão segue com a matéria-prima para a coleta de amostra no laboratório, as análises realizadas neste laboratório servem como parâmetro para o pagamento de cana dos fornecedores e também tem a finalidade de identificar o teor de sacarose, fibra, pureza do caldo, etc.; que está dando entrada na indústria. Após a pesagem e coleta de amostras no laboratório, o caminhão segue para descarga na mesa alimentadora através dos guinchos hyllos, em seguida começa a lavagem da cana para dar início no processamento, neste período ocorre a segunda perda determinada do processo, que é a perda na lavagem da cana.

Depois de todo processo de extração da matéria-prima, o caldo é enviado para tratamento apesar da lavagem da matéria-prima no início do processo, o caldo resultante da extração contém grande quantidade de impurezas orgânicas, minerais, vegetais e microbiológicas. Portanto é necessário o tratamento do caldo que tem por finalidade a obtenção de um caldo claro, límpido e isento de impurezas e conseqüentemente um produto final de qualidade.

Depois do tratamento o caldo é direcionado a decantação que é realizada por meio de clarificação e tem a finalidade de retirar todas as impurezas contidas no caldo. As impurezas (lodo) resultantes deste processo são enviadas para o filtro onde são recuperados os açúcares que estão junto com as impurezas.

Nesse processo ocorre a terceira perda determinada, a perda na garapeira por inversão. É possível citar que um alto número de impurezas pode contribuir para o aumento desta perda, juntamente com a ineficiência da operação do filtro. Nesta etapa

observa-se também a existência de perdas por vazamento, respingo, transbordamento, inversão de sacarose (que é caracterizado como perda indeterminada, ponto a ser analisado e monitorado).

O mel final e o caldo clarificado são misturados dando origem ao mosto. A partir da alimentação das leveduras com o mosto inicia-se a fermentação, para evitar possíveis perdas nas dornas precisa-se de uma boa fermentação com 34°C, a temperatura tem que ser rígida para que não haja multiplicação de bactérias.

Após a fermentação que ocorre por meio de uma reação química exotérmica que transforma a molécula de açúcar em molécula de álcool, o vinho fermentado que é composto por água, álcool e fermento (levedura). Em seguida o vinho é enviado para a centrífuga onde ocorre a separação, o fermento retorna novamente ao processo e o vinho é enviado aos aparelhos de destilação.

No processo ocorrem também perdas se houver vazamento em bombas, tubos e trocadores de calor. O vinho resultante da fermentação é direcionado aos aparelhos de destilação, onde através de diferentes pontos de ebulição ocorre a separação de água e álcool. Nesta etapa as perdas são monitoradas e mensuradas, ou seja, perdas determinadas, o monitoramento dos efluentes das colunas de destilação e retificação é monitorado de hora em hora, para acompanhar as possíveis perdas na vinhaça, as variáveis que contribuem para o aumento das perdas são: o excesso de alimentação de vinho na coluna, baixo teor alcoólico do vinho, a instabilidade da pressão de vapor na coluna e vazamento no trocador de calor.

O tempo de espera do corte até a moagem da cana de açúcar não pode ultrapassar 24 horas, pois a cana começa a inverter sacarose e não tem o rendimento esperado.

De acordo com Fernandes (2003), pode haver perdas de até 6,0 kg de açúcares/t cana, ou seja, quase 4% do ART na lavagem da cana. A limpeza a seco ao invés da lavagem com água diminui perdas de ART, ainda ajuda o meio ambiente principalmente em épocas secas. Para saber as perdas dos açúcares na mesa alimentadora é realizado cálculos matemáticos.

Após uma análise dos resultados foram elaboradas algumas propostas, as quais são apresentadas no quadro a seguir.

Quadro 5 – Propostas para melhoria do processo do etanol na usina Alfa

MEDIDAS ADOTADAS PELA USINA	SOLUÇÃO (Propostas para Usina)	Como fazer?	Qual a meta?
CONTROLE DE TRANSPORTE DA CANA DEPENDE DE ANOTAÇÕES MANUAIS	IMPLANTAR UM SISTEMA PARA GERENCIAR OS EQUIPAMENTOS ALOCADOS EM TODAS AS ETAPAS DE TRABALHO	IMPLANTAR O SISTEMA TOTVS QUE DESENVOLVEU UMA SOLUÇÃO PARA O TRANSPORTE DA CANA, CHAMADA LOGTRA	EVITAR QUE A CANA INVERTA SACAROSE E TER CONTROLE DO LEAD TIME LOGÍSTO DA USINA
LIMPEZA DA CANA DE AÇÚCAR COM ÁGUA	APLICAR FÓRMULA MATEMÁTICA PARA IDENTIFICAR A QUANTIDADE DE PERDAS DE SACAROSE NA LAVAGEM DA CANA COM ÁGUA	FÓRMULA DE FERNANDES (2003) $KI = V\text{água} \times (\text{ARTe} - \text{ARTs})$	MENSURAR AS PERDAS DE AÇÚCARES NA LAVAGEM DA CANA
LIMPEZA DA CANA DE AÇÚCAR COM ÁGUA	LIMPEZA A SECO	IMPLANTAR UM SISTEMA DE LIMPEZA A SECO	ECONOMIZAR O CONSUMO DE ÁGUA, EVITAR AS QUEIMADAS NA LAVOURA E ELIMINAR A PERDA DE SACAROSE QUE OCORRE NA LAVAGEM COM ÁGUA
LAVAGEM E MONITORAMENTO NO FILTRO ROTATIVO	APLICAR FÓRMULA MATEMÁTICA PARA IDENTIFICAR A QUANTIDADE DE PERDAS DE SACAROSE NA TORTA (Kt) em Kg/t de cana	FÓRMULA MATEMÁTICA DE FERNANDES (2003) $Kt = Q\text{t} \times (\text{ART}/100)$	SABER SE A LAVAGEM E MONITORAMENTO ESTÃO FEITOS DA MANEIRA CORRETA
REGULAGEM E LIMPEZA DA MOENDA	APLICAR FÓRMULA MATEMÁTICA PARA IDENTIFICAR AS QUANTIDADES DE PERDAS NO BAGAÇO FINAL (Kb) em kg/t de cana	FÓRMULA MATEMÁTICA DE FERNANDES (2003) $\text{ARTbg} = \text{POLbg} \times (1/0,95 + \text{ARC}/\text{IPC})$ $\text{Kb} = \text{Qbg} \times (\text{ARTbg}/100)$	SABER SE A REGULAGEM E LIMPEZA DA MOENDA ESTÁ CORRETA

Fonte: Elaborada pela autora

4 CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo identificar problemas e propor soluções para resolvê-los. O objetivo foi alcançado por meio do método PDCA e através de diversas ferramentas da qualidade, obtendo como resultado:

- Foi encontrado perdas de sacarose.
- Descobriram-se as causas das perdas no processo produtivo.
- Foi feito um plano de ação, para aumentar a produção do etanol.
- Foi possível compreender qual a causa das perdas encontradas.
- Foram feitas propostas de melhoria.

É conveniente ressaltar que, a própria aplicação sistemática dessas ferramentas da qualidade se constitui em um processo criado, implantado e melhorado ao longo do tempo. Portanto o presente trabalho contribui com a literatura em desenvolvimento na temática gestão da qualidade e melhoria de processos, assim como serve de auxílio para a gestão da Usina Alfa, mediante a proposta do plano de ação que é passível de implantação que proporcionará melhorias significativas no processo do etanol.

Recomenda-se um conjunto de sugestões para continuidade das pesquisas nesta temática:

- Replicar esta pesquisa em outras usinas.
- Realizar estudos comparativos das melhores práticas utilizadas nas usinas de etanol
- Avaliar o nível de maturidade em gestão da qualidade no processo do etanol.
- Avaliação de indicadores de desempenho no processo de produção do etanol.
- Estudar as contribuições da produção enxuta no contexto da gestão da qualidade nos processos das usinas.
- Análise das contribuições da gestão da cadeia de suprimentos do etanol para gestão da qualidade.

Cabe ressaltar, ainda, que foi possível verificar como uma limitação para o estudo a falta de aplicabilidade das entrevistas com demais gestores e coordenadores da unidade.

REFERENCIAS

ALVES, L. R. A. Transmissão de preços entre produtos do setor socioalcooleiro do estado de São Paulo. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz, Universidade de São Paulo – USP, Piracicaba, 2003.

BERRY, Leonard; PARASURAMAM, A. Serviços de Marketing: competindo através da qualidade. São Paulo: Malase-Norma, 1992.

CAMPOS, V. F. Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia. Belo Horizonte: Editora Fundação Christiano Ottoni, 1996.

CARPINETTI, L.C.F. Gestão da Qualidade: conceitos e técnicas. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2012.

CARPINETTI, Luiz Cesar Ribeiro. Gestão da Qualidade: conceitos e técnicas. 1ª ed. São Paulo: Atlas, 2010.

FERNANDES, Antônio Carlos. Cálculos na agroindústria da cana-de-açúcar. 2. Ed. Piracicaba: Stab, 2003.

FRANKLIN, Yuri; NUSS, Luiz Fernando. Ferramenta de Gerenciamento. Resende: AEDB, Faculdade de Engenharia de Resende, 2006.

FONSECA, A.V.M.; MIYAKE, D.I. (2008). Comparing the use of methods, techniques, and tools promoted by quality management systems and programs. Anais do XIV International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, Rio de Janeiro, 12p.

LEONEL, P. H. Aplicação prática da técnica do PDCA e das ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos industriais para melhoria e manutenção de resultados. Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2008.

MOURA, L. R. Qualidade Simplesmente Total. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2003.

OLIVEIRA, R. P. D. Sistemas, organização e métodos. São Paulo: Atlas, 2013.

PAULISTA, P.H; ALVES, R.A. Ferramentas da Qualidade: Uma revisão bibliográfica e Análise de Publicações no ENEGEP. João Pessoa: Centro Universitário de Itajubá, 2015.

SIMÕES, L; RIBEIRO, C. R. O ciclo PDCA como ferramenta da qualidade total. Unisaesiano. Lins. São Paulo, 2007.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DE FABRICAÇÃO DO ÁLCOOL - Deputados aprovam projeto que estimula utilização de etanol. Disponível em: <https://sindalcool.com.br/> Acesso em: 29 de abril de 2019.

RIGONI. Análise de causas- 5 porquês, por que não 6? 2010, disponível em Acesso em 02/Mar/2012.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DE FABRICAÇÃO DO ÁLCOOL - Deputados aprovam projeto que estimula utilização de etanol. Disponível em: <https://sindalcool.com.br/> Acesso em: 29 de abril de 2019.

TOTVS (2017) – Solução logística da Totvs otimiza transporte da cana à usina. Disponível em: <https://www.tecnologista.com.br/portal/post/74203/solucao-logistica-da-totvs-otimiza-transporte-da-cana-a-usina/> Acesso em: 21 de maio de 2019.

AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS, ESPECTROSCÓPICAS E ESTABILIDADE OXIDATIVA DE MISTURAS DE BIODIESEL DE GERGELIM (SESAMUM INDICUM L.)

Oliveira, R. L.; de Araújo, K. C.; dos Santos, R. F.; Barbosa, M. J. E. P.; de Melo, M. A. R.; Dantas, H. J.; de Souza, A. G.; Dantas, M. B.

RESUMO

A utilização do biodiesel como aditivo ao Diesel já está sendo comercializada no Brasil em proporção de 7% (B7). No Sertão Paraibano, o biodiesel derivado das sementes de gergelim é uma proposta bastante promissora, uma vez que as mesmas são aptas para o cultivo em regiões semiáridas. Este trabalho objetivou extrair o óleo das sementes de gergelim cultivadas no Instituto Federal da Paraíba, Campus Sousa, através de extração mecânica em filtro prensa, bem como, produzir o biodiesel via rota metílica e etílica, através da reação de transesterificação e avaliar a eficiência de suas misturas com Diesel em relação às propriedades físico-químicas, espectroscópicas e estabilidade oxidativa. A extração do óleo de gergelim foi realizada em uma Prensa Hidráulica (30 toneladas) e a obtenção do biodiesel foi realizada via rota metílica e etílica e reação de transesterificação. As misturas foram obtidas em proporções de 5% (B5), 10% (B10), 20% (B20) e 50% (B50) de biodiesel em Diesel foram avaliadas através das análises de índice de acidez, viscosidade cinemática, espectroscopia de absorção na região do infravermelho e estabilidade à oxidação. Os resultados mostram que as misturas em proporções de 5% (B5), 10% (B10), 20% (B20) e 50% (B50) são eficientes para serem comercializadas e que ocorre um aumento na intensidade da banda referente à deformação axial C=O do éster com aumento do teor de biodiesel na mistura. Conclui-se através dos resultados que o óleo de gergelim é uma excelente fonte alternativa para a produção de biodiesel, visto que nos métodos avaliados o biodiesel de gergelim e suas misturas com Diesel apresentou respostas satisfatórias, com melhores propriedades que o de oleaginosas convencionais.

Palavras-chave: Gergelim; Biodiesel; Misturas biodiesel/Diesel; Estabilidade à oxidação.

ABSTRACT

The use of biodiesel as an additive to diesel is already being marketed in Brazil in the proportion of 7% (B7). In the backwoods of Paraíba, biodiesel derived from sesame seeds is a very promising proposal, since they are suitable for growing in semi-arid regions. This study aimed to extract oil from sesame seeds grown at the Federal Institute of Paraíba, Campus Sousa, through mechanical filter press extraction, as well as producing biodiesel via methyl and ethyl routes through the transesterification reaction and evaluate the efficiency of its mixtures with Diesel regarding the physicochemical and spectroscopic properties and oxidative stability. The extraction of sesame oil was conducted in a Hydraulic Press (30 tons) and obtaining biodiesel was performed via methyl and ethyl routes and transesterification reaction. The mixtures were obtained in proportions of 5% (B5), 10% (B10), 20% (B20) and 50% (B50) of biodiesel in diesel and were evaluated by analysis of acid number, kinematic viscosity, spectroscopy absorption in the infrared region and oxidation stability. The results show that mixtures in proportions of 5% (B5), 10% (B10), 20% (B20) and 50% (B50) are effective for marketing and that there is an increase in band intensity related to the axial strain C=O of the ester with increasing the content of biodiesel in the blend. It is concluded from the results that the sesame oil is an excellent alternative for the production of biodiesel source, since the methods evaluated sesame biodiesel and its blends with Diesel showed satisfactory responses, with better properties than conventional oil.

Keywords: sesame; biodiesel; Biodiesel blends/Diesel; Oxidation stability.

1. Introdução

Atualmente, a utilização de óleos vegetais para produção de combustíveis se mostra como alternativa economicamente viável à utilização de combustíveis fósseis. Para isto, os óleos vegetais são submetidos à transesterificação, reação na qual os ácidos graxos componentes do óleo vegetal são convertidos em ésteres. Os óleos vegetais constituem-se basicamente de triacilglicerídeo, que são triésteres de glicerol com ácidos graxos de cadeia longa, predominando ácidos graxos insaturados e sua composição depende da planta, do cultivo, da época e das condições de crescimento e o biodiesel obtido a partir deste é bastante similar ao diesel obtido do refino do petróleo.

O biodiesel é definido como um combustível alternativo constituído por ésteres alquílicos de ácidos carboxílicos de cadeia longa, proveniente de fontes renováveis como óleos vegetais, gorduras animal e óleos residuais.

Existem diferentes procedimentos industriais para obtenção do biodiesel, os quais podem ser conduzidos de forma contínua ou em batelada. A transesterificação alcalina homogênea de óleos e gorduras é a principal tecnologia para a sua obtenção.³

Na transesterificação alcalina homogênea, os reagentes e catalisadores se encontram em uma única fase, podendo este catalisador ter caráter ácido, como o ácido sulfúrico, ou básico, como o hidróxido de potássio e sódio. Também pode ser empregada a catálise heterogênea, onde reagentes e catalisadores se encontram em fases distintas, técnica que abre espaço para pesquisa científica, no que concerne o desenvolvimento de novos catalisadores. Dispõem ainda da transesterificação por catálise enzimática, onde o catalisador envolvido trata-se de uma enzima.

Na reação de transesterificação, o triacilglicerídeo reage com um álcool na presença de catalisador ácido ou básico, resultando em moléculas menores de ésteres de ácidos graxos e glicerol. O processo geral é uma sequência de três reações consecutivas: mono e diacilglicerídeos são formados como intermediários.

O biodiesel pode ser usado puro (B100) ou misturado ao diesel de petróleo em motores do ciclo diesel. A proporção de biodiesel misturado ao diesel é expressa através da nomenclatura aceita mundialmente, o BX onde X é porcentagem do biodiesel na mistura com o Diesel. Por exemplo, B2, B5, B20 e B50 representam uma concentração de 2, 5, 20 e 50% de biodiesel no diesel. No B5, 5% de biodiesel é considerado apenas um aditivo para o diesel e no B2 o biodiesel é um aditivo de lubricidade do diesel.² Uma grande vantagem do biodiesel é que ele pode ser misturado em qualquer proporção ao

diesel de petróleo, formando misturas que podem manter os padrões de qualidade exigidos pela Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural, e Biocombustível (ANP) e, assim, as misturas podem ser utilizadas nos motores a diesel, praticamente sem modificações.

O uso de 2% de biodiesel no diesel tornou-se obrigatório desde janeiro de 2008, assumindo no mercado total uma demanda de 1 bilhão (L/ano). Após julho de 2009, esse percentual passou para 4% com aumento da demanda para 1,8 bilhões (L/ano). Em 2010, a demanda aumentou para 2,4 bilhões (L/ano) com adição de 5% de biodiesel no diesel.

No Brasil, diferentes espécies possuem potencial para serem utilizadas como matérias-primas na produção de biodiesel, tais como soja, mamona, girassol, algodão, palma, babaçu, amendoim, óleo de fritura, sebo bovino, entre outros.

O gergelim (*Sesamum indicum* L.), chamado também em português de sésamo, é uma planta pertencente à família das pedaliáceas. Trata-se de uma das oleaginosas mais antigas cultivadas no mundo, e seus maiores produtores mundiais são a China, Índia, México e Sudão. A sua cultura é resistente à seca e apta em zonas áridas e semiáridas, prosperando em regiões de alta temperatura, baixa altitude e iluminação solar abundante, permitindo que o biodiesel oriundo desta, seja produzido nas mesmas condições, sem perder sua resistência à estabilidade química.

É fonte de um excelente óleo vegetal, pois o mesmo é bastante estável devido à presença de substâncias antioxidantes como a sesamina, o sesamolina e o sesamol e que possui alto rendimento em sua obtenção, algo em torno de 35 a 63%, sendo o ácido linoléico o componente majoritário da composição do óleo (42,9-54,0%), seguido do ácido oléico (31,6-42%), ácido palmítico (7,2-9,7%) e ácido esteárico (3,8-5,6%) perfazendo um total de aproximadamente 98% dos ácidos graxos presentes no óleo.

A transesterificação do óleo de gergelim, extraído quimicamente é relatada tendo sido conduzida por catálise homogênea em meio básico, gerando um biodiesel com propriedades físico-químicas dentro dos limites da ASTM – American Society for Testing and Materials e dos padrões ingleses. É observado que o biodiesel obtido através da transesterificação do óleo de gergelim possui alta estabilidade à oxidação em comparação ao biodiesel obtido a partir de outros óleos vegetais devidos a presença de substâncias incomuns a estes óleos, conhecidas como ligninas e que são inerentes ao óleo de gergelim, como as já citadas sesamina, sesamolina e o sesamol. Porém, não

existem estudos no que se refere ao óleo extraído mecanicamente e se as propriedades antioxidantes observadas no óleo de extração química se mantêm.

A estabilidade à oxidação dos óleos vegetais e biodiesel pode ser monitorada por métodos acelerados, dentre as quais se destacam: os índices de iodo, peróxido, acidez e viscosidade cinemática e os métodos Rancimat (EN 14112, 2003), (AOCS, 1999)¹⁵, Espectroscopia de Ressonância Magnética Nuclear (RMN) e outras técnicas que possibilitam a identificação destas degradações, tais como: Método de estufa e Active Oxygen Method (AOM). A estabilidade oxidativa de ésteres de ácidos graxos também vem sendo acompanhada com sucesso por calorimetria exploratória diferencial pressurizada (PDSC).

O parâmetro de determinação da estabilidade à oxidação do biodiesel encontra-se descrita na norma EN 14112 que é indicada na Resolução nº 07/2008 da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustível (ANP), como método recomendado para determinação da estabilidade à oxidação do biodiesel.

Inserido nesse contexto, este trabalho teve como objetivo produzir o biodiesel via rota metílica e etílica, através da reação de transesterificação, bem como, avaliar a eficiência de suas misturas com Diesel em relação às propriedades físico-químicas, espectroscópicas e estabilidade oxidativa.

2. Materiais e Métodos

2.1. Obtenção do óleo de gergelim

O óleo de gergelim foi obtido a partir de sementes (variedade BRS-SEDA) cultivadas no Instituto Federal da Paraíba, Campus Sousa, através de extração mecânica em filtro prensa.

2.2. Síntese de biodiesel de óleo de gergelim via reação de transesterificação

O biodiesel de gergelim foi obtido através da reação de transesterificação, rotas etílica e metílica e catalisador básico – KOH, segundo metodologia descrita por Barros e colaboradores (2009).

2.3. Preparo e caracterização das misturas biodiesel/Diesel

As misturas foram preparadas misturando-se diesel tipo “Diesel Interior” com biodiesel etílico e metílico de gergelim nas percentagens de biodiesel de 5% (B5),

10%(B10), 20% (B20) e 50% (B50) em volume. Em seguida foi realizada a caracterização das amostras utilizando os ensaios mencionados pela Resolução nº 07/2008 da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustível.

2.3.1. Índice de acidez

A conservação do óleo é indicada pelo índice de acidez, que é definida como a massa de hidróxido de potássio (KOH) necessária para neutralizar os ácidos livres de 1 grama da amostra. Esse método consiste em analisar uma quantidade conhecida de óleo com uma mistura de etanol e éter etílico, seguido de titulação do ácido graxo livre com solução etanólica de KOH.

2.3.2. Viscosidade cinemática

A viscosidade cinemática foi realizada de acordo com a norma ABNT NBR 10441 e o equipamento utilizado foi um viscosímetro da marca Julabo, modelo V18, utilizando um capilar de vidro calibrado do tipo Cannon Fenske em banho térmico a 40 °C.

2.3.3. Estabilidade à oxidação

Os ensaios de estabilidade oxidativa foram realizados utilizando equipamento Rancimat (743), marca Metrohm com base na norma EN 14112. Neste método, 3 gramas da amostra são envelhecidas a 110 °C, sob fluxo constante de ar (10 L.h⁻¹). O rápido aumento da taxa de oxidação é expresso pelo aumento de condutividade na água deionizada cujos voláteis são captados, sendo ocasionada pela formação de peróxido e de voláteis. Como resultado esperado determina-se o período de indução ou ponto de inflexão (PI), o qual segundo a Resolução nº 07/2008 deve ser superior a 6 horas. Os cálculos dos períodos de indução foram realizados com o auxílio do programa que acompanha o equipamento (Software 743 - Rancimat).

2.3.4. Espectroscopia de absorção na região do infravermelho

Os espectros de absorção na região do infravermelho foram obtidos em um espectrômetro marca BOMEM, modelo MB-102, usando pastilhas de brometo de potássio (KBr), na faixa de 4000 – 400 cm⁻¹.

3. Resultados e Discussão

3.1. Caracterização Físico-química do óleo de gergelim

As sementes de gergelim apresentaram um rendimento em torno de 37,5%(m/m) em teor de óleo. Um rendimento satisfatório quando equiparado ao de oleaginosas que despontam como principais fontes para produção de biodiesel no Brasil, como a soja e o algodão, cujas sementes apresentam rendimento de óleo em torno de 18-20%.

O óleo obtido apresentou um índice de acidez em torno de 0,218 mgKOH. g⁻¹, demonstrando o bom êxito do mesmo e uma adequação do índice de acidez para produção de biodiesel. Uma acidez adequada garante um rendimento satisfatório e a redução do tempo de reação de transesterificação, pois relatos da literatura²² afirmam que óleos com acidez acima de 2 mgKOH.g⁻¹, quando submetidos à catálise básica, comprometem o processo de transesterificação devido à ocorrência de reações paralelas, tais como a de saponificação, que diminui a conversão dos ácidos graxo.

No óleo de gergelim constatou-se uma viscosidade cinemática de 35,3 mm².s⁻¹. Os valores de viscosidade predizem um biodiesel com excelentes propriedades de fluxo, visto que quando comparados a outras fontes de matéria-prima, observa-se uma similaridade de valores com óleos que propiciam biodiesel com propriedades de fluxo que atendem à especificação, tais como: soja (51,5), milho (38,4) e algodão (41,9), e uma diferença significativa quando comparado a mamona (74,6) e babaçu (57,7), que apresentam limitações em tais propriedades.

O estudo da viscosidade de óleos que visam à produção de biodiesel é necessário porque prenuncia o desempenho do biodiesel como combustível e ainda influencia o processo de síntese, pois óleos muito viscosos dificultam uma mistura homogênea com o alcóxido durante a transesterificação, requerendo um maior cuidado em relação à agitação e temperatura de reação.

3.2. Obtenção do biodiesel de gergelim

O biodiesel foi obtido pela reação de transesterificação, na razão molar de 6:1 álcool etílico e 3:1 álcool metílico/óleo de gergelim, utilizando 1,0% em massa do catalisador KOH, segundo metodologia descrita por Barros e colaboradores (2009).¹⁹

O rendimento experimental de acordo com a estequiometria da reação de transesterificação foi de 96,4% para o biodiesel metílico e de 88% para o biodiesel etílico. Estes dados qualificam o óleo de gergelim como uma fonte alternativa para produção de biodiesel.

3.3. Propriedades físico-químicas e estabilidade à oxidação do biodiesel, Diesel e misturas biodiesel/Diesel

Os resultados das análises físico-químicas do biodiesel obtido a partir de óleo de gergelim (Tabelas 1 e 2) demonstraram que foi possível produzir o biocombustível dentro das especificações estabelecidas pela legislação vigente em relação ao índice de acidez e viscosidade cinemática com exceção da estabilidade à oxidação a 110 °C.

Tabela 1. Propriedades físico-químicas do biodiesel metílico de óleo de gergelim e suas misturas com Diesel.

Parâmetros	B5	B10	B20	B50	B100	DIESEL	ANP n° 07
Índice de acidez (mgKOH.g ⁻¹)	0,13	0,19	0,13	0,13	0,14	NA	0,5 (máx.)
Viscosidade cinemática a 40 °C (mm ² .s ⁻¹)	3,33	3,51	3,63	3,90	5,00	3,10	3,0-6,0
Estabilidade à oxidação a 110 °C (horas)	NA	NA	17,99	7,27	2,99	NA	6 (mín.)

NA = Não Analisado

Tabela 2. Propriedades físico-químicas do biodiesel etílico de óleo de gergelim e suas misturas com Diesel.

Parâmetros	B5	B10	B20	B50	B100	DIESEL	ANP n° 07
Índice de acidez (mgKOH.g ⁻¹)	0,14	0,14	0,15	0,13	0,14	NA	0,5 (máx.)
Viscosidade cinemática a 40 °C (mm ² .s ⁻¹)	3,19	3,42	3,48	4,08	5,16	3,10	3,0-6,0
Estabilidade à oxidação a 110 °C (horas)	NA	NA	36,29	9,83	3,79	NA	6 (mín.)

NA = Não Analisado

O biodiesel de gergelim em ambas as rotas apresentou viscosidade bem inferior ao biodiesel produzido a partir do óleo de mamona, que foi citada por Dantas (2010)² com um valor de 14,58 mm².s⁻¹, decorrente do alto percentual, 85,8%, do éster ricinoleato. Em contrapartida, o biodiesel de gergelim mostrou-se mais viscoso que o biodiesel proveniente do óleo de girassol (4,50 mm².s⁻¹), e óleo de soja (4,30mm².s⁻¹)²³.

As Tabelas 1 e 2 ilustram o efeito da adição do biodiesel de gergelim em ambas as rotas sobre a viscosidade cinemática do Diesel. Observou-se que adição de biodiesel provocou um leve aumento na viscosidade cinemática, mas não excedendo o limite especificado pela norma vigente. Os resultados demonstram que as misturas em proporções de 5% (B5), 10%(B10), 20% (B20) e 50% (B50) são eficientes para serem comercializadas.

O ensaio de estabilidade à oxidação pelo método EN 14112 foi realizado com intuito de estudar a estabilidade oxidativa do biodiesel nas rotas metílica e etílica e suas misturas com o Diesel, através da determinação do Período de Indução (PI). Desse modo, para avaliar a existência de um possível efeito sinérgico sobre a estabilidade de misturas de biodiesel com o Diesel (Tabelas 1 e 2). Observou-se que adição de Diesel ao biodiesel nas rotas metílica e etílica aumentou a estabilidade à oxidação do biodiesel. Os resultados demonstram que as misturas são eficientes para serem comercializadas na proporção de até B50, no requisito de estabilidade à oxidação.

3.4. Espectroscopia na região do infravermelho do biodiesel, Diesel e misturas biodiesel/Diesel

Os espectros de absorção na região do infravermelho do biodiesel de gergelim em ambas as rotas e Diesel são mostrados na Figura 1. Para o biodiesel em ambas as rotas e Diesel, observa-se a ausência da banda referente a vibração de estiramento da ligação (O-H) em 3400 cm^{-1} indicando baixo teor de água (umidade). Para o biodiesel em ambas as rotas e Diesel observam-se as bandas em 2923 cm^{-1} e 2853 cm^{-1} e em 2924 cm^{-1} e 2852 cm^{-1} e em 2924 cm^{-1} e 2852 cm^{-1} , respectivamente, com forte intensidade referem-se, respectivamente, as vibrações de estiramentos assimétricos e simétricos do grupo metileno (CH_2). Para o biodiesel em ambas as rotas observam-se as bandas na região de 1743 cm^{-1} e 1741 cm^{-1} , respectivamente, com forte intensidade atribuída a vibração de estiramento da carbonila ($\text{C}=\text{O}$), característica de ésteres. Na região de 1177 cm^{-1} (biodiesel na rota metílica) e 1173 cm^{-1} (biodiesel na rota etílica) aparece uma banda característica de C-O referente a deformação axial do grupo funcional dos ésteres.

As frequências de absorção relativas às bandas nos espectros de infravermelho são consistentes com o preconizado pela literatura.

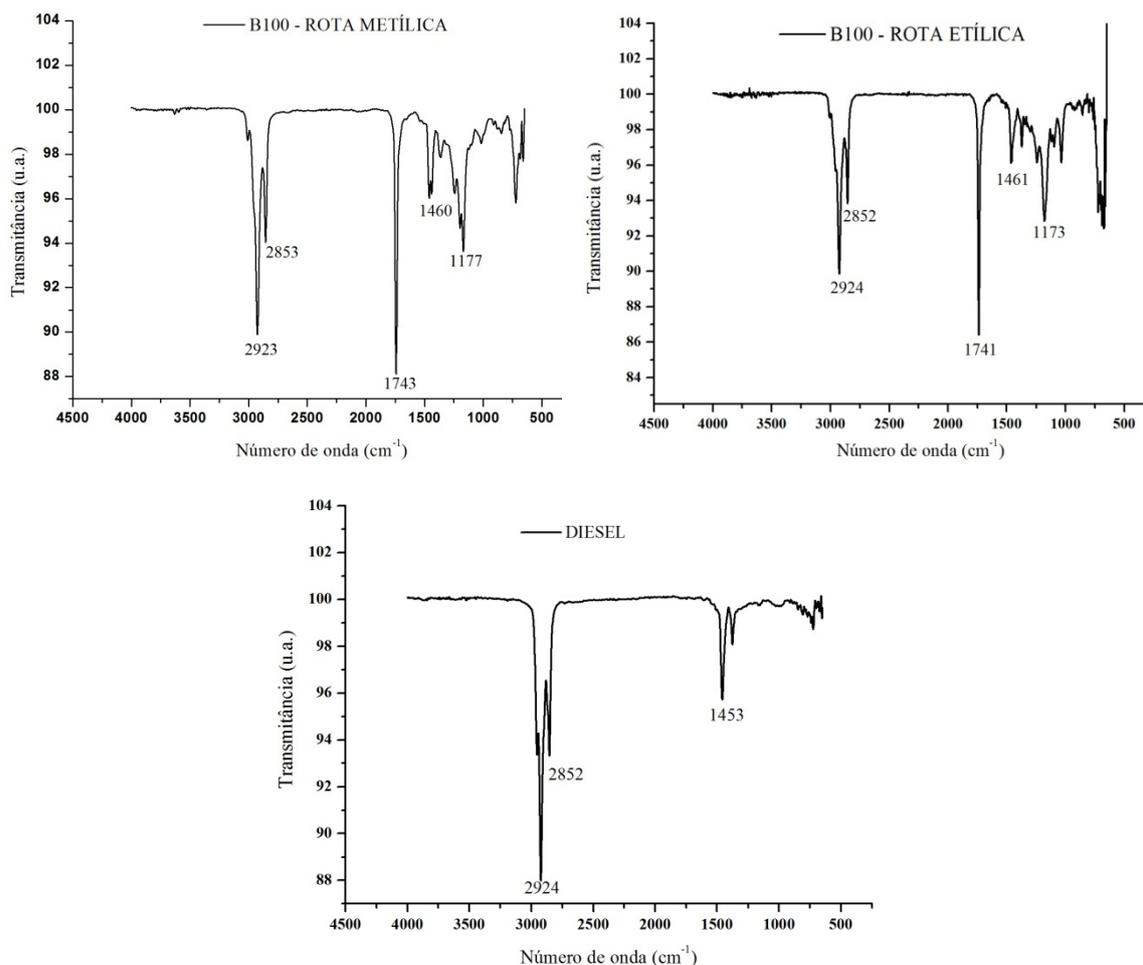


Figura 1. Espectros de absorção na região do infravermelho do biodiesel nas rotas metílicas e etílicas e Diesel.

Com base nos espectros na região do infravermelho das misturas em ambas as rotas, pode-se verificar um aumento na intensidade da banda referente à deformação axial C=O do éster. Isso, devido ao aumento do teor de biodiesel na mistura, dessa maneira aproximando-se das características do biodiesel. Por outro lado, observa-se também a baixa umidade através da ausência da banda referente a vibração de estiramento da ligação (O-H) em 3400 cm^{-1} para o biodiesel de óleo de gergelim nas rotas metílica e etílica.

As frequências de absorção relativas as bandas nos espectros de infravermelho são consistentes com o preconizado pela literatura. Os espectros de absorção na região do infravermelho são mostrados nas Figuras 2 e 3, respectivamente.

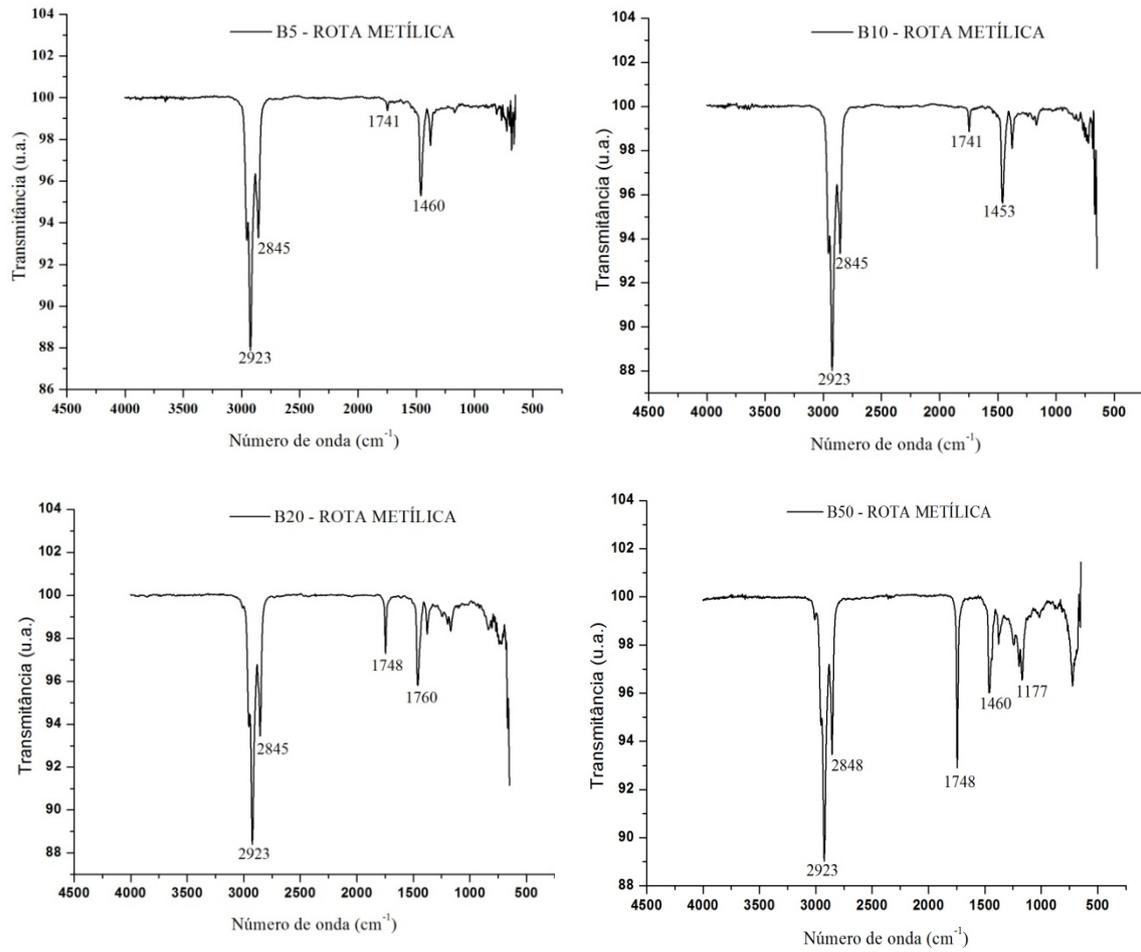
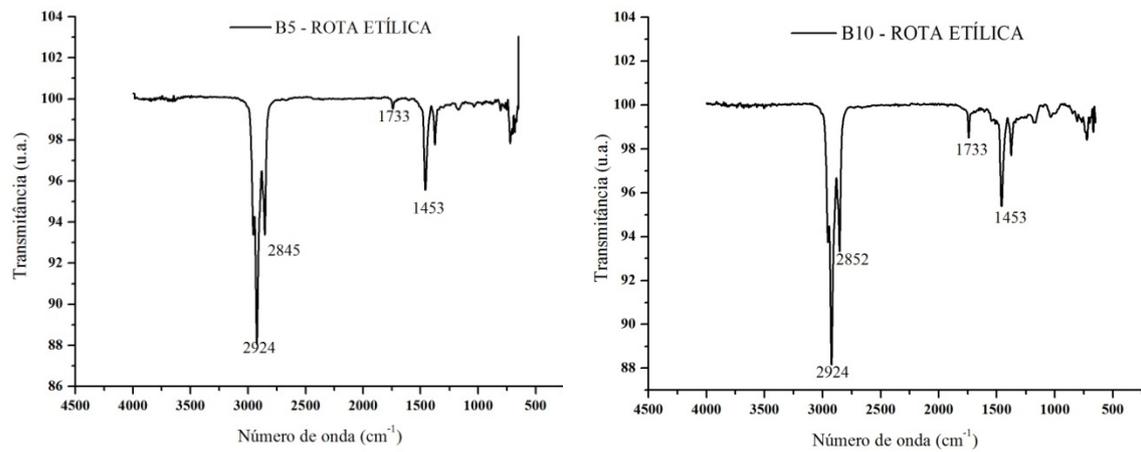


Figura2. Espectros de absorção na região do infravermelho das misturas biodiesel/Diesel na rota metílica.



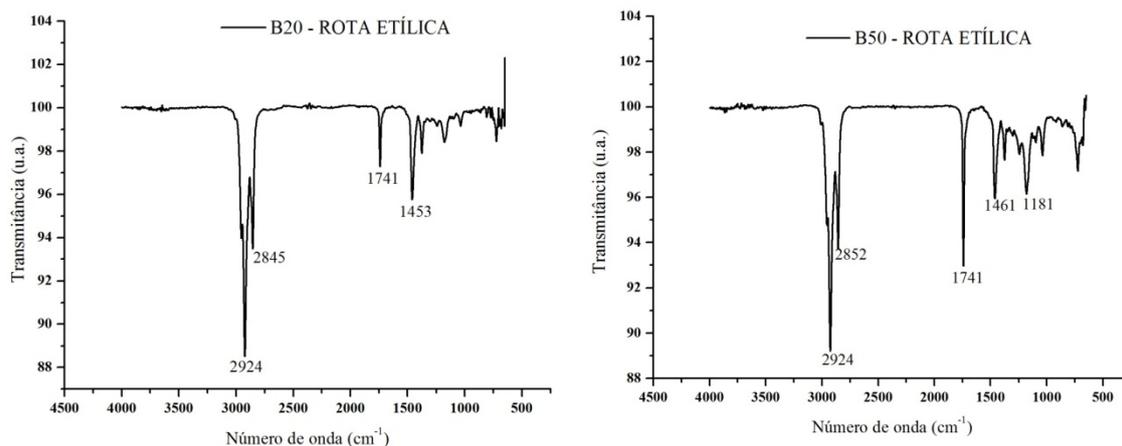


Figura3. Espectros de absorção na região do infravermelho das misturas biodiesel/Diesel na rota etílica.

4. Conclusões

Conclui-se que o óleo de gergelim é uma excelente fonte alternativa para a produção de biodiesel, visto que nos métodos avaliados, biodiesel de gergelim e suas misturas com Diesel apresentou respostas satisfatórias, com melhores propriedades que o de oleaginosas convencionais.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB, Campus Sousa e ao Programa de Iniciação Científica e Tecnológica (PIBICT) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB) pela bolsa concedida e por disponibilizar toda a infraestrutura necessária para o desenvolvimento desta pesquisa. E ao Laboratório de Combustíveis e Materiais (LACOM) pertencente a Universidade Federal da Paraíba (UFPB) pela realização das análises.

Referências

Knothe, G.; Gerpen, J. V.; Krahl, J.; Ramos, L. P.; **Manual de Biodiesel**, 1ª. ed., Edgard Blucher: São Paulo, **2006**.

ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>>. Acessado em maio de **2019**.

AOCS. Oil stability index. In: Firestone D (ed) **Official methods and recommended practices of the American oil chemists' society**, 5th edn. *AOCS Press, Champaign, Method Cd 12b-92*, **1999**.

BARROS, A. J. M.; DANTAS, M. B.; MORAIS, R.S.; FIRMINO, P.T.; SILVA, A. C.; SOUZA, A. G.; STRAGEVITCH, L. **Estudo Térmico e Caracterização Físico-Química do Óleo e Biodiesel Etilico de Gergelim**. In: *II Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel*, **2009**.

CIOLA, R. **Fundamentos da Catálise**. Ed Moderna, 1º edição **1981**.

CONCEIÇÃO, M. M.; DANTAS, M. B.; ROSENHAIM, R.; FERNANDES, V. J. JR.; SANTOS, I. M. G.; SOUZA, A. G. **Evaluation of the oxidative induction time of the ethylic castor biodiesel**. *Journal Thermal Analysis and Calorimetry*, **2009**, 97: 643-646.

CONCEIÇÃO, M.M.; DANTAS, M.B.; ROSENHAIM, R.; FERNANDES VALTER, J. JR.; SANTOS, I.M.G.; SOUZA, A.G. **Evaluation of the oxidative induction time of the ethylic castor biodiesel**. *Journal Thermal Analysis and Calorimetry*, Hungary, **2009**, v. 97, n. 2, p. 643-646.

DANTAS, M.B.; **Blendas de Biodiesel: Propriedades de Fluxo, Estabilidade Térmica e Oxidativa e Monitoramento Durante Armazenamento**, *Tese de Doutorado*, Universidade Federal da Paraíba, **2010**.

EN 14112. **Fat and oil derivatives – Fatty acid methyl esters (FAME)- Determination of oxidation stability (accelerated oxidation test)**, **2003**.

FECHETE, I.; WANG, Y.; VÉDRINE, J. C. **The past, present and future of heterogeneous catalysis** *Catalysis Today*, **2012**, 189.

GEORGOGIANNI, K. G.; KATSOLIDIS, A. K.; POMONIS, P. J.; MANOS, G.; KONTOMINAS, M. G. **Transesterification of soybean frying oil to biodiesel using heterogeneous catalysts**. *Fuel Processing Technology*, **2009**, 90, 1016.

GRANJO, J. F. O.; DUARTE, B. P. D.; OLIVEIRA, N. M. C. 10th International Symposium on Process Systems Engineering - PSE2009, **2009**, 483.

GUNSTONE, F. D. **The Lipid Handbook**. Taylor & Francis Ltd., United Kingdom, **2004**.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos químicos e físicos para análises de alimentos**, Brasília, **2005**, v. 1, 4 ed., 1018.

KNOTHE, G. **Analysis of oxidized biodiesel by ¹H-NMR and effect of contact area with air**. *European Journal of Lipid Science and Technology*, **2006**, 108: 493–500.

KNOTHE, G. **Some aspects of biodiesel oxidative stability.** *Fuel Processing Technology*, 2007, 88: 669-677.

MORETTO, E.; FETT, R. **Tecnologia de óleos e gorduras vegetais na indústria de alimentos.** São Paulo: Livraria Varela, 1998.

ROSENHAIM, R. **Avaliação das Propriedades Fluido-dinâmicas e Estudo Cinético por Calorimetria Exploratória Diferencial Pressurizada (PDSC) de Biodiesel Etilico Derivado de Óleo de Fritura Usado.** *Tese de Doutorado*, Universidade Federal da Paraíba, 2009.

SAYDUT, A., DUZ, M. Z., KAYA, C., KAFADAR, A. B., HAMANCI, C. **Ransesterified sesame (*Sesamum indicum* L.) seed oil as a biodiesel fuel.** *Bioresource Technology* 2008, 99, 6656. [[CrossRef](#)][[PubMed](#)]

SILVERSTEIN, R.M.; WEBSTER, F.X.; KIEMLE, D.J. **Identificação Espectrométrica de Compostos Orgânicos**, 7a ed. LTC, Rio de Janeiro, 2006.

SUAREZ, P.A.Z.; SANTOS, A.L.F.; RODRIGUES, J.P.; ALVES, M.B. **Biocombustíveis a partir de óleos e gorduras: desafios tecnológicos para viabilizá-los.** *Química Nova* 2009, 32(3), 768-775.

TAVARES, M. L. A.; *Tese de Doutorado*, Universidade Federal da Paraíba, 2009.

VASCONCELOS, A. F. F. **Biodieseis Etilicos quanto aos Parâmetros Reológicos, Fluidodinâmicos, Oxidativos e Carburantes.** *Tese de Doutorado*, Universidade Federal da Paraíba, UFPB, 2009.

WERE, B. A.; ONKWARE, A. O.; GUDU, S.; WELANDER, M.; CARLSSON, A. S. **Seed oil content and fatty acid composition in East African sesame (*Sesamum indicum* L.) accessions evaluated over 3 years.** *Field Crops Research* 2006, 97, 254.

CARACTERIZAÇÃO DE PLANTAS E DE FRUTOS DE ESPÉCIE NATIVA DO LITORAL DA PARAÍBA SOB RISCO DE EXTINÇÃO

Victor de Sousa Nobre; Edivaldo Galdino Ferreira.

RESUMO

A mangabeira (*Hancornia speciosa*, Gomes) é planta frutífera tropical com grande potencial para exploração, em larga escala, de matéria prima, seja para consumos “in natura” ou industrializados. Na Paraíba é encontrada em estado espontâneo, ou em pomares de plantas nativas, na região litorânea. A produção comercial é obtida quase que exclusivamente de plantas nativas, de origem genética desconhecida no que se refere às características de qualidade dos frutos e de produtividade. Apesar de sua importância sob o ponto de vista sócio/econômico para a população carente, estas plantas estão ameaçadas de extinção pela depredação indiscriminada na região onde vive, mesmo antes de se reconhecerem seus valores como recurso fitogenético para trabalhos de melhoramento e preservação do meio ambiente. Este trabalho teve como objetivos avaliar plantas nativas quanto ao porte, bem como obter informações de características físicas e °Brix de seus frutos. Foram selecionadas ao acaso plantas adultas, em fase de produção, nas quais foram avaliados o diâmetro (cm) da copa, altura (cm) e perímetro do caule (cm). Em cada planta foram amostrados frutos ao acaso, nos quais se fizeram avaliações físicas (comprimento, diâmetro, peso do fruto inteiro e de suas partes) e oBrix. Nas condições estudadas, os resultados indicam que as plantas têm em média, 5,07m de altura e 6,20m de diâmetro de copa, 0,70m caule do caule. O peso médio do fruto variou entre as plantas, oscilando entre 9,71g e 34,41g , enquanto o número de sementes por frutos variou de 4 a 24. O °Brix oscilou entre 10,80 e 18,98.

Palavras-chave: Mangabeira, Plantas, Frutos, Caracterização.

ABSTRAT

Mangabeira (*Hancornia speciosa*, Gomes) is a tropical fruit plant with great potential for large-scale exploration of raw materials, whether for consumption "in natura" or industrialized. In Paraíba it is found in a spontaneous state, or in orchards of native plants, in the coastal region. Commercial production is obtained almost exclusively from native plants, of unknown genetic origin with regard to the characteristics of fruit quality and productivity. Despite their importance from a socio / economic point of view to the needy population, these plants are threatened with extinction due to indiscriminate depredation in the region where they live, even before their values are recognized as a phylogenetic resource for improvement and preservation of the environment. . This work aimed to evaluate native plants in terms of size, as well as to obtain information on the physical characteristics and °Brix of their fruits. Adult plants were selected at random during the production phase, in which the diameter (cm) of the crown, height (cm) and perimeter of the stem (cm) were evaluated. Random fruits were sampled in each plant, in which physical evaluations (length, diameter, weight of the whole fruit and its parts) and °Brix were made. Under the conditions studied, the results indicate that the plants are, on average, 5.07m tall and 6.20m in canopy diameter, 0.70m stem stem. The average weight of the fruit varied between plants, oscillating between 9.71g and 34.41g, while the number of seeds per fruit varied from 4 to 24. °Brix oscillated between 10.80 and 18.98.

Keywords: Mangabeira, Plants, Fruits, Characterization.

1 INTRODUÇÃO

A mangabeira (*Hancornia speciosa*, Gomes) é uma espécie frutífera tropical característica do clima seco do Nordeste e Norte do país, atingindo também as regiões mais quentes dos cerrados do Brasil central, assim como a região Sudeste.

No Nordeste brasileiro a mangabeira é uma planta silvestre que sobrevive na faixa litorânea, ambiente de solos pobres, e de textura arenosa e de fácil drenagem.

Na Paraíba, é encontrada com frequência em estado espontâneo, ou em pomares de plantas nativas na região do litoral, não havendo registro de plantios comerciais e sistemáticos.

Esta espécie produz frutos para o consumo “in natura”, e, industrialização nas formas de polpa, principalmente, de sucos, batidas, coquetéis, doces, geleias, sorvetes, licores, vinhos e xaropes, bem como, pode-se extrair o látex para borracha, e também, tem sua aplicação na farmacologia, o que mostra um excelente potencial de aproveitamento (CRUZ, 1979).

Os frutos são muito nutritivos, com um teor de proteína variando de 1,3 a 3,0 % (PARENTE et al. 1985), superior as da maioria das espécies frutíferas. A mangaba é de digestão fácil e rápida, sendo indicada para pessoas doentes e convalescentes. Ferreira e Fonseca citados por Parente et al. (1986).

A exploração da mangabeira é feita em extrativismo, ocupando uma grande mão-de-obra não qualificada, o que também caracteriza a sua importância do ponto de vista social e econômico para as populações da zona rural que tem como fonte de renda, esta frutífera, sem investimento prévio, considerando-se que, encontra-se em estado nativo, sobrevivendo à margem das rodovias, bem como em terras devolutas da zona do litoral paraibano.

Segundo dados da Fundação IBGE (1993), a Paraíba desponta como principal produtor desta frutífera, seguida pelos Estados da Bahia, Sergipe e Rio Grande do Norte. Os Estados do Maranhão, Piauí e Minas Gerais apresentam níveis de produção sem muita expressão econômica. No que se refere a extração do látex, feita em plantas de mangabeira, apenas os Estados da Bahia e Pará, nos anos de 1987 a 1989 registraram produções significativas.

Considerando a sua importância como frutífera e suas múltiplas aplicações, essa apocinácea se constitui em uma espécie em extinção devido a devastação indiscriminada das áreas do seu "habitat" natural em detrimento da expansão do cultivo

de outras espécies consideradas de maior expressão econômica, embora que, apresenta custos de produção em nível bastante elevado.

Fato que merece ser ressaltado é que, devido a introdução de outras culturas e a conseqüente substituição desta espécie frutífera, esta vem sofrendo irreparável erosão genética, sem que seja levado em consideração, o seu potencial para exploração em larga escala, de matéria prima, tanto para consumo ao natural, quanto para processamento industrial da polpa, assim como, a exploração de látex, que, apesar de não apresentar uma borracha de boa qualidade, oferece esta segunda alternativa de aproveitamento de matéria prima.

Os aspectos agrônômicos tanto vegetativos quanto produtivos desta cultura são pouco estudados, dentre eles as características biométricas de plantas e físico-química de frutos.

Este trabalho teve como objetivos:

- a) Estudar características biométricas de plantas adultas de mangabeira, em pomar nativo e pomar cultivado;
- b) avaliar características físicas e químicas de frutos da mangabeira, por ocasião da colheita;

2 - REVISÃO DE LITERATURA

A caracterização botânica que se segue está de acordo com Monachino (1945). A mangabeira é uma árvore de porte médio, com altura que varia de 4 a 7 m, podendo chegar até 15 m, de crescimento lento, copa ampla, às vezes mais ramificada que alta (Figura 1). O tronco é geralmente único, tortuoso ou reto, com 0,2 a 0,3 m de diâmetro. Os ramos são inclinados, numerosos, separados e bem formados. Os ramos jovens são de coloração violácea, lisos até um ano de idade, meio angulosos, curtos, com poucas folhas, floríferos no ápice. Apresenta caule rugoso e áspero com duas a três bifurcações na altura média de 40 a 50 cm da base. Toda a planta exsuda látex de cor branca ou róseo-pálida. As folhas, geralmente, são simples, opostas, uniformemente espaçadas, elípticas, oblongo ou elíptico-lanceoladas nas duas extremidades, com presença ou ausência de pelos. Inflorescência composta de duas a quatro ou até cinco flores hermafroditas em forma de campânula, ocasionalmente flores isoladas, branca e posteriormente róseas ou amarelas, tubulosas e perfumadas. O fruto do tipo baga é elipsoidal ou arredondado de 2,5 a 6,0 cm, podendo ocorrer vários tamanhos na mesma planta, exocarpo amarelo com manchas ou estrias avermelhadas, polpa de sabor

bastante suave, doce, carnosu-viscosa, ácida, contendo geralmente de duas a 15 ou até 30 sementes chatas de 7 a 8 mm de diâmetro, castanho-claros e rugosos.

2.1 - Caracterização Botânica



Figura 1. A) Mangabeira adulta; B) Ramos, botões florais e flores; C) Frutos; D) Sementes.

Fonte: Josué Francisco da Silva Junior (A, B e C) e Carlos Roberto Martins (D).

A mangabeira (*Harconia speciosa*, Gomes), pertencente à família das apocináceas, é uma pequena árvore de 2 a 5 metros de altura, com casca fendilhada e escura (CRUZ, 1979; ANDERSEN & ANDERSEN, 1988).

Lemos et al. (1989), estudando caracterização fenológica de plantas adultas nativas da mangaba, situadas no município do Conde, PB, constataram alturas oscilando entre 3,2 a 6,0 m de altura, diâmetro médio de copa 7,0m e diâmetro do caule 0,30m.

Andersen & Andersen (1988) descreve esta frutífera como sendo de folhas opostas, oblongas, coriáceas e glabras de 5 a 6 cm de comprimento e cerca de 2 cm de largura. Ribeiro (1992) comenta que suas folhas são opostas, simples e pecioladas, ápice abruptamente acuminado ou obtuso, base obtusa ou arredondada. Cimeira terminal com 1 - 7 flores. Flores hermafroditas, cálice campanulado, 5 dentado; corola tubular, 5 lobos; 5 estames, inclusas, filetos curtos, anteras amarelas, ovário supero, estigma cilíndrico. Fruto baga ovóide a globosa, verde-amarelada ou verde-rosada; epicarpo caráceo, folha cremosa, esbranquiçada, levemente ácida e adocicada; sementes várias; de cores castanhas, ovais, compressas, com hilo central.

DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA

De distribuição ampla no território nacional, *H. speciosa* ocorre em diferentes ecossistemas, como cerrados, restingas, tabuleiros, chapadas e dunas. Pode ser encontrada ainda em menores extensões no Peru, Bolívia e Paraguai.

No Brasil, ocorre nas seguintes regiões e estados:

- ✓ Norte (Amazonas, Amapá, Pará, Tocantins)

- ✓ Nordeste (Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Sergipe)
- ✓ Centro-Oeste (Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso)
- ✓ Sudeste (Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo)
- ✓ Sul (Paraná)

HABITAT

Domínios Fitogeográficos

Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pantanal

Tipo de Vegetação

Cerrado (cerrado sensu strictu, cerradão), Savana Amazônica, Floresta e Campo de Restinga, Mata de Tabuleiro, Dunas

2.2 - Clima e Solo

Segundo Andersen & Andersen (1988) esta espécie desenvolve-se melhor no clima tropical mais seco, que ocorre nos cerrados. Entretanto, pode ser encontrado também em regiões subtropicais (mais próximas ao Brasil central) de Minas Gerais, Mato Grosso, Goiás e São Paulo. É mais presente em terrenos menos férteis, como nos tabuleiros arenosos e secos das regiões altas do Norte e Nordeste do Brasil.

Vieira Neto (1994) relata que a mangabeira é planta de clima tropical, vegetando bem em áreas que apresentam temperatura média em torno de 25° C, e pluviosidade de 750 mm a mais de 1500 mm anuais. É tolerante a períodos de déficit hídrico, e nas épocas de temperaturas mais elevadas apresenta melhor desenvolvimento vegetativo.

É encontrada predominantemente em solos arenosos, ácidos, pobres em nutrientes e matéria orgânica, e com baixa retenção de umidade, típicas das regiões de cerrados e tabuleiros costeiros, embora se desenvolva bem em solos com maior teor de argila e matéria orgânica.

Santos (1986) comenta que a mangabeira é uma planta que pode figurar nos pomares de todo o país, com exceção dos planaltos meridionais e dos pampas, pois não suporta o frio excessivo.

2.3 – Propagação



Figura 2. Extração de sementes de frutos (A), substrato arenoso e formação inicial das plântulas de mangabeira (B) e mudas prontas para plantio (C).

Fonte: ANA DA SILVA LÉDO (A, B) E LUIS CARLOS NOGUEIRA (C)

Segundo Borges & Zica (1994) a propagação da mangabeira é feita por via sexuada, devendo-se semear suas sementes tão logo sejam retiradas dos frutos maduros. Estas, ainda devem ser lavadas em água corrente para eliminar os resíduos da polpa que provavelmente, inibem a germinação. Fora dos frutos, o poder germinativo das sementes declina rapidamente, inviabilizando-as ao término de uma semana.

Andersen & Andersen (1988) e Vieira Neto (1994) afirmam que até o momento, a semente é o único meio e a forma mais viável que se tem usado para a produção de mudas de mangabeiras. Há certos problemas na germinação que merecem cuidados especiais, tais como: lavar bem as sementes, sem que fique nenhum resíduo da polpa, pois esta dificulta a germinação, o poder germinativo decai rapidamente entre o quarto e oitavo dia da retirada do interior do fruto.

Em estudo sobre germinação de sementes de mangaba, Tavares (1960) observou que, o poder germinativo caiu rapidamente do 4o ao 8o dia após serem retiradas as sementes dos frutos. Pimentel & Santos (1978) afirmam que uma germinação completa só é conseguida em trinta dias.

Ribeiro (1992) comenta que as sementes separadas da polpa e lavadas, podem conservar o seu poder de germinação por um período aproximado de um mês, com uma percentagem média de 75%. Parente & Machado (1986) em estudo semelhante observaram que, o poder germinativo das sementes obtidas de frutos colhidos maduros, atingiu uma média de 86% mostrando-se mais elevado que naquelas provenientes de frutos colhidos “de vez”, que foi em média de 60%.

Aguiar Filho et al. (1995) estudando o efeito da secagem na qualidade de sementes da mangaba, obteve um máximo de germinação de 80,91% às 40,3 horas de secagem, com as sementes detendo, aproximadamente, 26% de umidade, e, para cada

hora de retardamento na secagem, ocorreu uma redução de aproximadamente 0,62% no vigor e de 3,5% no peso de 100 sementes.

As sementes deverão ser retiradas de frutos maduros, que poderão ser colhidos “de vez”. Estes devem apresentar bom aspecto e sabor, além de boa quantidade de polpa.

2.4 - Florescimento e Frutificação



Figura 3. Florescimento e Frutificação da Mangaba
Fonte: Edivaldo Galdino Ferreira

A floração e frutificação da mangabeira são irregulares, variando em função do ano e da época do ano, entre populações e entre indivíduos da mesma população. Os frutos quando maduros desprendem-se dos ramos e são facilmente danificados por agentes externos, prejudicando sua utilização para o consumo "in natura". (Parente & Machado, 1986).

Segundo Andersen & Andersen (1988), e Vieira Neto (1994), a mangabeira começa a produzir com cinco anos de vida. Para o primeiro autor, ela floresce em agosto e frutifica pela primeira vez, entre janeiro e março; é a conhecida “safra do botão”. A segunda floração vai de abril a junho, e é chamada de “safra das flores”. De acordo com Vieira Neto (1994), quando a mangaba está no seu ponto máximo de desenvolvimento, desprende-se da árvore e só após completa o amadurecimento, o que ocorre 12 a 24 horas depois; esses frutos são conhecidos como “de caída” e são os mais valorizados. Porém, uma vez maduros, tornam-se bastante perecíveis, por isto, a maior parte da mangaba comercializada é colhida “de vez”, completando seu amadurecimento 2 a 4 dias após, proporcionando um maior tempo para o transporte e comercialização, sem prejuízo na qualidade, desde que, estes frutos tenham sido colhidos no ponto ideal de desenvolvimento. Andersen & Andersen (1988) comentam que o ponto ideal de colheita é, quando os frutos atingem o máximo de seu desenvolvimento, e, as primeiras

frutas caem maduras ao chão. Após a colheita, as frutas deverão ser guardadas pelo menos 24 horas, ou até que fiquem macias, e não liberem mais látex, que trava a boca, podendo até intoxicar o organismo.

Aguiar Filho & Bosco (1995) fazendo observações relacionadas com o período compreendido entre a abertura da flor e a maturação do fruto, evidenciaram que seu ciclo dura de 100 a 110 dias, e, em trabalho de seleção de materiais provenientes de alguns estados produtores do Nordeste, em banco de germoplasma, alguns acessos produziram sua primeira safra aos 42 meses, com produções que variaram de 4,7 kg a 10,5 kg por planta.

2.5 - Características físicas de frutos



Figura 4. Mangaba: características físicas dos frutos
Foto: Edivaldo Galdino Ferreira

Silva et al (1984b), obtiveram em frutos de mangabeira uma média de 31,0 g de peso, sendo 3,6 g de casca, 21,5 g de polpa e 6,0 g de sementes. Aguiar Filho (1995), em estudo de caracterização física dos frutos, obteve percentagem média de polpa, em torno de 90%, com 6% de sementes e 4% de resíduos.

Em estudos de caracterização físico-química de frutos de mangabeira, Silva et al. (1984); Lemos et al (1989); Parente et al. (1995); e Ferreira et al. (1995), obtiveram resultados relativamente semelhantes (Tabela 2).

Em estudo de caracterização física dos frutos, Aguiar Filho (1995) observou a composição física dos frutos, que apresentaram percentagem média, de polpa, em torno de 90%, com 6% de sementes e 4% de resíduos.

2.6 – Produção



Figura 5. Produção da Mangaba
Foto: Edivaldo Galdino Ferreira

Ainda não existem estudos que forneçam dados relativos à produtividade média da mangabeira; todavia, existe uma estimativa em torno de 4 toneladas/ha/ano, (Vieira NETO, 1994).

Cruz (1979), afirma que este vegetal fornece uma substância leitosa de acentuada viscosidade, que se obtém por incisão no tronco da árvore. Recolhido num recipiente adequado, este coagula naturalmente ou então por efeito da associação de determinada substância química, qual seja uma solução de alume. Dessa operação resulta uma borracha, de consumo restrito por não ser considerada de boa qualidade.

Borges & Zica (1994) relatam que, desde o século passado tem-se explorado, de forma extrativista, o látex produzido por esta espécie, para o fabrico de borracha; no entanto, são os seus frutos os produtos mais apreciados, tanto por animais silvestres, quanto pela espécie humana.

O Brasil é grande produtor mundial de mangaba, chegando a produzir mais de 1.306 toneladas (IBGE, 2008). Atualmente (IBGE, 2012), a produção brasileira é de aproximadamente 677 toneladas, com redução da produção de aproximadamente 50%. A produção tem significativa participação da região Nordeste, sendo os estados de Sergipe, Bahia e Paraíba os maiores produtores, seguidos da região Sudeste e Centro-Oeste.

Ainda não existem estudos que forneçam dados relativos à produtividade média da mangabeira. Todavia, existe uma estimativa em torno de quatro toneladas/ha/ano (VIEIRA NETO, 1994).

Na região nordeste do Brasil, as mangabeiras oriundas de sementes iniciam o florescimento e a frutificação entre o terceiro e o quinto anos após o plantio (VIEIRA

NETO, 2001), sendo que Aguiar Filho et al. (1998) constataram que apenas 20% das plantas oriundas de sementes frutificaram até o quarto ano. Comportamento semelhante tem sido observado nas mangabeiras plantadas na região do Cerrado. O surgimento das inflorescências nas ponteiros dos ramos indica que o potencial de florescimento e frutificação da mangabeira depende do número de ramos. Na região do Cerrado, também prevalece a atividade extrativista, registrando-se poucos plantios comerciais. A produção das mangabeiras nativas do Cerrado é variável, chegando até a 188 frutos/planta, segundo Rezende et al. (2002) e de 100 a 400 frutos/planta (SILVA et al., 2001). Na Embrapa Cerrados, foram avaliadas matrizes com até 2200 frutos em uma única safra, pesando até 120 g/fruto e contendo até 40 sementes/fruto.

Nos Tabuleiros Costeiros e na Baixada Litorânea do Nordeste, também predomina a atividade extrativista, mas já começam a surgir os primeiros plantios desta fruteira, sendo o potencial de produção estimado em 10 a 12 t/ha, a partir do quinto ano depois do plantio (VIEIRA NETO, 2001) e de 100 kg/planta/ano ou 20 t/ha/ano, estabilizando-se a produção após o décimo ano (AGUIAR FILHO et al., 1998). Esses números evidenciam o potencial de produção da espécie, ainda pouco explorado pela pesquisa.

Nas condições do Litoral Paraibano, observações com plantas provenientes de sementes evidenciaram variação no início de frutificação, entre quatro e cinco anos, com rendimento de 700 kg/ha, no espaçamento de 7x7 m, com 204 plantas/ha. No quinto, sexto e sétimo anos de idade, registraram-se produtividades de 1.700, 3.600 e 10.000 kg/ha, respectivamente.

A exploração extrativista é comum nos estados pelo fato de a cultura ocorrer de forma espontânea e natural na região dos tabuleiros costeiros dos Estados. Com a forte demanda desse fruto e a redução das áreas devolutas por razões diversas – causando diminuição de áreas extrativistas e, ao mesmo tempo, a conscientização de que essa frutífera se constitui como a melhor opção de cultivo – a implantação e ampliação dos pomares já é um fato perceptível, haja vista a necessidade da produção de frutos e da recomposição da cobertura vegetal da Mata Atlântica, bem como da recuperação de matas ciliares do ecossistema.

Apesar de a mangabeira ser nativa de região litorânea, onde as chuvas são abundantes, o excesso de umidade prejudica a cultura na fase de frutificação, com a

queda de flores e frutos novos, surgindo doenças fúngicas bastante prejudiciais à produção de mudas.

No período das estiagens, a mangabeira vegeta com grande exuberância, apresentando-se mais vigorosa e sadia, ocasionalmente aparecendo uma doença denominada seca descendente, que não chega a afetar de forma econômica a cultura, que se recupera logo em seguida.

No extrativismo, a questão das mudas não representa um problema, pelo fato de estas germinarem naturalmente com a queda dos frutos e posterior germinação pontual das sementes, de forma aleatória, no local definitivo, realizando recomposição natural da espécie, necessitando apenas de ações de preservação ambiental.

Por ainda ser considerada silvestre, a cultura da mangabeira não apresenta pragas e doenças que cheguem a comprometer economicamente sua produção, motivo pelo qual não se aplicam práticas de controle fitossanitário requeridas eventualmente durante seu ciclo.

Não existe nenhum controle oficial dos órgãos competentes com relação aos dados de produção das regiões de ocorrência, o que provoca conflitos de informações quando se confrontam dados oficiais (IBGE) com os de trabalhos desenvolvidos neste sentido, em iniciativas específicas para a cultura. Os dados de ambos os lados divergem diametralmente, sem explicação plausível para o caso, presumindo-se que pelo fato de a cultura não ter reconhecimento semelhante às demais a pesquisa oficial é falha diante de trabalho semelhante e dirigido.

Tabela 1 - Produção anual de frutos (ton) de mangabeira nos Estados produtores.

ESTADOS	ANOS					
	1987	1988	1989	1990	1991	1992
Maranhão	1	1	1	1	1	1
Piauí	1	1	1	1	1	1
Rio Grande do Norte	31	28	31	30	31	29
Paraíba	480	503	495	487	73	29
Sergipe	53	55	96	102	93	89
Bahia	337	349	360	351	379	391
Minas Gerais	1	1	5	1	1	1
TOTAL	904	939	988	972	580	541

Fonte: IBGE (1993)

Tabela 2 - Produção anual de látex (ton) de mangabeira nos Estados produtores.

ESTADOS	ANOS		
	1987	1988	1989
Pará	20	---	---
Bahia	2	2	1
TOTAL	22	2	1

Fonte: IBGE (1993).

3 - MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa foi conduzida em condições de campo e laboratório no período de outubro 2016 a fevereiro de 2017. O Laboratório utilizado foi o de Fruticultura Tropical, do Departamento de Fruticultura/Fitotecnia; pertencente a Empresa de Pesquisa Agropecuária da Paraíba S/A – EMEPA-PB.

3.1 - Localização e Clima

O pomar estudado está situado na Microrregião do Litoral, que é constituída por três subzonas: faixa costeira, tabuleiros e vales-úmidos; estando localizado no município de Baía da Traição.

De acordo com a Enciclopédia dos Municípios Paraibanos (1982) e Anuário Estatístico da Paraíba (1982), a caracterização geográfica do município estudado é a seguinte:

Baía da Traição: Mesorregião da Mata Paraibana, e Microrregião do Litoral Norte, situam-se a 30 m acima do nível do mar, tem uma área de 73 Km², e tem como coordenadas geográficas 6° 42' de latitude sul e 34° 56' de longitude oeste (WGR). O clima é tropical, com temperaturas máximas de 29 °C e mínima de + 24 °C.

3.2 - Seleção de plantas e dados biométricos

No pomar foram selecionadas, aleatoriamente, 10 plantas em franca produção, perfeito estado fitossanitário, e bem representativo da área em estudo.

Utilizando-se uma trena, realizou-se mensuração em altura das plantas (m), diâmetro da copa (m) e diâmetro do caule (m) a 10 cm do solo.

3.3 - Seleção e coleta dos frutos

Os frutos foram colhidos maduros, e selecionados aleatoriamente, em número de 30, para cada repetição. Estes foram acondicionados em sacos de polietileno devidamente etiquetados e, em seguida, colocados em recipiente térmico e, imediatamente conduzidos até o laboratório de Fruticultura Tropical do Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias, UFPB, visando conservar inalteradas as características físico-químicas dos frutos.

Em cada amostra de fruto, coletada foi selecionadas aleatoriamente, 10 frutos representativos de cada planta, perfazendo um total de 100 frutos. Para cada fruto fizeram-se avaliação concernentes à peso do fruto inteiro (g), da casca (g), da polpa (g) e as semente (g), diâmetro (cm), comprimento (cm), número de sementes por fruto e °Brix (%). Os referidos frutos foram colocados em bandeja, para serem determinadas, individualmente, suas características físicas e químicas.

3.4 - Avaliação física

3.4.1 – Peso do fruto Inteiro

O peso de cada fruto inteiro foi determinado com o auxílio de balança de precisão de marca MARTE, referência A - 500, com capacidade para 5.000 g. As determinações foram expressas em gramas (g), para cada fruto inteiro fresco.

3.4.2 – Peso da casca, polpa e sementes

Após a pesagem dos frutos inteiros, estes foram abertos e separados suas partes, casca, polpa e sementes, para que fossem pesados em balança de precisão.

3.4.2 - Dimensões

As avaliações concernentes ao diâmetro e comprimento dos frutos foram executadas com o auxílio de um paquímetro de marca Mitutoyo, com precisão de 0,1 mm. Os resultados foram expressos em centímetros (cm).

Para mensurações do comprimento, fixou-se uma das faces do paquímetro, numa extremidade longitudinal do fruto e a outra na extremidade oposta e assim, determinou-se o comprimento dos frutos. O diâmetro também foi mensurado no sentido transversal, com as faces do paquímetro nas duas extremidades da parte mediana do fruto.

3.4.3 - Número de sementes por fruto

Após pesado e dimensionado cada fruto foi contado o número de sementes contido no seu interior.

3.5 – Avaliação Química

3.5.1 – oBrix

O grau brix (%) dos frutos de mangabeira foi determinado com o auxílio de refratômetro de leitura direta

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - Avaliações biométricas das plantas de mangabeira

Na Tabela 2, verificam-se os valores médios para os parâmetros altura de planta, diâmetro de copa e diâmetro do caule.

Quando se examinam as alturas médias de plantas no pomar estudado, encontram-se resultados que mostram variações nos intervalos de 3,80 m e 6,10 m. No que se refere a altura de plantas de mangabeira, estes intervalos, obtidos são concordantes à caracterização desta cultura como árvore de porte médio, como afirmam diversos autores trabalhando também com esta cultura, como (ANDERSEN E ANDERSEN, 1988; LEDERMAN, 1989; LEMOS, 1989).

Para o diâmetro da copa, foram obtidos mensurações que variaram entre 5,10m a 8,10m; já para o diâmetro do caule, as variações foram entre 0,50m à 1,00m. Lemos et al. (1989) estudando características pomológicas de mangabeiras da Paraíba, constataram médias da mensuração da altura (5,0 m), diâmetro da copa (7,0 m), e diâmetro do caule (0,30 m). Estes resultados são concordantes com os deste trabalho. Disto pode-se inferir que apesar dos pomares estarem situados em regiões diferentes não houve alterações quanto aos parâmetros estudados.

Tabela 3 - Avaliação biométrica de plantas de mangabeira em pomar nativo no município de Baía da traição, PB.

PLANTA	Altura da planta (m)	Diâmetro da copa (m)	Diâmetro do caule (m)
1	4,4	5,6	0,5
2	5,8	5,1	0,9
3	5,6	5,4	0,62
4	6,1	8,1	0,7
5	4,7	5,6	0,95
6	5	7,1	1
7	3,8	5,1	0,7
8	5,3	8	1
9	5,1	6	0,65
10	4,9	6	0,53
Média	5,07	6,2	0,7
Desvio Padrão	0,07	1,13	0,2
CV%	13,21	18,22	28,57

4.2 - Avaliações Físico-química dos frutos de mangabeira

Analisando-se a tabela 3, observa-se que com relação aos frutos o peso médio do fruto maduro é bastante variável entre as plantas e oscilou entre 9,71g e 34,41g. Em relação ao número de sementes por fruto, houve uma variação de 4 a 24 sementes. Já o teor de sólidos solúveis totais (°Brix) contidos na polpa dos frutos foi mais elevado nas plantas 7 (18,98) e 10 (17,38). De uma forma geral, verifica-se também que em todas as plantas, a polpa representa a maior proporção do fruto, e nem sempre o maior °Brix contido na polpa encontra-se nos maiores frutos como se constata na planta número 10.

Frutos maduros de mangabeira colhidos por Silva et al., (1984), também na Baía da Traição, PB, obtiveram em média 31,0 g de peso, sendo 3,5g de casca, 21,5g de polpa e 6,0g de sementes. Lemos et al., (1989), obtiveram para frutos maduros de mangabeira em média 24,76g de peso, 3,68 cm de diâmetro e 4,06cm de comprimento, e o número médio de sementes por fruto foi de 19. Parente et al., (1985) pesquisando características físico-química de frutos maduros de mangabeira, obtidos na região do cerrado, encontraram em média 38,70g de peso, 2,71cm de diâmetro, 3,64 cm de comprimento, 10-35 sementes por fruto e 7,5 de °Brix.

Embora haja uma aproximação em termos de médias em todos os parâmetros analisados pelos diversos autores, existe uma variação entre plantas, conforme se constata no presente trabalho através da Tabela 3. Estas diferenças devem-se as variações que ocorrem em plantas provenientes de sementes devido à segregação e recombinação de gens.

Tabela 4 – Avaliações Físico-químicas dos frutos de mangabeira colhidas de plantas nativas.

Baía da Traição, PB. (Média de 10 frutos por planta).

	AUTORES			
	1	2	3	4
PESO DO FRUTO (g)	31	24,7	38,7	34,41
COMPRIMENTO (cm)	---	4,06	3,64	4,56
DIÂMETRO (cm)	---	3,68	2,71	3,91
Nº DE SEMENTES POR FRUTO	---	19	23	24
º BRIX	---	---	7,5	18,98

Tabela 5 – Caracterização Físico-Química de frutos de mangabeira

Plantas	Diâmetro (cm)	Comprimento (cm)	Peso Fruto (g)	Peso Casca (g)	Semente s/ Fruto (Nº)	Peso Semente (g)	ºBrix (ºB)	Peso Polpa (g)
1	3,02	3,48	16,25	1,41	12,19	2,68	12,5	12,16
2	3,43	4,56	26,68	3,27	17,5	4,43	10,8	18,96
3	2,43	3,18	9,81	0,99	4,4	0,89	13,22	7,93
4	3,35	3,61	20,97	2	22	13,85	12,1	15,12
5	2,95	3,32	14,6	1,32	8	1,9	15,78	11,38
6	3,91	4,3	34,41	3,35	24,6	4,53	13,98	26,53
7	2,73	3,28	11,02	1,36	5,3	1,09	18,98	8,55
8	3,27	3,64	18,72	1,2	22	3,42	14,82	15,6
9	2,89	3,77	15,03	1,59	9,8	1,75	15,4	11,59
10	2,63	2,97	9,71	0,99	4,8	1	17,38	7,73

- 1 – Silva et al. (1984)
 2 – Parente et al. (1985)
 3 – Lemos et al. (1989)
 4 – Ferreira et al. (1995)

6 CONCLUSÕES

1 – A altura média das plantas foi de 5,07m o diâmetro da copa foi de 6,20m e o diâmetro do caule foi de 0,70m.

2 – O peso médio de fruto oscilou de 9,71g a 34,41g entre as plantas, bem como o número médio de sementes por fruto variou de 4,0 a 24,0.

3 - O comprimento médio dos frutos variou de 2,97cm a 4,56cm enquanto os diâmetros oscilaram entre 2,43 a 3,91cm.

4- O ºBrix da polpa de fruto maduros oscilou entre 10,80 a 18,98.

REFERÊNCIAS

AGUIAR FILHO, S. P.; BOSCO, J. A mangabeira e sua importância para o tabuleiro costeiro paraibano; Informativo SBF, Itajaí – SC. v. 14, n. 4, p. 10, dez. 1995.

AGUIAR FILHO, S. P.; BOSCO, J.; MELO, A. S. Efeito da secagem de sementes de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes). João Pessoa: EMEPA, 1995 (Pesquisa em andamento).

ANDERSEN, O.; ANDERSEN, V. As frutas silvestres brasileiras. 3 ed. São Paulo: Globo, 1988. 203p. p. 147 - 50. (Coleção do Agricultor. Fruticultura) (Publicações Globo Rural).

ANÚARIO ESTATÍSTICO DA PARAÍBA. João Pessoa: Fundação Instituto de Planejamento da Paraíba, v. 1, 1982. 482 p.

BORGES, J. D.; ZICA, L. F. Efeito de Fito-hormônio de enraizamento em estacas de mangabeira. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 13. Salvador – BA. 1994. Anais... Salvador - BA, Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1994. p. 777 – 8.

CRUZ, G. L. Dicionário das plantas úteis do Brasil. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1979. 599p. p.442: Mangaba brava.

ENCICLOPÉDIA DOS MUNICÍPIOS PARAIBANOS. João Pessoa: Fundação Instituto de Planejamento da Paraíba. 1982. 189p.

FERREIRA, E. G.; LIMA, E. M.; OLIVEIRA, J. L. de; SILVA, A. Q. da; SIILVA, H. Caracterização de plantas nativas e de frutos de mangaba. In: Congresso Latino Americano de Horticultura, 7. Foz do Iguaçu – PR. Anais... Sociedade Brasileira de Olericultura, 1995. p. 564 – 5.

FERREIRA, E. G.; Características biométricas, físicas de frutos e diagnose em folhas e ramos de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes), proveniente de pomar nativo e cultivado. Areia: UFPB/CCA, 1997. 84p. (Tese de Mestrado). Universidade Federal da Paraíba.

LEDERMAN, I. E.; BEZERRA, J. E. F.; GONZAGA NETO, L.; Propagação vegetativa da mangabeira (*Hancornia speciosa*, Muell) através da estaquia em câmara de nebulização. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 10. Fortaleza – CE, 1989. Anais... Fortaleza – CE. Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1989. p. 356 – 9.

LEMOS, R. P. de. Caracterização fenológica e teores de nutrientes da mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes). Areia: UFPB/CCA, 1988. 44p. Monografia (Graduação em Agronomia) Universidade Federal da Paraíba.

LEMOS, R. P. de; ALVES, R. E.; OLIVEIRA, E. F. de; SILVA, H.; SILVA, A. Q. da. Características pomológicas de mangabeiras (*Hancornia speciosa* Gomes) da Paraíba. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 10. Fortaleza – CE. 1989. Anais... Fortaleza – CE, Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1989. p. 346 – 9.

PARENTE, T. V.; BORGIO, L. A.; MACHADO, J. W. B. Características físico-química de frutos de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) do cerrado da região Geoeconômica do Distrito Federal. Ciência e Cultura, v. 37, n. 1. p. 95 – 8, 1985.

PARENTE, T. V.; MACHADO, J. W. B. Germinação de sementes de mangaba (*Hancornia pubescens* Nees e Mart) provenientes de frutos colhidos com diferentes graus de maturação. *Revista Brasileira de Fruticultura*. Cruz das Almas – BA. v. 8, n. 1 p. 39 – 43. 1986.

PIMENTEL, M. de L.; SANTOS, E. O. dos. Preservação do poder germinativo de sementes de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes). Recife: IPA, 1978. 6p. (IPA - Comunicado Técnico, O).

RIBEIRO, J. F.; SILVA, J. A. da.; FONSECA, C. E. L. da. Espécies frutíferas da região do cerrado. In: DONADIO, L. C., et al. ed. *Fruticultura Tropical*. Jaboticabal: FUNEP, 1992, 268p. p. 159 - 89.

SANTOS, J. B. dos. Mangaba. In: *Grande manual Globo de agricultura, pecuária e Receituário industrial*. 7 ed. Rio de Janeiro: Globo, 1986. 279p. il. p 263 - 8.

SILVA, A. Q. da.; SILVA, H.; NÓBREGA, J. P. da. et al. Conteúdo de nutrientes por ocasião da colheita em diversas frutas da região Nordeste. In: *Congresso Brasileiro de Fruticultura*, 7. Florianópolis - SC, 1984. *Anais...* Florianópolis - SC; Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1984. p. 326 - 39.

TAVARES, S. Estudos sobre germinação de sementes de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes). Recife. Instituto de Pesquisa Agronômica de Pernambuco, 1960. v. s.

VIEIRA NETO, R. D. Cultura da mangabeira. Aracaju: EMBRAPA/CPATC, 1974. 16p. (EMBRAPA/CPATAC. Circular Técnica, 02).

ESTUDO AMBIENTAL EM ÁREAS DE ESCORREGAMENTO NA COMUNIDADE SATURNINO DE BRITO

Caisa Gomes de Souza; Desiree Rose Viana Santos; Eliton Nery Prevital; Jhordanny Uagda F. dos Santos; Raiza Matias Ferreira; Gilamara Danniele de Carvalho Rocha.

RESUMO

Este artigo apresenta um estudo ambiental em área de escorregamento na comunidade Saturnino de Brito, município de João Pessoa/PB. Utilizam-se ferramentas de geoprocessamento proporcionando uma visão quantitativa quanto à possibilidade de um talude apresentar ou não o fenômeno de escorregamento. Através dos parâmetros é possível fazer um comparativo em relação a pontos de água coletados no ambiente de estudo.

Palavras-chave: Escorregamento, Geoprocessamento, Talude, Parâmetros.

ABSTRAT

This article presents an environmental study in a landslide area in the Saturnino de Brito community, João Pessoa / PB. Geoprocessing tools are used, providing a quantitative view of the possibility of a slope presenting or not the slip phenomenon. Through the parameters it is possible to make a comparison in relation to water points collected in the study environment.

Keyword: Slip, geoprocessing, slope, parameters

1 Introdução

A problemática causada pela urbanização desordenada é um aspecto de caráter preocupante, tendo em vista que a intensificação do processo de urbanização nas cidades brasileiras está cada vez mais aceleradas. O resultado desse processo atinge de forma brusca todo o contexto social, ambiental e econômico do município.

Os altos índices de acidentes causados pela ocupação irregular acarretam danos ao meio ambiente como o assoreamento de rios ocasionados pelos deslizamentos e a população acarretando rico de vida (OLIVEN, 2010).

Devido fato da questão urbana está em constante metamorfose, modificando o espaço geográfico de acordo com as necessidades do homem. A comunidade vinha convivendo com todas as etapas consideradas aglomeradas subnormal (CANO, 1989).

Com o objetivo de entender como surgiu o espaço urbano da comunidade Saturnino de Brito, relacionando seu perfil sócio espacial com o processo de urbanização em andamento, se faz jus a análise dos fatores condicionantes desse processo. Todos esses elementos e agentes de composição do espaço se realizam na cidade. É nesse espaço onde surgem os problemas da humanidade, dentre eles podemos citar a pobreza, que não é exclusividade das cidades. Contudo, a pobreza urbana se reveste de particularidades, entre elas as favelas, onde a sobrevivências se torna bastante difícil (COSTA, 2008).

No Artigo 225 diz que, todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para os presentes e futuras gerações. Nesse contexto entra a comunidade Saturnino de Brito. Visto a importância de preservar o meio ambiente e analisar o processo de urbanização das cidades, o trabalho tem como objetivo observar os riscos ambientais ocasionados pela ocupação desordenada da comunidade Saturnino de Brito, bem como a qualidade da água (CASTRIOTA, 2003).

A comunidade em estudo está localizada entre os bairros de Jaguaribe, Varadouro, Cruz das Armas e Ilha do Bispo e fica entre dois taludes, caracteriza-se pela configuração espacial linear e pela ocupação desordenada dos topos e bases dos taludes.

2 Metodologia

Para realizar esse estudo, usaram-se metodologias qualitativas e quantitativas para a compreensão. O método usado foi o indutivo, pois, através métodos estabelecidos e estudos voltados para: a transformação da comunidade em si, a projeção de moradias e melhoria da infraestrutura (BRITO, 2011).

O estudo teve intuito de realizar observações da transformação urbana, e ter noção como estava os perfis moradores como: socioeconômico da comunidade, a visão da urbanização e qualidade da água.

Para o reconhecimento e mapeamento da área de estudo, foi realizado um levantamento geodésico com o GPS de navegação para coletar os pontos de interesse, sendo esses pontos nascentes e percursos de rios.

As coordenadas geográficas referenciadas ao sistema de referência WGS84, obtidas em campo foram inseridas no software Google Earth Pro para a análise das ocupações em torno dos pontos coletados, posteriormente os pontos foram inseridos no software QGIS versão 2.16.1 para realização dos mapas de localização da área de estudo e de localização dos pontos em estudo.

As amostras foram coletadas em recipientes esterilizados e tiveram sua temperatura medida em loco com a utilização do Termômetro Infravermelho. Visando analisar possíveis contaminações as nascentes desse local, foram feitas coletas de água em três pontos mapeados, com a utilização de GPS.

As amostras foram coletadas em recipientes esterilizados e tiveram sua temperatura medida em loco com a utilização do Termômetro Infravermelho.

2.1 Caracterização da área

A comunidade existe a mais de 50 anos e possui vários problemas decorrentes comuns a um assentamento espontâneo, dentre esses problemas destacam-se os sociais e ambientais. Estes últimos foram primordiais para que a comunidade fosse envolvida no processo de urbanização, em curso. Através de ações do poder público, algumas medidas de planejamento e urbanização vem sendo realizadas como: a retirada de pessoas das áreas mais críticas para o aluguel social possibilitando a construção de um muro de arrimo para contenção da encosta, sanando o problema da área de risco. Uma característica singular é o fato de a comunidade ter sido relocada para uma área vizinha, mantendo a sua identidade com o local, sendo provida de aparelhos urbanos como ciclovia, residência mais confortável e área de lazer, promovendo assim uma melhor qualidade de vida para os moradores. ,

A área de estudo compreende na comunidade Saturnino de Britto onde é um logradouro (popularmente conhecida como uma rua) do tipo de avenida que pertence ao bairro Trincheiras, localizada na cidade de João Pessoa, no estado da Paraíba (Fig. 1).

A comunidade aqui estudada encontra-se justamente entre a área de planície e a encosta do planalto sedimentar na borda do relevo tabular sobre a estrutura de sedimentos variegados do Pleistoceno denominado geologicamente de Grupo Barreiras.

Essa área por ser uma encosta íngreme é de interesse ecológico e zona de preservação ambiental determinada pelo artigo 225 da constituição do estado da Paraíba e pelo plano diretor da cidade.

A aglomerada Subnormal Saturnino de Brito possui uma área de 4,8 hectares, composta de 378 domicílios somando uma população estimada de 1.291 habitantes, a mesma está localizada entre os bairros de Jaguaribe, Varadouro, Cruz das Armas e ilha do Bispo e fica entre dois taludes, caracteriza-se pela configuração espacial linear e pela ocupação desordenada dos topos e bases dos taludes. O surgimento desses dois taludes foi proporcionado pela topografia favorável, já que o local consistia em um berma do talude cortada para a implantação do emissário de esgotos projetados e implantado no início do século XX, pelo Engenheiro Saturnino de Brito (TEIXEIRA, 2008,p.74).

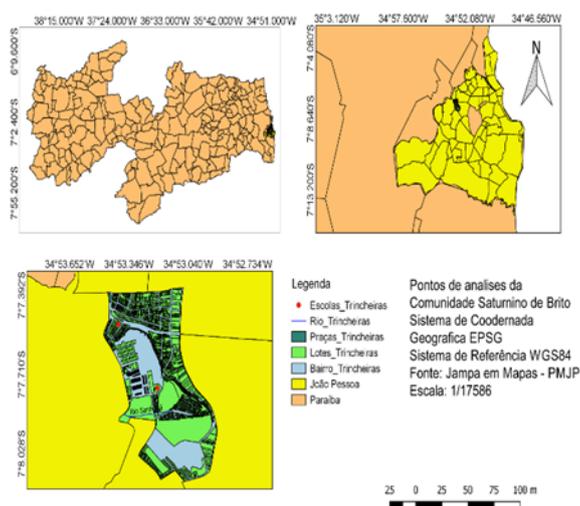


Figura 1-Mapa de localização da área de estudo.

Fonte: Autores (2016)

2.2 Coleta em campo

Primeiramente foi realizado o estudo com técnicas de geoprocessamento que utiliza conhecimento de técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento de informação geográfica e quem vem influenciando de maneiras crescente nas áreas de cartografia. A ferramenta computacional para o geoprocessamento é chamada de sistema de informação geográfica SIG. O uso do GPS para localização dos pontos de coleta de água.

Onde a Fig. 2 apresenta circulado de amarelo detalha área de risco e circulado de azul área de coleta de água.



Figura 2- Mapa de localização de coleta de pontos.
Fonte: Google Earth

2.3 Estabilidade de taludes

Podemos notar que a comunidade Saturnino de Brito é uma área de encosta, onde foram tomadas providencias de risco deslizamento de sedimentos no local, onde as técnicas de estabilização dos taludes foram eficazes.

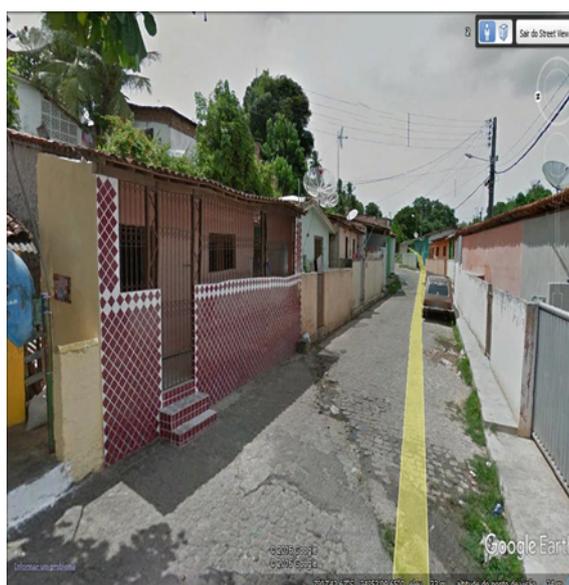


Figura 3 – Antes deslocamento da população.
Fonte: Google Earth



Figura 4 - Depois do deslocamento da população.
Fonte: Prevital (2016)

2.4 Coleta e análise da água

Os valores obtidos foram analisados de acordo com a Portaria nº 518 do Ministério da Saúde, de 25 de março de 2004, onde segundo a mesma, água potável é toda e qualquer água destinada ao consumo humano de modo que os parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos estejam de acordo como padrão de potabilidade e que de forma alguma ofereçam riscos à saúde. A seguir estão os índices de normalidade de cada parâmetro, segundo os dados do Ministério da saúde, do CONAMA, ANA e FUNASA.

- _ Alcalinidade: valores inferiores a 400 mg/L de CaCO_3 ;
- _ Turbidez: a água doce de classe 1, destinada ao consumo humano, deve possuir no máximo 40 NTU;
- _ Condutividade: Quando estiver acima de 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a água sofreu impactos indesejáveis;
- _ pH: na água doce os valores permitidos variam de 6 a 9 (adimensional);
- _ Gás carbônico livre: valores não encontrados

As Tabelas 1, 2 e 3 apresentam os resultados encontrados das análises fisicoquímicas:

- Alcalinidade: mg/L de CaCO_3

- Turbidez: NTU (Unidade Nefelométrica)
- Condutividade: $\mu\text{S}/\text{cm}$
- pH: Adimensional
- Gás Carbônico livre: mg/L

Tabela 1: Valores dos parâmetros analisados para o ponto 1 e situação quanto às Normas exigidas

Parâmetros	Valores obtidos	Situação
Alcalinidade	26 mg/L	Normal
Turbidez	11,6 NTU	Normal
Condutividade	3,08 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Normal
pH	6,21	Normal
Gás carbônico livre	13,91 mg/L	-

Fonte: Viana (2016).

Tabela 2: Valores dos parâmetros analisados para o ponto 2 e situação quanto às normas exigidas.

Parâmetros	Valores obtidos	Situação
Alcalinidade	78 mg/L	Normal
Turbidez	0,99 NTU	Normal
Condutividade	2,77 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Normal
pH	7,84	Normal
Gás carbônico livre	19,26 mg/L	-

Fonte: Viana (2016).

Tabela 3: Valores dos parâmetros analisados para o ponto 3 e situação quanto às normas exigidas.

Parâmetros	Valores obtidos	Situação
Alcalinidade	42 mg/L	Normal
Turbidez	0,56 NTU	Normal
Condutividade	2,41 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Normal
pH	7,28	Normal
Gás carbônico livre	13,91 mg/L	-

Fonte: Viana (2016)

A partir dos dados apresentados e com relação aos parâmetros analisados, as amostras encontram-se dentro da normalidade.

4 Conclusão

O estudo realizado nos remete a realidade do processo de urbanização desordenado. Foi possível identificar na Comunidade Saturnino de Brito a problemática ocasionada pelas áreas de escorregamento.

A sociedade sofria com constante deslizamento da encosta que aconteciam principalmente em períodos de grandes precipitações. Casas eram soterradas, rios assoreados e a comunidade corria risco de vida.

Os relatos estudados durante o período de descaso do governo trouxeram inúmeras consequências, porém hoje as instituições responsáveis conseguiram minimizar os impactos, removendo a população que viviam na área da encosta e estão utilizando medidas de contenção do talude.

Em análises feitas em três pontos distintos dessas áreas de estudo, observamos a qualidade da água em seu entorno. Obteve-se resultados satisfatórios onde parâmetros mostram que a qualidade da água deste ambiente encontra-se em sua normalidade, confirmando assim que as medidas que estão sendo tomadas estão trazendo bons resultados para a comunidade.

Referências

BRITO F; HORTA, C. J. G; AMARAL, E. F. L.. **“A urbanização recente no Brasil e as aglomerações metropolitanas.”** Open Science Framework Preprints, (<https://doi.org/10.31219/osf.io/84b92>), **2001**.

CANO, W. **Urbanização: sua crise.e revisão de seu planejamento.** Revista de Economia Política, vol. 9, nº 1, **1989**.

CASTRIOTA, L. B. **Urbanização brasileira: redescobertas.** **2003**

COSTA, M. C. L. **Urbanização da sociedade fortalezense.** Revista do Instituto do Ceará, **2008**

OLIVEN, R. G. **Urbanização e mudança social no Brasil.** Scientific Electronic Library Online, ISBN: 978857982001, **2010**.

EQUAÇÕES DIFERENCIAIS BINÁRIAS COMO FORMAS DIFERENCIAIS

FARIAS, Isabelly Camila Diniz de Oliveira (IESP)

isabellycdiniz@gmail.com

BARBOZA, Priscila Mayana Torres (IESP)

priscilamayana@hotmail.com

RESUMO

Muitas pesquisas usam a geometria de superfícies através do estudo das singularidades das Equações Diferenciais Binárias (EDBs) provenientes de curvas importantes, como as linhas de curvatura e as assintóticas. Neste trabalho, definimos as equações diferenciais binárias como um caso particular das n -formas diferenciais, onde mostramos seu significado geométrico através de exemplos.

Palavras-chave: Equações diferenciais binárias, N-Formas diferenciais, Pontos singulares.

ABSTRACT

Many surveys use surface geometry through the study of singularities of binary differential equations (BDEs) from important curves, like curvature and asymptotic lines. In this work, we define binary differential equations as a particular case of differential n -forms, where we show its geometric meaning through examples.

Keywords: Binary differential equations, N-Differential forms, Singular points.

1. Introdução

Equações diferenciais binárias (EDB's) têm sido estudadas por diversos autores com aplicações na geometria diferencial de superfícies, equações diferenciais parciais e teoria do controle. Por exemplo, as linhas de curvatura, assintóticas e linha características sobre uma superfície suave em \mathbb{R}^3 são dadas por EDB's, e as linhas características sobre uma superfície suave em \mathbb{R}^3 são dadas por EDB's, e as linhas características de uma equação diferencial linear geram de segunda ordem também são dadas por EDB's por Bruce e Tari.

Uma EDB é localmente escrita, em uma vizinhança U da origem em \mathbb{R}^2 , na forma

$$a(x, y)dy^2 + 2b(x, y)dxdy + c(x, y)dx^2 = 0, \quad (1)$$

onde os coeficientes a , b , c são funções suaves. A EDB é chamada positiva se o discriminante, num ponto (x, y) da Equação (1), dado por $\delta = (b^2 - ac)(x, y)$, satisfaz a seguinte propriedade: $\delta(x, y) > 0$.

Neste trabalho, estudamos as EDB's positivas que são um caso particular das n formas diferenciais. Introduzimos o conceito de índice de uma n forma diferencial em torno de uma singularidade isolada. Esta classe de equações é da forma

$$\omega = a_0(x, y)dx^n + a_1(x, y)dx^{n-1}dy + \dots + a_n(x, y)dy^n = 0, \quad (2)$$

onde $a_i(x, y)$ são funções suaves definidas sobre $U \subset \mathbb{R}^2$, tal que para qualquer $(x, y) \in U$, ou é um ponto singular (isto é, $a_i(x, y) = 0$ para qualquer $i = 1, \dots, n$), ou uma equação algébrica associada que tem exatamente n diferentes raízes reais. Quando $n = 1$, uma 1 – forma diferencial é sempre e induz uma folheação orientada no plano com singularidades. Para $n = 2$, estudaremos a definição de EDB's positivas, um tipo de formas diferenciais, e por isso, a EDB define um par de folheações transversais (não orientada). Quando $n \geq 3$, a EDB correspondente induz localmente uma n -teia numa região regular (isto é, um conjunto de n folheações $\{F_1, \dots, F_n\}$ dois a dois transversais).

2. N-Forma DIFERENCIAL binária

Formas diferenciais são utilizadas de maneira importante na Geometria Diferencial, na Topologia Algébrica e em diversas áreas da Física, como a Mecânica Clássica, a Teoria da Relatividade Geral, a Teoria Clássica de Campos e mesmo a Termodinâmica.

A noção de forma diferencial foi introduzida por Élie Cartan em uma investigação sobre o uso de ideias de Álgebra Linear (mais precisamente, de álgebras de Grassmann,

na organização e generalização de resultados sobre Cálculo em \mathbb{R}^n . Cartan notou a utilidade de diversas propriedades de tensores antissimétricos e sua relevância para a extensão de resultados bem conhecidos do Cálculo em \mathbb{R}^2 e \mathbb{R}^3 (como os conhecidos Teoremas de Green, Gauss e Stokes) para o caso geral do Cálculo em \mathbb{R}^n . A efetuação dessas ideias de Cartan a variedades diferenciáveis é bastante natural, mas foi feita posteriormente.

Seja M uma superfície. Uma n -forma binária em M é uma aplicação ω que a cada $p \in M$ associa $\omega(p) \in S^n(T_p^*M)$. Se tomarmos coordenadas x, y em algum subconjunto aberto $U \subset M$, qualquer n -forma binária pode ser escrita de maneira única como

$$\omega(p) = \sum_{i=0}^n f_i(p) (dx)_p^i (dy)_p^{n-i}, \text{ para todo } p \in U, \quad (2)$$

onde $f_i: U \rightarrow \mathbb{R}$ é uma função e $\{(dx)_p, (dy)_p\}$ é a base dual da base $\{\frac{\partial}{\partial x}|_p, \frac{\partial}{\partial y}|_p\}$ de T_p^*M .

Dizemos que ω é uma n -forma diferencial binária se as funções f_i são C^∞ . Algumas vezes, denotaremos ω na vizinhança U por $\omega = \sum_{i=0}^n f_i dx^i dy^{n-i}$.

Notemos que $S^n(T^*M) = \cup_{p \in M} S^n(T_p^*M)$ é chamado fibrado de tensores simétricos e ω é chamado seção deste fibrado.

Se ω é uma n -forma diferencial binária sobre N e $f: M \rightarrow N$ é uma aplicação diferenciável entre superfícies, então $f^*\omega$ é a n -forma diferencial binária sobre M dada por $f^*\omega(p)(x_1, \dots, x_n) = \omega(f(p))(df_p(x_1), \dots, df_p(x_n))$, para qualquer $p \in M$ e $x_1, \dots, x_n \in T_pM$, onde $df_p: T_pM \rightarrow T_{f(p)}N$ a diferencial de f no ponto p .

Sejam M uma superfície e ω uma n -forma diferencial binária. Dizemos que p é um ponto singular de ω se $\omega(p) = 0$. Caso contrário, dizemos que p é um ponto regular de ω .

Sejam ω uma n -forma diferencial binária em M dada por (2) e $p \in U \subset M$.

Então, $v = v_1 \frac{\partial}{\partial x}|_p + v_2 \frac{\partial}{\partial y}|_p \in T_pM$ é uma solução de ω em p se

$$\omega(p)(v) = \sum_{i=0}^n f_i(p) v_1^i v_2^{n-i} = 0. \quad (3)$$

Dizemos que duas soluções u e v de uma n -forma diferencial binária ω em p são equivalentes, se existe $\lambda \in \mathbb{R}$ tal que $u = \lambda v$. A classe de equivalência definida por esta relação é chamada de direção de ω em p .

Por exemplo, consideremos uma 1-forma diferencial binária em \mathbb{R}^2 escrita da seguinte maneira,

$$\omega(p) = f_1(p)(dx_1)_p + f_2(p)(dx_2)_p.$$

Uma solução dessa equação é o vetor $v = \frac{(-f_2(p), f_1(p))}{\|(-f_2(p), f_1(p))\|}$ unitário. Notemos que a solução não é única: é só fazer λv com $\lambda \in \mathbb{R}$.

3. Equações diferenciais binárias

Uma equação diferencial binária (EDB) é uma 2-forma diferencial binária em \mathbb{R}^2 , isto é, uma equação da forma

$$\omega = a(x, y)dy^2 + 2b(x, y)dxdy + c(x, y)dx^2 = 0, \quad (4)$$

onde a , b , e c são funções suaves sobre um aberto $U \in \mathbb{R}^2$. A função $\delta: \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}$ definida por $\delta = b^2 - ac$ é denominada função discriminante. O conjunto $\Delta = \{(x, y) \in \mathbb{R}^2 \mid \delta(x, y) = 0\}$ é chamado discriminante.

Dizemos que uma curva $\alpha = (\alpha_1, \alpha_2): (a, b) \rightarrow \mathbb{R}^2$ é uma solução da Equação (4) se

$$a(\alpha(t))(\alpha_2'(t))^2 + 2b(\alpha(t))\alpha_1'(t)\alpha_2'(t) + c(\alpha(t))(\alpha_1'(t))^2 = 0.$$

Notemos que se multiplicarmos a Equação (4) por $a(x, y)$ obtemos:

$$\begin{aligned} & \left[a(x, y)dy + \left(b(x, y) - \sqrt{\delta(x, y)} \right) dx \right] \left[a(x, y)dy + \left(b(x, y) + \sqrt{\delta(x, y)} \right) dx \right] \\ & = 0 \quad (5) \end{aligned}$$

Assim, em pontos $(x, y) \in \mathbb{R}^2$ tais que $\delta(x, y) > 0$ a Equação (4) define as direções da EDB (4). Quando $\delta(x, y) = 0$, a EDB (4) define uma única direção. Em pontos onde $\delta(x, y) < 0$, não existem direções da EDB.

A EDB (4) pode ser pensada como uma superposição de um número finito de equações diferenciais ordinárias (EDO's) e as singularidades podem surgir de três formas: existem aqueles pontos onde as duas direções coincidem em cada ponto do plano, aqueles onde uma das componentes das EDO's tem uma singularidade, e pontos onde ambos ocorrem. Além disso, as duas direções coincidem sobre o conjunto discriminante.

Uma equação diferencial binária é positiva se $\delta \geq 0$ e $\delta(x, y) = 0$ se, e somente se, $a(x, y) = b(x, y) = c(x, y) = 0$, isto é, quando o discriminante é positivo e se anula só em pontos isolados. Este tipo de equação é bastante estudada, por exemplo, por

Bruce e Tari, e tem aplicações em geometria diferencial, equações diferenciais parciais (EDP's) e teoria de controle. Por exemplo, as linhas de curvatura (Exemplo 1) ou as linhas assintóticas (Exemplo 2) de uma superfície em \mathbb{R}^3 são dadas por equações diferenciais binárias.

Exemplo 1: As linhas de curvatura em superfície de \mathbb{R}^3 , em torno de um ponto umbílico determinam uma equação diferencial binária positiva, isto é,

$$(gF - fG)dy^2 + (gE - eG)dxdy + (fE - eF)dx^2 = 0$$

onde e, f, g e E, F, G são os coeficientes da primeira e segunda forma fundamental da superfície respectivamente. Esta é uma equação diferencial binária.

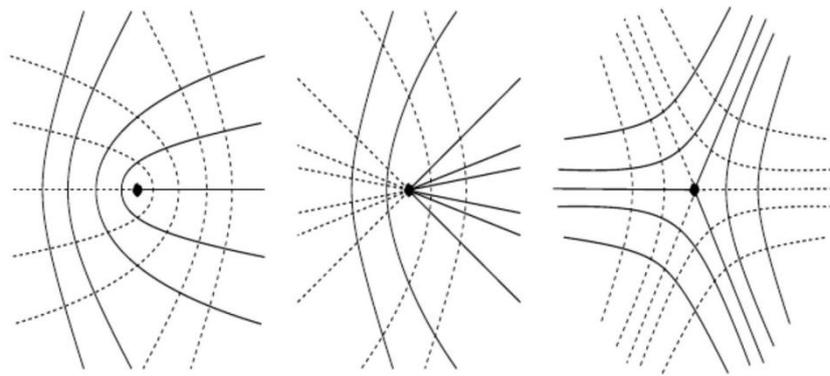


Figura 1: Linhas de curvatura próxima a um ponto umbílico

A Figura 1 corresponde ao comportamento genérico e estável das linhas de curvatura numa vizinhança de pontos umbílicos de imersões de uma superfície compacta e orientável em \mathbb{R}^3 demonstrado por Garcia, Gutierrez e Sotomayor, e também correspondem ao comportamento genérico e estável de EDB's positivas numa vizinhança de pontos singulares definidas em uma superfície compacta e orientável demonstrado por Victor Guinez, A genericidade e estabilidade global de linhas de curvatura foi estudada por Garcia, Gutierrez e Sotomayor.

Exemplo 2: As linhas assintóticas de uma superfície em \mathbb{R}^3 determinam uma EDB não necessariamente positiva, isto é,

$$edy^2 + 2fdxdy + gdx^2 = 0$$

onde e, f e g são os coeficientes da segunda forma fundamental, é uma equação diferencial binária.

As singularidades de linhas assintóticas foram descritas por T. Gaffney usando a Teoria das Singularidades e tem sido recentemente estudadas por Ronaldo e Garcia, Carlos Gutierrez e Sotomayor.

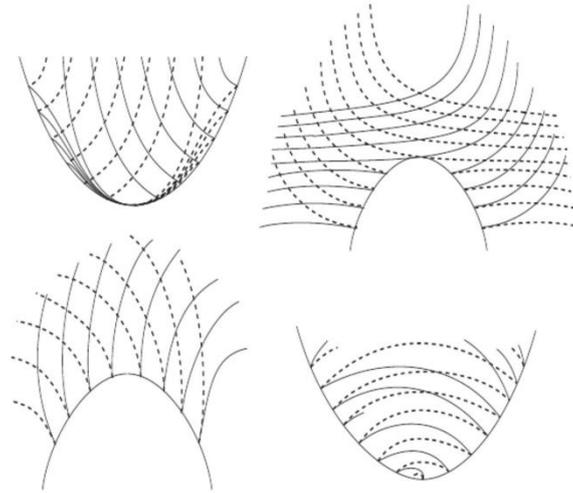


Figura 2: Linhas assintóticas próximas a pontos parabólicos

A Figura 2 corresponde ao comportamento genérico e estável das linhas assintóticas numa vizinhança de pontos parabólicos de imersões de uma superfície compacta e orientável em \mathbb{R}^3 , demonstrado por Ronaldo Garcia, Carlos Gutierrez e Jorge Sotomayor. A estabilidade global das linhas assintóticas foram estudadas por estes mesmos autores.

4. Considerações finais

Pode-se concluir que, a matemática das formas diferenciais foi desenvolvida com o objetivo de sistematizar a aplicação do cálculo a variedades diferenciáveis (as variedades bidimensionais também são chamadas de superfícies), moderadamente definida como conjuntos de pontos que podem ser identificados por coordenadas que variam localmente de uma maneira “suave” (ou seja, são diferenciáveis em qualquer grau para análise).

Associar às formas diferenciais as equações diferenciais binárias foi o destaque desta pesquisa, estudando na vizinhança de um ponto singular isolado. A análise destas singularidades é feita através de informações dadas pelo polinômio de Taylor das

funções a , b e c , sem reduzir a EDB a sua forma normal. Resultados que normalmente são aplicados ao estudo das linhas de curvatura e assintóticas de superfícies em \mathbb{R}^3 .

Referências

BRUCE AND F. TARI, J. W. **On binary differential equations**. Non linearity, (1995), no. 2, 255-271.

GUINEZ, V., **Positive quadratic differential forms and foliations with singularities on surfaces**, Transactions of the American Mathematical Society, 309, (1988), 477-502.

HOPF, H. **Differential geometry in the large**, Lectures Notes in Mathematics 1000, (1971).

OLIVEIRA, I. C. D. **Índice de n-formas diferenciais totalmente reais**. (Dissertação em matemática) - UFPB. João Pessoa, 2016.

SOTOMAYOR, J. GARCIA, R. GUTIERREZ C., **Structural stability of asymptotic lines on surfaces immersed in \mathbb{R}^3** , Bull. Sci. Math. 123, (1999), no. 8 599-622.

LEVANTAMENTO DA SITUAÇÃO ATUAL DO RIO GOIANA EM PERNAMBUCO: IMPACTOS AMBIENTAIS E PROPOSTAS DE MELHORIAS.

Valderezze Rodrigues; Gilmara Dannielle de Carvalho Rocha

RESUMO

A urbanização rápida é considerada a razão do maior número de problemas urbanos e ambientais, a sociedade deixou de ser rural e passou a ser urbana, residindo em grandes metrópoles. O crescimento desordenado tem causado mudanças na qualidade do recurso hídrico, além disso, enchentes e inundações por decorrência de chuvas e da falta de sistema de drenagem, ocorrendo diversos impactos negativos. A metodologia consistiu no levantamento da situação atual do rio Goiana e os impactos ambientais da ocupação irregular no trecho escolhido. Realizou-se a comparação dos dados obtidos pelos órgãos e em campo, na geração análises espacial quanto aos impactos ambientais encontrados. É importante relatar que a poluição vai afetar os seres vivos que habitam na água

Palavras-chave: Ambiente, Hídrico, Impactos.

ABSTRAT

Rapid urbanization is considered the reason for the greatest number of urban and environmental problems, society has ceased to be rural and has become urban, residing in large metropolises. The disordered growth has caused changes in the quality of the water resource, in addition, floods and floods due to rains and the lack of drainage system, with several negative impacts. The methodology consisted of surveying the current situation of the Goiana River and the environmental impacts of irregular occupation in the chosen stretch. A comparison of the data obtained by the agencies and in the field was carried out, in the generation of spatial analyzes regarding the environmental impacts found. It is important to report that pollution will affect live foods that live in water

Keywords: Environment, Water, Impacts.

1 Introdução

A água é um recurso natural essencial e fundamental para vida, por ser um recurso limitado, deve-se preservá-la para o presente e futuras gerações. Pode-se destacar a importância dos rios como recursos naturais e indispensáveis para nós seres humanos, tendo grande importância econômica, cultural, social e histórica.

Rodrigues et al (2009) relatam que o sucessivo aumento das áreas urbanas tendo como a necessidade da água como recurso indispensável à vida, tem colaborado para o crescimento de impactos ambientais negativos.

Segundo Junior (2004) o Brasil possui uma maior abundância de água, aproximadamente 80% quando comparado com países como o Canadá e a China, por exemplo, dispostos em 11.500 km³, as reservas brasileiras de água subterrâneas que completam o território nacional. Nesta condição, a disponibilidade por habitantes, torna o Brasil o vigésimo terceiro país rico em recursos hídricos.

A urbanização rápida é considerada a razão do maior número de problemas urbanos e ambientais, a sociedade deixou de ser rural e passou a ser urbana, residindo em grandes metrópoles. O crescimento desordenado tem causado mudanças na qualidade do recurso hídrico, além disso, enchentes e inundações por decorrência de chuvas e da falta de sistema de drenagem, ocorrendo diversos impactos negativos. No mundo, temos 1% de água para o consumo, boa parte dela é encontrada no território brasileiro, porém encontra-se ameaçada pelo uso desenfreado e nocivo do recurso, podemos citar alguns aspectos e impactos ambientais como o lançamento de esgoto, a falta do saneamento básico, destinação incorreta do lixo urbano (quando o lançamento é céu aberto), contaminação dos corpos d'água e o uso desequilibrado do recurso (XAVIER; BEZERRA, 2004).

Segundo Andrade e Felchak (2009) os problemas ambientais com relação os recursos hídricos estão ligados a ocupação irregular, alterando as propriedades físicas, químicas e biológicas.

As modificações no meio físico, biótico e antrópicos podem alterar o cenário entre os seres vivos e o meio ambiente, provocando mudanças significativas na estabilidade do meio natural, ocupando desordenadamente o meio, havendo também ocorrências de enchentes e inundações.

Santos (2009) destaca que o rio também pode contribuir para o desenvolvimento socioeconômico, que envolve a questão da qualidade ambiental de uma área, sendo um elemento indispensável e podendo propiciar ao crescimento das comunidades ribeirinhas.

Segundo Vargas (2008) o planejamento e as políticas públicas podem proporcionar moradias para as pessoas, porém a ausência de administração por parte de órgãos municipais contribui para ocupações irregulares nas margens de rios e lagos.

Pinho e Freitas (2011) relatam que devido as condições de vida das pessoas mais pobres, que se torna inviável o acesso a uma infraestrutura, sendo eles obrigados a morar em áreas de ocupações irregulares com grande potencial de riscos.

A lei 12.651, de 25 de maio de 2012 (código florestal) visa à proteção da vegetação nativa em áreas de preservação permanente. Esclarece que as matas ciliares podem ser consideradas como áreas de preservação permanente seguindo o art.3º do código florestal. A extinção da mata ciliar pode provocar impactos ambientais, afetando a vida das pessoas que moram próximas ao local (BRASIL, 2012).

No art.2º o código florestal veta que as florestas e as vegetações nativas sejam de bens de interesse e limitaram a exploração econômica como áreas de preservação permanente.

Entende-se por:

II- Área de preservação permanente-APP. Área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo, para o bem-estar da população humana. Dessa forma, não podem ser removidas, pois tem um papel importante no nosso meio ecológico deve promover proteção a vida. No art.2º considera-se preservação permanente florestas e outras formas de vegetação natural.

Devido à ausência da mata ciliar, a água da chuva pode escoar sobre as superfícies, causando infiltração e o acúmulo no lençol freático, com isso reduzirá as nascentes, córregos, os rios e os riachos. A implantação da agricultura, construções de casas etc. contribui para redução da vegetação natural, modificando a paisagem e aumentando as ocupações irregulares gerando muitos danos a população (REIS et al, 2011).

Nota-se que ao longo dos anos o crescimento urbano e industrial em Pernambuco, tem se expandido através de investimentos e do aumento de oportunidades de emprego, destacando a cidade de Goiana, localizada no estado de Pernambuco, sendo uma das cidades que mais tem crescido com seus novos empreendimentos, como a duplicação da BR 101, a construção do polo automotivo (Fiat), a empresa de derivados de sangue (Hemobrás), a Klabin (fábrica de celulose).

Goiana, também se destaca pela cultura da cana-de-açúcar, a produção de papelão e a produção de cimento, considerada importante para o desenvolvimento do

município. A produção da cana de açúcar teve como principal recurso hídrico o rio Goiana que corta a cidade (IBGE, 2010).

Uma das crises que mais desacelerou a dinâmica urbana que resultou na desenfreada ocupação foi no setor açucareiro, onde por faltar espaço para ampliar as áreas urbanas entre o rio Goiana e os canaviais, resultou em vários problemas como ocupação de restingas ao longo da praia de pontas de pedras, crescimento de favelas, destruição de manguezais (XAVIER, 2007).

Por também se tratar de áreas susceptíveis a inundações é importante relatar que as inundações ocorrem justamente pelo desmatamento, a intensificação do escoamento superficial, alteração dos cursos naturais dos rios, escoamento superficial, esses são alguns aspectos que podem aumentar ocorrências de inundações no período da grande precipitação pluviométrica.

Este trabalho tem como objetivo realizar o levantamento da situação atual no trecho do Rio Goiano, analisando os impactos ambientais causados pela ocupação irregular, propondo medidas preventivas, visando a qualidade ambiental no espaço urbano. Nesse sentido através da política e legislação ambiental é interessante comparar a região de estudo, visando conhecer o meio físico, biótico e antrópicos e os possíveis impactos ambientais.

2 Metodologia

2.1 Caracterização da área de estudo

A cidade de Goiana, localizada no estado de Pernambuco vem passando por um processo de crescimento significativo, a população era de 75.644 habitantes segundo censo 2010 e em 2017 a estimativa é de 79.249 habitantes (IBGE, 2010), sendo dotada pelo distrito de Pontas de Pedra e suas praias (Catuama, Barra de Catuama e Carne de vaca) ao longo do litoral norte de Pernambuco.

Limita-se ao norte com os municípios de Itamaracá, Igarassu e Itaquitinga, a leste com o Oceano Atlântico e a oeste com os municípios de Condado e Itambé, tendo um acesso rodoviário para a praia pontas de pedra através da BR 101-sentido Norte.

A área de estudo está localizada no município de Goiana, situada na mata norte de Pernambuco. “A bacia hidrográfica do rio goiana está situada entre as coordenadas de 07°22'20”e 07°54'47” de latitude sul e 34°49'06” e 35°41'143” de longitude oeste no estado de Pernambuco. (Fig. 1)

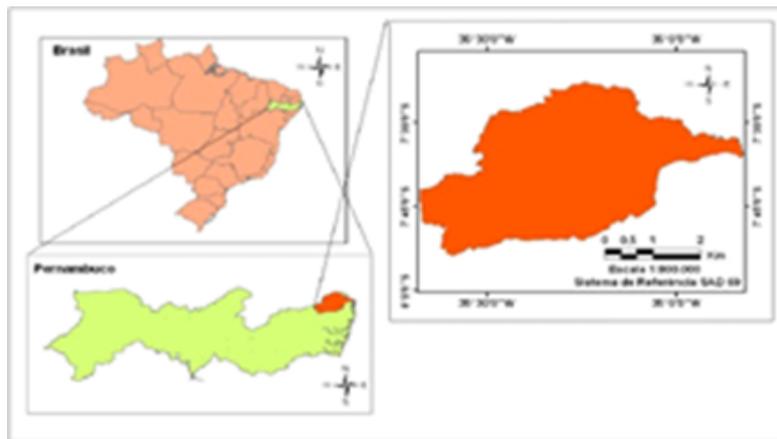


Figura 1 - Mapa de localização do município de Goiana, Pernambuco.

Fonte: SANTOS (2010)

Possui uma área de 2.847,53km abrangendo 26 municípios da região da zona da mata norte de Pernambuco, considerada uma bacia exorreica, sendo seu curso de água principal lançados na água do mar, cujas principais sub-bacias hidrográficas são a sub-bacia do rio Tracunhaém e a do rio Capibaribe-mirim. (SANTOS, 2010). O clima é tropical atlântico com temperatura máxima de 29°C e com estação seca moderada. A sua cobertura vegetal está inserida na mata atlântica e em suas áreas inundadas são encontrados manguezais nos ambientes estuarinos do litoral norte.

A bacia do Rio Goiana está localizada no extremo norte de Pernambuco, sendo um curso de água de extrema importância para o município seus afluentes, são os rios Capibaribe - Mirim e o Tracunhaém contribuintes para a drenagem do município. (XAVIER, 2007)

2.2 Materiais e Métodos

A metodologia consistiu no levantamento da situação atual do rio Goiana e os impactos ambientais da ocupação irregular no trecho escolhido. Para atender o objetivo do trabalho, a metodologia seguiu as seguintes etapas:

2.2.1 Levantamento bibliográfico

Levantamento de dados históricos e cartográficos junto a Prefeitura de Goiana e órgãos responsáveis, sobre a regularização das ruas e imóveis próximos ao trecho do rio

em estudo e importância do rio para o crescimento da região; e Levantamento fotográfico do trecho em estudo e dos problemas encontrados nas proximidades.

2.2.2 Delimitação do rio

Delimitação do trecho com auxílio de dados cartográficos e visita in loco com auxílio de GPS, objetivando o mapeamento de pontos considerados de impacto ambiental. Após a delimitação da mata ciliar segundo o código florestal no software livre QGIS, através da ferramenta buffer onde informando o raio em relação ao limite do rio o programa gera uma área de influência. Com essas informações e com a base cartográfica dos imóveis próximos ao rio, foi verificado quais são considerados ocupações irregulares.

2.2.3 Analise dos dados obtidos

Nesta etapa foi realizada a comparação dos dados obtidos pelos órgãos e em campo, na geração análises espacial quanto aos impactos ambientais encontrados. Apresentando a situação atual do trecho do rio Goiana. Dessa forma foi importante comparar com os dados obtidos pela prefeitura municipal, os dados cartográficos e o novo código florestal.

2.2.4 Aplicação de questionário na comunidade

Nessa etapa foi realizada visita a campo e aplicação do questionário e entrevistas com moradores da comunidade ribeirinha, fazendo perguntas a respeito de como era aquela área antes e como está hoje, avaliando quais os períodos que mais chove, local de descarte dos lixos domésticos, se há recolhimento do lixo, ou seja, conhecer a situação atual dos moradores que moram nas proximidades do rio Goiana.

3 Resultados e discussão

As informações na área de estudo foram obtidas a partir de questionários e visitas in loco aos moradores da localidade, conhecendo um pouco sobre a forma que os moradores veem o local como meio ambiente, observando como é a infraestrutura do

local, exemplo, rede de esgoto, saneamento básico, rede de drenagem. Foi constatado diversos problemas que ocasiona na área vários impactos ambientais.



Figura 1-imagens via satélite da área próxima a margem do rio Goiana/PE

Fonte: google maps

Foi utilizado o GPS para coordenadas de pontos da comunidade.

Pontos da visita in loco	Latitude	Longitude
1º ponto- próximo a BR 101	S07°33. 428'	W034°59. 481'
2º ponto- Rua da descida do curtume	S07°33. 410'	W034°59. 6581
3º ponto: Rua vila operaria	S07°33. 396'	W034°59. 6581

A escolha dos pontos foi referente aos problemas da falta infraestrutura, tendo moradias inadequadas e ocorrências de inundações, alagamentos, quando o nível da chuva é consideravelmente grande. Diante das perguntas abordadas aos moradores, foi observado intervenções do homem no rio, com isso, foi constatada a contribuição como essas ações contribuíram para degradação no corpo hídrico, Por exemplo: lixo depositados a margem do rio,o esgoto das residências lançados diretamente no rio, presença de animais no corpo hídrico, confinamento de gado a céu aberto próximo a margem do rio. Foi notado que a maioria dos moradores não tem consciência ambiental sobre seus atos, realmente há uma falta de conhecimento por parte deles e isso vem afetando consideravelmente o ambiente em que vivem.

Foi feita a entrevista com 30 pessoas, aproximadamente 5% da população que residem próximas a margem do rio. vinte delas moram a mais de 30 anos no local, e as outras á pouco tempo.Com a entrevista foi observado que a comunidade não tem uma boa qualidade de vida, pois, não são providas de infra estrutura, algumas delas não são informadas as causas que podem levar a impactos ambientais ,que podem afetar principalmente a qualidade de vida das famílias que residem no local.



Figura 2- moradores depositam o lixo a margem do rio
Fonte: próprio autor



Figura3- veiculo coletor de lixo da comunidade
Fonte: próprio autor

A coleta de lixo é realizada todos os dias, exceto, aos domingos, foi notado que mesmo sendo feita a limpeza urbana, o lixo continua sendo acumulado na margem do rio pelos moradores. Durante a aplicação do questionário pedi informação a respeito da destinação desse lixo, segundo informações dos funcionários (garis) o lixo é depositado num lixão próximo a cidade de Goiana/PE localizado em Bota fogo/PE, onde uma empresa se responsabiliza em dar a destinação correta para o lixo. Pode ser considerado um impacto a deposição do lixo nas margens dos rios, pois, com certeza irá afetar e comprometer a saúde da comunidade. Muitas vezes ocorre esse problema por falta de conhecimento dos moradores, sendo alguns deles leigos quando se trata sobre as questões ambientais.



Figura 4- Curral de criação de gado depósito de fezes de gado na rua
Fonte: próprio autor

Foi encontrado na localidade um curral para criações de gado a céu aberto, com condições pouco higiênicas. Outro ponto observado foi o depósito das fezes do animal, que são lançados nas ruas e no rio, o que causa um grande desconforto a comunidade causando odores desagradáveis, contendo bactérias que podem interferir na saúde dos moradores. Já foi estudo de pesquisa de alguns estudiosos, a respeito da existência das bactérias nas fezes, entre tantos pode causar a degradação do solo e dos recursos hídricos, causando emissões de gases de efeito estufa. Além do local de confinamento serem inadequados eles não são desprovidos de concreto, falta infra-estrutura. Há vários estudos que mostram a importância do esterco, um deles é a geração de eletricidade, sendo viável se colocada em prática, outro estudo vem sendo desenvolvido através dele pode ser gerado biogás (que não polui o meio ambiente).



Figura 5: Animais na margem do rio
Fonte: próprio autor

A utilização da água do rio para banhos em animais se tornou constante, foi observado em visita no local de acordo com perguntas objetivas, se ocorre banhos de animais constantemente no rio, que pode causar problemas para os moradores, onde utilizam o recurso hídrico para pesca, (fonte de renda), banho e etc.

A poluição no rio Goiana irá afetar principalmente a qualidade de vida dos moradores, que já é precária, pela ocorrência de tantos outros problemas.



Figura 6-Esgoto a céu aberto
Fonte: próprio autor

Na figura 6 mostra o esgoto a céu aberto, por falta de rede de esgoto na comunidade, segundo informações dos moradores, o esgoto das casas segue para o rio afetando a qualidade do recurso hídrico. Goiana/PE não possui saneamento básico, e o esgoto e despejado diretamente no rio. Pela ausência dos sistemas de esgoto, sem duvida, poderá causar doenças por meio hídrico, sendo a única solução para o problema, investir, planejar e programar o saneamento básico para a cidade, assim diminuiria a ocorrência de doenças e a poluição do meio ambiente causados por meio hídricos.



Figura 7- Pesca
Fonte: próprio autor

Em visita in loco, vi o quanto é importante o rio para pescarias, tendo em vista que todos os moradores usam para pesca. É importante relatar que a poluição vai afetar os seres vivos que habitam na água, modificando o habitat natural do meio aquífero, como resultado principalmente na contaminação, provocando a morte dos seres que servem de alimentos para as famílias que lá habitam.

6 Conclusões

Em visita in loco, demonstra-se o quanto é importante o rio para pescarias, tendo em vista que todos os moradores usam para pesca.

É importante relatar que a poluição vai afetar os seres vivos que habitam na água, modificando o habitat natural do meio aquífero, como resultado principalmente na contaminação, provocando a morte dos seres que servem de alimentos para as famílias daquela área.

Referências

ANDRADE, A. R; FELCHAK, I.M. A poluição urbana o impacto na qualidade da água do Rio das Antas-Irati/revista eletrônica do curso de geografia-Campus Jatai-UFG. Jatai-GO,2009, Pag.109-111.

BRASIL. Lei 12.651/2012. Novo Código Florestal Brasileiro. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm Acesso: 13/09/2017

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – Censo 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/v4/brasil/pe/goiana/panorama> acesso em:13/09/2017

JUNIOR, J.S.P. Recursos hídricos-conceituação, disponibilidade de uso. Biblioteca digital da Câmara dos Deputados, abril, 2004.

PINHO, A. V. E; FREITAS, C. F. S. Ocupação legal de áreas urbanas frágeis, especulação imobiliária e exclusão sócio espacial em Fortaleza. Universidade Federal de Ceará,2011.

REIS, D.M; TEIXEIRA, T.L; ALVAREZ, C.E. Ocupação urbana em áreas de preservação permanente: estudo da convergência entre legislações municipais e federais no município de Vitória- SE. Universidade Federal do Espírito santo, 2011.

RODRIGUES, I; RODRIGUES, T.P. T; FARIAS, M.S. S; ARAÚJO, A. F. Diagnóstico dos impactos ambientais advindos de atividades antrópicas na margem do rio Sanhaçu e Paraíba. Centro científico conhecer-enciclopédia biosfera, Goiânia, vol.5. n.8, 2009.

SANTOS, A. M. Impactos das mudanças climáticas sobre os recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Goiana - Pernambuco. Recife, 2010, p, 37.

SANTOS, A. da S. Diagnóstico socioambiental e identificação dos Impactos ambientais ao longo do rio Araçagi – PB. João Pessoa, 2009.

VARGAS, H. L. Ocupação irregular de APP urbana: um estudo da percepção social acerca conflito de interesse que se estabelece na lagoa do prato raso, em feira de Santana, Bahia .N.39, p.7-9, jul. /Dez 2008.

XAVIER, Y. M. A; BEZERRA, N. F. Gestão legal dos recursos hídricos de Estado de Fortaleza Ceará do nordeste do Brasil.2004.

XAVIER, M. W. Caracterização geomorfológica e sedimenta lógica e aspectos ambientais do litoral de Goiana, Pernambuco. Universidade Federal de Pernambuco, Centro de tecnologia e geociências, pós-graduação em geociência, Recife, Março, 2007.

REAPROVEITAMENTO DE FERMENTO UTILIZADO NA PRODUÇÃO DE CERVEJA

*Fágner Márcio Ribeiro De Oliveira; Edivaldo Galdino Ferreira.
EMEPA- Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba*

RESUMO

Gestão ambiental é o sistema que inclui a estrutura organizacional, atividades de planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos, processos e recursos para desenvolver, programar, atingir, analisar criticamente e manter a política ambiental. A gestão ambiental começa a ser encarada como um assunto estratégico dentro das organizações e isso tem se tornado um fator importante de competitividade. A cerveja é uma bebida carbonatada de teor alcoólico entre 3 e 8% (v/v), preparada a partir de malte de cevada, lúpulo, fermento e água de boa qualidade, permitindo-se ainda o uso de outras matérias primas como arroz, milho e trigo. No final do processo, além da cerveja, obtém-se o resíduo úmido cervejeiro, composto sólido da matéria prima usada na fermentação e a levedura que cresceu no meio. O referido artigo tem como objetivo geral: apresentar possíveis alternativas para o reaproveitamento do fermento utilizado na indústria cervejeira. A Metodologia utilizada foi descritiva e bibliográfica, baseada em autores da área, na qual se realizou a busca de artigos científicos, tendo uma revisão de literatura. Concluindo que as indústrias cervejeiras devem buscar uma gestão sustentável, utilizando o reaproveitamento dos resíduos originários de cervejarias, fortalece ainda mais o sistema de gestão ambiental, com uma produção impa.

Palavras-chave: Gestão ambiental; Cerveja; Fermento.

ABSTRAT

Environmental management is the system that includes the organizational structure, planning activities, responsibilities, practices, procedures, processes and resources to develop, program, achieve, critically analyze and maintain the environmental policy. Environmental management is beginning to be seen as a strategic issue within organizations and this has become an important competitive factor. Beer is a carbonated drink with an alcohol content between 3 and 8% (v / v), prepared from barley malt, hops, yeast and good quality water, allowing the use of other raw materials such as rice, corn and wheat. At the end of the process, in addition to beer, wet brewing residue is obtained, a solid compound of the raw material used in fermentation and the yeast that grew in the medium. This article has the general objective: to present possible alternatives for the reuse of the yeast used in the beer industry. The methodology used was descriptive and bibliographic, based on authors from the area, in which the search for scientific articles was carried out, with a literature review. Concluding that the brewing industries must seek sustainable management, using the reuse of residues originating from breweries, further strengthens the environmental management system, with an impa production.

Keywords: Environmental management; Beer; Yeast.

1 INTRODUÇÃO

A gestão ambiental (GA) desenvolve-se, devido a ameaça à sobrevivência humana em face da degradação dos recursos naturais, fauna e flora. Nos últimos tempos a preocupação com a sustentabilidade nas atividades industriais tem sido uma das prioridades estratégicas de qualquer organização que queira garantir sua competitividade e sobrevivência no mundo globalizado.

A indústria cervejeira produz resíduos agroindustriais. A maior parte desses resíduos são indevidamente descartados, poluindo as áreas urbanas e rurais, como o mercado, este mais competitivo, fazendo com que as empresas tenham que se preocupar com o controle dos impactos ambientais gerados pela sua atividade. Os Sistemas de Gestão Ambiental (SGA) vêm se tornando um grande aliado das organizações, que buscam manter seus processos, aspectos e impactos ambientais sob controle.

Segundo Matos (2011), o processo industrial de cerveja consiste em três etapas: preparo do mosto, que inclui moagem do malte, mosturação, filtração, fervura e clarificação, processo fermentativo e o acabamento da cerveja, o qual consiste em filtração, carbonatação, modificações no aroma, sabor e cor. No final do processo, além da cerveja, obtém-se o resíduo úmido cervejeiro, composto sólido da matéria prima usada na fermentação e a levedura que cresceu no meio (SANTOS; RIBEIRO, 2005). O fermento (leveduras fermentadoras) é um dos ingredientes fundamentais para esta produção e o que possui maior custo. Entretanto, o descarte do fermento nem sempre é apropriado.

A escolha pelo tema veio da preocupação de onde é depositado o fermento após sua utilização, visando através de sua fonte nutricional uma forma adequada de não poluir o meio ambiente. O reaproveitamento gera uma produção mais limpa, que fortalece ainda mais o Sistema de Gestão Ambiental.

Na visão empresarial esse reaproveitamento é um diferencial competitivo com relação as empresas que não buscam inovar, assim, a introdução da variável ambiental no sistema de gestão de empresas de alto impacto ambiental, irão torna-las mais eco-eficientes, propiciando inúmeras vantagens, tais como: aumento de rendimento das matérias-primas, redução da geração de resíduos perigosos, diminuição dos custos de produção, tratamento e disposição, além de ganhos substanciais quanto à saúde do meio ambiente e da população.

O referido artigo tem como objetivo geral: apresentar alternativas para o reaproveitamento do fermento utilizado na indústria cervejeira, e como objetivos específicos: descrever sobre a cerveja e sua fermentação; Retratar a gestão ambiental como responsabilidade social; Apresentar estudos que mostram formas de reaproveitamento do fermento de descarte da indústria cervejeira.

2 METODOLOGIA

A Metodologia utilizada foi descritiva e bibliográfica, baseadas em autores da área, na qual se realizou a busca de artigos científicos, tendo uma revisão de literatura de 3 estudos e patentes publicados por: Perez (2013), Munford (2016), Paula e Faria (2017) sobre o tema em comento. Diante do exposto, justifica-se o tema como sendo de grande relevância para profissionais da área e áreas afins.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Cerveja

A legislação brasileira define cerveja como sendo "[...] a bebida obtida pela fermentação alcoólica do mosto cervejeiro oriundo do malte de cevada e água potável, por ação da levedura, com adição de lúpulo." Parte do malte de cevada poderá ser substituída por adjuntos cervejeiros, cujo emprego não poderá ser superior a 45% em relação ao extrato primitivo (extrato do mosto) (BRASIL, 2009).

Define-se cerveja como uma bebida carbonatada de teor alcoólico entre 3 e 8% (v/v), preparada a partir de malte de cevada, lúpulo, fermento e água de boa qualidade, permitindo-se ainda o uso de outras matérias primas como arroz, milho e trigo (ALMEIDA; SILVA, 2005).

A cerveja é bebida em todo o mundo. Em alguns lugares, como partes da Alemanha, é a bebida de escolha para acompanhar alimentos. O denominador comum na produção de todas as bebidas alcoólicas é a fermentação. Para a cerveja, isso envolve a conversão de açúcares, derivada principalmente de malte, em etanol (álcool etílico ou, para a maioria das pessoas, apenas "álcool") pelo fermento, *Saccharomyces cerevisiae*, as propriedades "misteriosas" das quais em que na época medieval fez com que fosse conhecido como "goddisgoode". A natureza de qualquer bebida alcoólica é determinada

não apenas pela cepa de fermento utilizada para produzir, mas também pelo substrato (matéria-prima) que a levedura está convertendo (BAMFORTH, 2009).

Não se sabe ao certo a origem das primeiras cervejas, porém o autor Aquarone (1993) acredita que a prática da cervejaria tenha se originado na região da Mesopotâmia, onde, como no Egito, a cevada cresce em estado selvagem. Há evidências de que a cerveja feita de cevada maltada já era consumida na mesopotâmia em 6.000 a.C., e que a cerveja nesta época não era usada somente na dieta, mas também exercia função cosmética e medicinal. O sabor da cerveja é determinado pela matéria prima, pelo tipo de processo e pela levedura utilizada, além dos compostos produzidos durante a fermentação e maturação, que exercem maior impacto nas características sensoriais da bebida (CARVALHO et al., 2007).

De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento as cervejas são classificadas quanto ao extrato primitivo em:

- Cerveja leve, cujo extrato primitivo é maior ou igual a 5% em peso e menor do que 10,5% em peso;
- Cerveja ou cerveja comum, cujo extrato primitivo é maior ou igual a 10,5% em peso e menor que 12% em peso;
- Cerveja extra, cujo extrato primitivo é maior ou igual a 12% em peso e menor ou igual a 14% em peso;
- Cerveja forte, cujo extrato primitivo é maior que 14% em peso (BRASIL, 2009).

De acordo com De Keukellerie (2000), a cerveja é uma bebida elaborada com malte de cevada, água, lúpulo e fermento (levedura). Na Alemanha, somente a cevada é empregada na obtenção do malte. Contudo, em vários países, é permitido e, às vezes, até obrigatório o uso de substitutos de parte do malte como, por exemplo, o arroz e a chamada alta maltose (que é produzida a partir do milho). Normalmente, esses países não têm autossuficiência de cevada ou malte (SLEIMA et al., 2010).

A cerveja para consumo é composta por 2 a 6% de extrato residual, 2 a 6% de etanol, 0,35 a 0,50% de dióxido de carbono e 90 a 95% de água. Esses valores variam conforme o tipo de cerveja produzido (DE KEUKELERIE, 2000).

Quando se fala em consumo nacional de bebidas, a cerveja está em 2º lugar, ficando atrás apenas dos refrigerantes. A cerveja é a bebida alcoólica mais consumida

no país, sendo o Brasil o 5º maior produtor e (terceiro) consumidor de cerveja em termos de volume (SINDICERV, 2006).

No final do processo, além da cerveja, obtém-se o resíduo úmido cervejeiro, composto sólido da matéria prima usada na fermentação e a levedura que cresceu no meio (SANTOS; RIBEIRO, 2005).

3.1.1 Levedura

A levedura residual de cervejaria é a matéria orgânica que possui em sua composição de 70-80% de umidade, 45-50% de proteínas totais e 10-20% de nitrogênio solúvel (MATHIAS; MELLO; SERVULO, 2014), sendo uma possível fonte de compostos nitrogenados.

As leveduras possuem a habilidade de metabolizar eficientemente os constituintes do mosto que é um caldo resultante da mistura fervida de malte e água, rico em açúcares fermentáveis. Esse caldo é filtrado, para receber o lúpulo e o fermento ser transformado em álcool e gás carbônico a fim de produzir uma cerveja com qualidade e estabilidade sensorial satisfatória (CARVALHO et al., 2006). As leveduras mais utilizadas em cervejaria são de duas espécies do gênero *Saccharomyces*: *Saccharomyces cerevisiae* (alta fermentação) e *Saccharomyces uvarum* (baixa fermentação) (EMBRAPA, 2010). Por ser fundamental na formação de aromas na cerveja, é de suma importância que a cultura de levedura seja a mais pura possível, isto é, isenta de micro-organismos contaminantes (bactérias e leveduras “selvagens”). Levedura selvagem é qualquer levedura diferente da levedura de cultivo utilizada na elaboração de determinada cerveja.

O fermento (leveduras fermentadoras) é um dos ingredientes fundamentais para esta produção e o que possui maior custo. Por determinar o sabor e o aroma, a linhagem de fermento varia de acordo com o tipo de cerveja fabricada. As cervejas mais conhecidas são fermentadas pelas espécies *Saccharomyces cerevisiae* (tipo Ale) e *Saccharomyces pastorianus* (tipo Lager). Cervejas que usam outras espécies de leveduras (tipo Lambic) são menos comuns, apesar de apresentarem características sensoriais de grande interesse e alto valor comercial agregado.

Ao final do processo de fermentação remove-se a levedura do mosto fermentado e prepara-se com estas uma nova inoculação, para a próxima batelada. No entanto,

como durante o processo de fermentação ocorre a multiplicação do levedo, gera-se um excedente deste material a cada batelada, que necessita de um destino adequado.

Considerando o alto teor orgânico da levedura (120.000 a 140.000 mg DBO/l) e o valor nutricional desta, em geral as empresas vendem este excedente para a indústria de alimentos, em alguns casos após recuperar a parte residual de cerveja (UNEP/IE, 1996). Deve-se considerar a elevada carga orgânica das leveduras, além da possibilidade de formação de ácidos orgânicos quando se pensar em dispor a levedura para secagem (EUROPEAN COMMISSION, 2003).

Neste sentido, cabe salientar a recomendação de sempre que possível remover à seco todo o material de fundo das dornas de fermentação e maturação, onde se encontra a maior parte da levedura depositada. Este cuidado contribui para reduzir a geração de efluentes e a necessidade de secagem da levedura (UNEP/IE, 1996).

3.1.2 Resíduos oriundos de cervejarias

A levedura cervejeira é o microrganismo responsável pela conversão do mosto em cerveja. Durante o processo fermentativo, a massa da levedura tende a triplicar ou quintuplicar isso é calculado pela taxa de multiplicação de levedura dosada na cerveja (BRIGGS et al., 2004), promovendo a degradação dos açúcares do mosto formando etanol e CO₂. Quando o processo fermentativo termina, ele é dado continuidade com um período de repouso a baixas temperaturas, na qual ocorre a decantação da biomassa celular. Esta biomassa é descartada na indústria quando não consegue mais se multiplicar tendo em vista que a fermentação não vai ser mais a fermentação padrão (MATHIAS; MELLO; SERVULO, 2014).

No ano de 2010 o Brasil produziu o fermento de descarte da indústria cervejeira cerca de 12,35 bilhões de litros e no ano de 2012 essa produção saltou para 13,70 bilhões de litros (SICOB, 2013; SINDICERV, 2012 apud CRISLAINE 2013). Tal produção representa o descarte de um volume de aproximadamente 160 milhões de litros de fermento por ano, já que este é descartado após a utilização em cinco ciclos de fermentação na produção da cerveja.

O Brasil produz cerca de 2,5 milhões de toneladas/ano de resíduos oriundos de cervejarias (STEFANELLO et al., 2014). O descarte desses resíduos no meio ambiente resulta em uma série de transtornos para o ecossistema, devido à sua rica composição em matéria orgânica (MATHIAS; MELLO; SERVULO, 2014).

O resíduo úmido cervejeiro é um subproduto resultante do processamento de cerveja, que geralmente é destinado para o uso em ração animal, como também descartado diretamente ao solo ou em aterros sanitários. Em função de ter características de sua composição, apresenta significativo potencial para aplicação em bioprocessos (MATHIAS; MELLO; SERVULO, 2014). Hoje, tem uma forte pressão pela diminuição dos resíduos gerados na indústria, desenvolvendo novas alternativas para seu uso, tendo em vista que alguns resíduos intrínsecos à produção de cerveja dificilmente têm redução de sua quantidade gerada, como o bagaço de malte, o trub (partículas densas sedimentadas no mosto cervejeiro) e a levedura da cerveja (BROCHIER; CARVALHO, 2009).

3.2 A Gestão Ambiental

Gestão ambiental é o sistema que inclui a estrutura organizacional, atividades de planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos, processos e recursos para desenvolver, implementar, atingir, analisar criticamente e manter a política ambiental.

A gestão ambiental começa a ser encarada como um assunto estratégico dentro das organizações e isso tem se tornado um fator importante de competitividade.

Várias organizações empresariais estão cada vez mais preocupadas em abordar e evidenciar um desempenho mais satisfatório em relação ao meio ambiente. Portanto a gestão ambiental tem se configurado como uma das mais importantes atividades relacionadas com qualquer empreendimento.

Segundo Meyer (2000, p. 45), a gestão ambiental é apresentada da seguinte forma:

- Objeto de manter o meio ambiente saudável (à medida do possível), para atender as necessidades humanas atuais, sem comprometer o atendimento das necessidades das gerações futuras.
- Meio de atuar sobre as modificações causadas no meio ambiente pelo uso e/ou descarte dos bens e detritos gerados pelas atividades humanas, a partir de um plano de ação viável técnica e economicamente, com prioridades perfeitamente definidas.
- Instrumentos de monitoramentos, controles, taxações, imposições, subsídios, divulgação, obras e ações mitigadoras, além de treinamento e conscientização.

- Base de atuação de diagnósticos (cenários) ambientais da área de atuação, a partir de estudos e pesquisas dirigidos em busca de soluções para os problemas que forem detectados.

O objeto da gestão ambiental é a otimização dos processos da transformação de um sistema ecológico, primitivo ou não. Macedo (1999, p.18) diz que “a gestão ambiental é o processo necessário e suficiente para garantir que a introdução de um sistema humano organizado em um sistema ecológico primitivo tenha como resultado um novo sistema humano organizado”.

De acordo com Moreira (2002) os benefícios seriam: Melhoria na organização interna; Melhoria da imagem; Aumento da satisfação e confiança dos clientes; Aumento da motivação e envolvimento no sistema, por parte dos colaboradores internos; confiança no sistema e reflexão sobre o mesmo; Melhoria da posição competitiva, face aos concorrentes não certificados; Redução de custos; Acesso a determinados mercados e concursos, em face de um sistema com base em critérios internacionalmente aceitos; Minimização do impacto ambiental das atividades.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste tópico foram apresentados os resumos de 3 (três) dos trabalhos pesquisados na literatura no ano de 2013, 2016, 2017 por estudiosos da área em comento, apresentando seus objetivos, o método utilizado e suas conclusões de estudos sobre o reaproveitamento do fermento oriundos da indústria cervejeira.

Estudo 1: Perez (2013) desenvolveu um estudo sobre o título: “Estudo da viabilidade da levedura de descarte da indústria cervejeira na obtenção da aguardente de “liquor” de laranja”. O orientador deste estudo é um dos participantes do mesmo que trata o presente relatório descritivo da patente de invenção de um inédito método de utilização do fermento.

O Brasil, país com características climáticas propícias ao cultivo de laranja, é considerado o maior produtor e exportador de suco de laranja do mundo. O "liquor" de laranja é um dos principais subprodutos da indústria cítrica, rico em açúcares, geralmente é destinado para a produção de ração animal.

Com um mercado em crescente expansão, a indústria cervejeira descarta em média 160 milhões de litros de fermento viável por ano. Considerando as vantagens que o aproveitamento desse resíduo pode representar para a produção da aguardente de “liquor” de laranja, este trabalho teve por objetivo avaliar a viabilidade do uso do fermento de descarte da indústria cervejeira na obtenção da aguardente de “liquor” de laranja. O “liquor” foi fermentado pelo fermento descartado da indústria cervejeira sendo posteriormente destilado em alambique de cobre.

O volume corresponde a três destilações (três fermentações) foi bidestilado em alambique de cobre e envelhecido em ancorotes de castanheira por seis meses. A viabilidade das leveduras foi analisada durante o processo de obtenção da bebida, assim como o teor de sólidos solúveis totais e o consumo de açúcares redutores totais. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Foi realizada nove bateladas de fermentações contínuas, sem a reposição do fermento.

O fermento utilizado na produção da bebida apresentou uma viabilidade inicial de 97,65% apresentando uma queda de 15% das células viáveis ao final da nona batelada de fermentação. A diminuição do teor de sólidos solúveis totais foi bem menor nas últimas bateladas, cerca de 9% se comparadas as três bateladas iniciais, em que se observou uma redução de aproximadamente 23%. No teste de aceitação não houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) nos atributos cor e aroma entre as três amostras. Nos atributos sabor e impressão global houve diferença significativa na amostra 2 correspondente às bateladas de fermentação 4, 5 e 6. A levedura de descarte da indústria cervejeira apresentou-se como uma boa opção na obtenção da aguardente de “liquor” de laranja, garantindo pelo menos a fermentação de seis bateladas, sem a necessidade de reposição de leveduras.

Estudo 2: Munford (2016) desenvolveu um estudo sobre o título: “Métodos de otimização da lavagem para o processo fermentativo cervejeiro”.

A invenção elimina micro-organismos presentes no fermento de reutilização sem alterar a receita da cerveja na fermentação.

A reutilização da levedura no processo de fabricação da cerveja é de grande interesse comercial e ambiental, porém para que seja viável é preciso que a levedura a ser utilizada mantenha sua qualidade, de preferência sem adição de substâncias que alteram sua receita e também sem contaminações.

Esta tecnologia otimiza os processos de lavagem ácida de cloro, prevendo a eficácia na redução dos contaminantes e obtendo um fermento viável para o processo de fermentação. Os novos processos não adicionam substâncias na receita da cerveja e são eficazes na eliminação de micro-organismos presentes no fermento de reutilização, tornando-se de grande interesse para a indústria cervejeira e colaborando para a redução de resíduos.

Principais benefícios e características da inovação: redução de impacto ambiental, sem adição de novas substâncias, inativa os micro-organismos, mantém a viabilidade do fermento.

Estudo 3: Paula e Faria (2017) desenvolveu um estudo sobre o título: “Avaliação do uso da levedura de descarte da indústria cervejeira na obtenção da aguardente de licor de laranja”.

O licor de laranja, subproduto da indústria cítrica brasileira, é atualmente destinado à produção de ração animal, assim como o fermento da indústria cervejeira, que é descartado, após cinco ciclos de produção, contendo ainda alta porcentagem de células viáveis.

O objetivo do presente estudo foi avaliar a reutilização da levedura de descarte da indústria cervejeira na produção da aguardente de licor de laranja, sem reposição do pé-de-cuba, além de avaliar o impacto desta prática na qualidade química e sensorial do produto final. Para isso, foram conduzidas nove bateladas de fermentações, sem reposição do fermento, sendo o licor assim fermentado, bidestilado em alambiques de cobre, dando origem a três amostras da bebida, que foram postas a envelhecer em ancorotes de castanheira por seis meses.

As amostras foram submetidas à determinação dos teores de etanol, cobre, acidez volátil, aldeídos, ésteres, metanol, álcoois superiores, furfural, bem como ao teste de aceitação e intenção de compra. A reutilização do fermento durante a produção da bebida apresentou, ao final das nove bateladas, uma redução de 15% das células viáveis. Todas as determinações químicas apresentaram-se de acordo com a legislação vigente, exceto o teor de álcool metílico e álcool n-butílico na amostra C.

Os testes de aceitação não revelaram diferença significativa nos atributos cor e aroma entre as três aguardentes, mas, nos atributos sabor e impressão global, observou-se diferença significativa na aguardente B. Com base nos resultados obtidos, a reutilização do fermento de descarte da indústria cervejeira na produção da aguardente

de licor de laranja por até três bateladas de fermentação apresentou-se, portanto, como uma boa opção na obtenção desta aguardente, garantindo a fermentação de três bateladas, sem alterações indesejáveis na bebida.

Ficou demonstrado através das observações dos resultados dos 3 estudos citados acima, que o reaproveitamento do fermento utilizado na indústria cervejeira é um diferencial na gestão das industrial.

Como mostra Kraemer (2009) a preocupação com o meio ambiente tem apresentado uma dinâmica diferenciada nas organizações e nas nações nas quais estas se encontram. O mercado não mais aceita o descaso no tratamento dos recursos naturais. Os consumidores estão interessados em produtos limpos. A legislação torna-se mais rígida, imputando sanções aos infratores, obrigando as empresas a encarar com seriedade e responsabilidade a variável ambiental em sua estratégia operacional.

Portanto, diante da análise dos resultados dos estudos apresentados, temos base de sustentação para afirmar, que existem diversas formas de reaproveitamento dos resíduos originários de cervejarias, promovendo uma sustentabilidade dos resíduos originários dessas indústrias, conseqüentemente a empresa que adota esse modelo de gestão gera uma produção mais limpa, que fortalece ainda mais o Sistema de Gestão Ambiental.

5 CONCLUSÕES

O desenvolvimento sustentável é um importante conceito de crescimento, presente no debate político internacional em especial quando se trata de questões referentes à qualidade ambiental e à distribuição global de uso de recursos.

A preocupação com o meio ambiente tem apresentado uma dinâmica diferenciada nas organizações e nas nações nas quais estas se encontram. O mercado não mais aceita o descaso no tratamento dos recursos naturais. Os consumidores estão interessados em produtos limpos. A legislação torna-se mais rígida, imputando sanções aos infratores, obrigando as empresas a encarar com seriedade e responsabilidade a variável ambiental em sua estratégia operacional.

Os grandes problemas que emergem da relação da sociedade com o meio ambiente são densos, complexos e altamente inter-relacionados e, portanto, para serem entendidos e compreendidos nas proximidades de sua totalidade, precisam ser observados numa ótica mais ampla.

Adequar-se às exigências ambientais dos mercados, governos e sociedade, apesar de levar a empresa a despendere um montante considerável, traz benefícios financeiros e vantagens competitivas.

A competitividade da empresa aumenta após a adequação à ISO 14001 pela adoção de medidas visando melhores taxas de conversão de matérias-primas, menores gastos com energias e com uma força de trabalho consciente, capacitada e motivada.

Concluindo que as indústrias cervejeiras devem buscar uma gestão sustentável, utilizando o reaproveitamento dos resíduos originários de cervejarias, promovendo um diferencial de gestão gerando uma produção mais limpa, que fortalece ainda mais o sistema de gestão ambiental, com matéria prima natural e renovável, obtida de maneira sustentável.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA E SILVA, JB. Cerveja. In: VENTURINI FILHO, G. W. Tecnologia de Bebidas. Edgar Blucher, Brasil, 2005, p.347-380.

AMBEV. Programa de formação técnica cervejeiros. Jacareí: AmBev, 2011.

AQUARONE, E., et al. Alimentos e bebidas produzidos por fermentação. 4.ed. São Paulo : Edgard Blücher, 1993, 243p.

BAMFORTH, Charles. Beer: Tap Into the Art and Science of Brewing. Oxford University Press, 3 ed., 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 6.871, de 04 de junho de 2009. Regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 5 jun. 2009. Seção 1. Disponível em:

<http://gpex.aduaneiras.com.br/gpex/gpex.dll/infobase/atos/decreto/decreto6871_09/dec%2006871_09_01.pdf> . Acesso em: 19 out. 2017.

BRIGGS, D. E.; BOULTON, C. A.; BROOKES, P. A.; STEVENS, R. Brewing Science and Practice. Flórida: CRC Press LLC and Woodhead Publishing Limited, 2004. 863p.

BROCHIER, M. A; CARVALHO, S. Efeito de diferentes proporções de resíduo úmido de cervejaria sobre as características da carcaça de cordeiros terminados em confinamento. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v.61, n.1, p.190-195, 2009

CARVALHO, G.B.M., BENTO, C.V., ALMEIDA e SILVA, J.B. Elementos biotecnológicos fundamentais no processo cervejeiro: 1ª Parte- As leveduras. Revista Analytica, v.25, p.36 - 42, 2006.

CASA DA SUSTENTABILIDADE. Indústria da cerveja aposta na sustentabilidade. Ideias e notícias de sustentabilidade. 2016. Disponível em: <<https://casadasustentabilidade.wordpress.com/2016/06/06/industria-da-cerveja-aposta-na-sustentabilidade/>> Acesso em: 20 out. 2017.

CERVBRAIL, Associação Brasileira da Indústria da Cerveja, 2014. Disponível em: <<http://cervbrasil.org.br/arquivos/anuariofinal2014.pdf>>. Acesso em: 20 mai. 2017.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: <<http://www.embrapa.br>>. Acesso em: 22 mai. 2017.

EUROPEAN COMMISSION. Directorate general jrc- joint research centre/ institute for prospective studies/ european integrated pollution prevention and control (IPPC) BUREAU, Draft Reference Document on Best Available Techniques in the Food, Drink and Milk Industries, IPPC, Sevilha, 2003.

FARIA, João Bosco; SAITO, Fabiana Heloisa Sanches Ferrato; LORENZETTI, Natalia Canato. Utilização de fermento de descarte da indústria cervejeira na produção da aguardente de licor de laranja. Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), 2013. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/109084>>. Acesso em: 18 out 2017.

KRAEMER, Maria Elisabeth Pereira Gestão ambiental: um enfoque no desenvolvimento sustentável. Responsabilidade Social e Ambiental. Disponível em: <<http://www.janelanaweb.com/digitais/kraemer7.html>>. Acesso em: 22 out. 2017.

MACEDO, R. K. Gestão ambiental: os instrumentos básicos para a gestão ambiental de territórios e de unidades produtivas. Disponível em: <<http://www.ksnet.com.br/>>. Acesso em: 20 out 2017.

MATHIAS, T.R.S.; MELLO, P.P.M.; SERVULO, E.F.C. Caracterização de resíduos cervejeiros. XX COBEQ – Congresso Brasileiro de Engenharia Química, Florianópolis, Santa Catarina, 2014.

MEYER M. M. Gestão ambiental no setor mineral: um estudo de caso. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2000.

MOREIRA, M. S. Estratégia e implantação do Sistema de Gestão Ambiental (Modelo ISO 14001). Belo Horizonte. Editora DG, 2002.

MUNFORD, Allan Richard Gomes. Métodos de otimização da lavagem para o processo fermentativo cervejeiro. Faculdade de Engenharia de Alimentos – FEA – UNICAMP. 2016. Disponível em: <<http://www.inova.unicamp.br/portfolio/metodos-de-otimizacao-da-lavagem-para-o-processo-fermentativo-cervejeiro/>>. Acesso em: 18 out. 2017.

PAULA, C. A. P.; FARIA, J. B. Avaliação do uso da levedura de descarte da indústria cervejeira na obtenção da aguardente de licor de laranja. Universidade Estadual “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Departamento de Alimentos e Nutrição, Araraquara, SP, Brasil, 2017.

PEREZ, Crislaine Alvarenga. Estudo da viabilidade da levedura de descarte da indústria cervejeira na obtenção da aguardente de “licor” de laranja /. Orientador: João Bosco Faria. Araraquara, 2013.

ROSA, S. E. S.; COSENZA, J. P.; LEÃO, L. T. S. Panorama do setor de bebidas no Brasil, BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 23, p. 101-150, mar. 2006.

SANTOS, M. S. dos; RIBEIRO, F. de M. Cervejas e Refrigerantes. São Paulo: CETESB, 2005.

SEBRAE, Potencial de consumo de cervejas no Brasil. Agronegócio. Resposta técnica. 2014. Disponível em: <http://www.sebraemercados.com.br/wp->

content/uploads/2015/12/2014_05_20_RT_Mar_Agron_Cerveja_pdf.pdf>. Acesso em: 18 out. 2017.

STEFANELLO, F.S.; FRUET, A.P.B.; SIMEONI, C.P.; CHAVES, B.W.; OLIVEIRA, C.; NORBERG, J.L. Resíduo de cervejaria: Bioatividade dos compostos fenólicos; Aplicabilidade na nutrição animal e em alimentos funcionais. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, v. 18, Ed. Especial de Maio, p.01-10, 2014.

UNEP/ IE- United Nations Environment Programme, industry and environment, Environmental management in the brewing industry, UNEP Technical Report Series n°33, UNEP, Paris, 1996.

SOBRE O EFEITO AHARONOV-BOHM

BARBOZA, Priscila Mayana Torres (IESP); priscilamayana@hotmail.com; FARIAS, Isabelly Camila Diniz de Oliveira (IESP); isabellycdiniz@gmail.com

RESUMO

O efeito Aharonov-Bohm é um fenômeno quântico caracterizado por uma mudança de fase na função de onda de uma partícula carregada quando a mesma interage com um potencial vetor em regiões onde os campos magnéticos são nulos. Neste trabalho, apresentamos uma revisão sobre os conceitos básicos relacionados ao efeito Aharonov-Bohm, mostrando os resultados experimentais que foram obtidos por Aharonov e Bohm em 1959, e a importância deste efeito nas áreas atuantes em linhas de fluxo em materiais magnéticos.

Palavras-chave: Efeito Aharonov-Bohm, Potencial vetor, Partícula carregada.

ABSTRACT

The Aharonov-Bohm effect is a quantum phenomenon characterized by a phase shift in the wave function of a charged particle when it interacts with a potential vector in regions where the magnetic fields are zero. This work presents a review of the basic concepts related to the Aharonov-Bohm effect, showing the experimental results obtained by Aharonov and Bohm in 1959, and the importance of this effect in the areas acting on flux lines in magnetic materials.

Keywords: Aharonov-Bohm Effect, Potential vector, Charged particle.

1. Introdução

Na eletrodinâmica clássica, os potenciais eletromagnéticos são meras construções matemáticas usadas para determinar campos eletromagnéticos, porém no contexto da mecânica quântica, os potenciais podem dar origem a efeitos quânticos mensuráveis, mesmo na ausência de campos.

Na mecânica quântica, os primeiros a discutirem fases topológicas foram, Yakir Aharonov e David Bohm (AHARONOV; BOHM, 1959). Em 1959, os autores publicaram um trabalho no qual investigaram a influência dos potenciais eletromagnéticos em regiões livres de campos através da análise de um padrão de interferência de partículas carregadas na presença de um solenóide muito longo, a partir

daí demonstraram que a função de onda das partículas adquire um fator de fase. Essa mudança de fase na função de onda ficou conhecida como efeito Aharonov-Bohm (AB).

O efeito Aharonov-Bohm é de interesse em áreas atuantes em linhas de fluxo em materiais magnéticos, e sua observação experimental foi descrita de forma independente por Chambers (CHAMBERS, 1960), Peshkin e Tonomura (PESHKIN; TONOMURA, 1991).

A experiência consiste de um feixe coerente de elétrons que se divide em duas partes em torno de um solenóide muito longo, e conseqüentemente, produz um campo magnético \vec{B} no seu interior, contudo, esse feixe transita em uma região na ausência de campo. Nessa região não há presença de campo magnético, mas a região possui potencial vetor não-nulo.

Ao passarem ao redor do solenóide, esperava-se que os elétrons não “sentiriam” a presença do campo magnético, e a força de Lorentz sobre a partícula fosse nula, uma vez que o campo produzido pelo solenóide estaria presente apenas no interior da mesma. Contudo, nota-se experimentalmente que o padrão de interferência dos elétrons é deslocado por um fator de fase que é proporcional à intensidade do fluxo magnético. Este efeito é detectado em um alvo, como mostra a Figura 1.

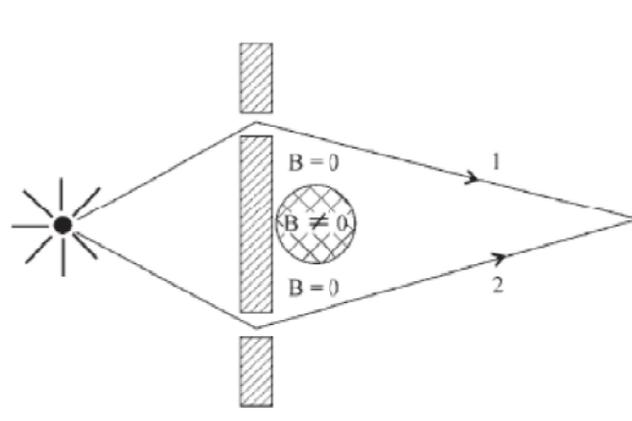


Figura 1 – Ilustração do efeito Aharonov-Bohm. Um feixe de elétrons divide e segue dois caminhos percorrendo regiões do espaço $\vec{B} = 0$, em seguida, o feixe se recombina no alvo formando um padrão de interferência (FERREIRA, 2004).

O experimento proposto por Aharonov e Bohm evidenciou que o potencial vetor pode ter efeito real em um cenário quântico, ao invés de um mero artifício matemático, como descrito no cenário clássico.

A presença do potencial vetor influencia a partícula de forma tal que apenas é percebida quando se realiza um estudo dessa dinâmica. De uma maneira geral dizemos que, a menos que haja interferência, as fases não serão observáveis, pois os observáveis são proporcionais aos módulos quadrados das funções de onda.

Classicamente, o potencial vetor era considerado um auxiliar matemático pelos físicos em geral, uma vez que os campos elétricos e magnéticos podem ser obtidos através do potencial vetor $\vec{A}(\vec{r}, t)$ e do potencial escalar $V(\vec{r}, t)$.

A segunda Lei de Maxwell, no diz que o divergente de um campo vetorial é nulo (Lei de Gauss para o Magnetismo), dada como:

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0, \quad (1)$$

assim, o campo magnético pode ser escrito na forma

$$\vec{B} = \vec{\nabla} \times \vec{A}, \quad (2)$$

onde $\vec{A} = \vec{A}(\vec{r}, t)$ é o potencial vetor. Substituindo a Equação (2), na Lei de Faraday, obtemos

$$\vec{\nabla} \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}, \quad (3)$$

de maneira a relacionar o campo elétrico \vec{E} com o potencial vetor \vec{A} :

$$\vec{\nabla} \times \vec{E} = -\frac{\partial(\vec{\nabla} \times \vec{A})}{\partial t} = -\vec{\nabla} \times \frac{\partial \vec{A}}{\partial t}, \quad (4)$$

ou seja,

$$\vec{\nabla} \times \vec{E} + \left(\vec{\nabla} + \frac{\partial}{\partial t} \right) \times \vec{A} = 0, \quad (5)$$

logo, obtemos

$$\vec{\nabla} \times \left(\vec{E} + \frac{\partial \vec{A}}{\partial t} \right) = 0. \quad (6)$$

Uma vez que o rotacional do campo expresso na equação anterior é nulo, concluímos que existe um potencial escalar $V = V(\vec{r}, t)$ que satisfaz a seguinte relação

$$\vec{E} + \frac{\partial \vec{A}}{\partial t} = -\vec{\nabla}V. \quad (7)$$

Dessa forma, o campo elétrico \vec{E} pode ser escrito em termos das derivadas de ambos os potenciais vetor $\vec{A}(\vec{r}, t)$ e escalar $V(\vec{r}, t)$

$$\vec{E} = -\vec{\nabla}V - \frac{\partial \vec{A}}{\partial t}. \quad (8)$$

Os potenciais $\vec{A}(\vec{r}, t)$ e $V(\vec{r}, t)$ devem satisfazer a condição de calibre ou gauge de Lorentz,

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{A} + \frac{\partial V}{\partial t} = 0. \quad (9)$$

Assim, a equação de movimento para uma partícula de carga q e com massa m sujeita a esses campos pode ser assim escrita

$$m \frac{d^2 \vec{r}}{dt^2} = q\vec{E} + q(\vec{v} \times \vec{B}), \quad (10)$$

conhecida como a Força de Lorentz.

Dessa maneira, em um cenário clássico, uma partícula carregada que viaja em uma região onde os campos são nulos, não deve sentir qualquer efeito de campos porque a força clássica agindo sobre ela é zero (JACKSON, John David, 1999).

2. Descrição quântica do fenômeno

Os potenciais desempenham um papel muito importante na mecânica quântica. De fato, o Hamiltoniano de interação com o campo eletromagnético é dado por (GRIFFITHS; SCHROETER, 2018)

$$\hat{H} = \frac{1}{2m} \left(-i\hbar \vec{\nabla} - \frac{q}{c} \vec{A} \right)^2 + V(\vec{r}, t), \quad (11)$$

onde m é a massa da partícula q é a carga, \vec{A} o potencial vetor magnético e $V(\vec{r}, t)$ o potencial escalar.

De acordo com a experiência, deve-se notar que o campo do solenóide, de raio R , pode

ser obtido a partir de um potencial vetor em coordenadas cilíndricas A_ϕ dado por

$$A_\phi = \frac{B}{2}r, \quad (r < R) \quad (12)$$

$$A_\phi = \frac{BR^2}{2r} = \frac{\Phi}{2\pi r}, \quad (r > R) \quad (13)$$

onde na segunda forma para $r > R$ utilizamos a definição de fluxo magnético $\Phi = \pi R^2 B$. Assim, teremos a seguinte componente de \vec{B} :

$$B_z = \frac{1}{r} \frac{\partial(rA_\phi)}{\partial r} = B, \quad r < R \quad (14)$$

$$B_z = \frac{1}{r} \frac{\partial(rA_\phi)}{\partial r} = 0, \quad r > R \quad (15)$$

Notamos que o campo magnético \vec{B} é nulo nas trajetórias dos elétrons, porém o potencial vetor é diferente de zero. A partir da expressão do Hamiltoniano descrita na Equação (11), podemos escrever a equação de Schorödinger na seguinte forma

$$\left[\frac{1}{2m} \left(-i\hbar\vec{\nabla} - \frac{q}{c}\vec{A} \right)^2 + V(\vec{r}, t) \right] \psi = i\hbar \frac{\partial\psi}{\partial t} \quad (16)$$

Por outro lado, as Equações (12) e (13), mostram que o potencial vetor é não nulo na região dos elétrons. A função de onda é dada por (I. C. FONSECA; K. BAKKE, 2015).

$$\psi(\vec{r}, t) = e^{ig}\psi'(\vec{r}, t), \quad (17)$$

onde

$$g(\vec{r}) = \frac{q}{\hbar c} \int_{r_0}^{\vec{r}} \vec{A}(\vec{r}') \cdot d\vec{r}'. \quad (18)$$

A diferença de fase acumulada na função de onda da partícula é calculada levando em conta as trajetórias 1 e 2 como mostra a Figura (1), assim:

$$\Delta S = S_2 - S_1 = \frac{q}{\hbar c} \left(\int_{C_2} \vec{A}(\mathbf{r}) \cdot d\vec{r} - \int_{C_1} \vec{A}(\mathbf{r}) \cdot d\vec{r} \right) = \frac{q}{\hbar c} \oint_C \vec{A}(\mathbf{r}) \cdot d\vec{r}. \quad (19)$$

Em outras palavras, o potencial vetor realiza uma influência sobre uma partícula carregada em uma região onde não há a presença de campos eletromagnéticos, através do surgimento de uma fase quântica na função de onda da partícula que é dada por (AHARONOV; BOHM, 1959):

$$\Delta S = \frac{1}{\hbar c} \oint q\vec{A} \cdot d\vec{r} = \frac{q}{\hbar c} \int_S (\vec{\nabla} \times \vec{A}) \cdot d\vec{s} = \frac{q}{\hbar c} \int_S \vec{B} \cdot d\vec{s} = \frac{q\Phi}{\hbar c} \quad (20)$$

onde q é a carga da partícula, Φ é o fluxo quântico Aharonov-Bohm. Assim, a Equação (20) descreve a diferença de fase entre as partículas que viajam pelos lados distintos do solenóide.

Embora o campo magnético \vec{B} exista apenas na região interna do solenóide, o potencial vetor \vec{A} que satisfaz a expressão dada na Equação (20), deve existir não só na região interna como também na região externa do solenóide, para qualquer calibre escolhido, pois o fluxo Φ é invariante de calibre. Dessa forma, a partícula carregada se encontra em uma região livre de forças e é afetada localmente apenas pela influência do potencial vetor. Por esta razão, o efeito Aharonov-Bohm é considerado como um efeito não local.

3. Considerações finais

Pode-se concluir que o Efeito Aharonov-Bohm foi uma descoberta bastante significativa para contribuição de um melhor entendimento sobre os potenciais no contexto da teoria quântica, especificamente quando tratamos do potencial vetor, que até então, era visto sob a concepção da mecânica clássica.

A partir da influência do efeito Aharonov-Bohm, outras fases geométricas quânticas foram evidenciadas também em sistemas mesoscópicos, como por exemplo, o

efeito Aharonov-Casher (AHARONOV; CASHER, 1984). O efeito Aharonov-Casher trata do surgimento de fase geométrica quântica na função de onda de uma partícula neutra em uma configuração onde não atuam forças clássicas sobre a partícula e é considerado o efeito análogo ao efeito Aharonov-Bohm.

Em particular, o Efeito Aharonov-Bohm tem atraído grande atenção em diversos contextos da Física Quântica, como por exemplo, em investigações do sistema Aharonov-Bohm confinado em um potencial tipo Coulomb. Potenciais tipos Coulomb tem sido objeto de estudo em diversos cenários da física da matéria condensada, como por exemplo, em estudos que trabalham com sistemas unidimensionais (P. GRIBI e E. SIGMUND, 1991), moléculas (S. M. IKHDAIR, B. J. FALAYE, e M. HAMZAVI, 2015), sistemas com massa dependente da posição [27–29] e o potencial Kratzer (M. R. SETARE e E. KARIMI, 2007).

Por outro lado, vale a pena mencionar estudos que tem abordado a obtenção de soluções de estados ligados quando uma partícula carregada está sob a influência de potenciais confinantes. Ao longo de uma descrição quântica neste sistema, nota-se o surgimento de uma fase geométrica quântica na função de onda do átomo, além do surgimento de correntes persistentes (ABINAEL B. OLIVEIRA and K. BAKKE, 2016; I. C. FONSECA and K. BAKKE, 2015).

Referências

ABINAEL B. OLIVEIRA and KNUT BAKKE, On the Landau system for an atom with no permanent electric dipole moment subject to a linear confining potential, *International Journal of Modern Physics A*, 31, 1650019 (2016).

AHARONOV, Y.; BOHM, D. Significance of electromagnetic potentials in the quantum theory. *Physical Review*, APS, v. 115, n. 3, p. 485, 1959.

AHARONOV, Y.; CASHER, A. Topological quantum effects for neutral particles. *Physical Review Letters*, APS, v. 53, n. 4, p. 319, 1984.

CHAMBERS, R. Shift of an electron interference pattern by enclosed magnetic flux. *Physical Review Letters*, APS, v. 5, n. 1, p. 3, 1960.

FERREIRA, G. L. Argumentando sobre a realidade dos potenciais. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, SciELO Brasil, v. 26, n. 1, p. 27–31, 2004.

GRIFFITHS, D. J.; SCHROETER, D. F. *Introduction to quantum mechanics*. [S.l.]: Cambridge University Press, 2018.

I. C. FONSECA and K. BAKKE, Quantum aspects of a moving magnetic quadrupole moment interacting with an electric field, *J. Math. Phys.* 56, 062107 (2015).

I. C. FONSECA and K. BAKKE, On an atom with a magnetic quadrupole moment subject to harmonic and linear confining potentials, Proc. R. Soc. A 471, 20150362 (2015).

JACKSON, John David. Classical electrodynamics, 1999.

M. R. SETARE and E. KARIMI. Algebraic approach to the Kratzer potential. Phys. Scripta, (2007).

PESHKIN, M.; TONOMURA, A. The aharonov-bohm effect. Indian Association for the Cultivation of Science, 1991.

P. GRIBI and E. SIGMUND. Exact solutions for a quasi-one-dimensional Coulomb-type potential. Phys. Rev. B, 44:3537, (1991).

S. M. IKHDAIR, B. J. FALAYE, and M. HAMZAVI. Nonrelativistic molecular models under external magnetic and AB flux fields. Ann. Phys. (NY), 353:282, (2015).

REÚSO DAS ÁGUAS TRATADAS EM LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO: UMA SOLUÇÃO SUSTENTÁVEL PARA O MUNICÍPIO DE MONTEIRO - PB.

REUSE OF THE WATERS TREATED IN STABILIZATION LAGOONS: A SUSTAINABLE SOLUTION FOR THE MUNICIPALITY MONTEIRO - PB.

Mariana Cunha Peres, Livia Maria de Medeiros Martins, Ramon Silva Menezes, Lucivânia Rangel de Araújo Medeiro.

UNIESP – Centro Universitário, Cabedelo, PB.

RESUMO

O presente trabalho traz o estudo de Soluções Sustentáveis para o Reúso das Águas Tratadas em Lagoas de Estabilização. Tal questão se demonstra oportuna pela necessidade de manutenção do meio ambiente e preservação da qualidade de vida aliados à crescente escassez hídrica, problemas que vêm afligindo grande parte da população mundial e que infelizmente ainda não contam com a atenção merecida de autoridades e profissionais da área. O estudo engloba a relevante importância do tema, alternativas viáveis e estudo de aplicabilidade à cidade de Monteiro – PB, bem como, a possibilidade de expansão para outros municípios do Estado da Paraíba, trazendo assim a oportunidade de um grande passo com relação ao saneamento no estado.

Palavras-chave: Escassez hídrica. Reúso de água. Sustentabilidade. Lagoas de Estabilização.

ABSTRACT

The present work brings the study of Sustainable Solutions for the Reuse of Treated Waters in Stabilization Ponds. This issue is proving relevant due to the need to maintain the environment and preserve the quality of life along with increasing water shortages - problems that have afflicted a large part of the world's population and which unfortunately do not yet have the deserved attention of authorities and professionals. The study encompasses the relevant importance of the theme, feasible alternatives and applicability study to the city of Monteiro - PB, as well as the possibility of expansion to other municipalities in the State of Paraíba, thus providing the opportunity for a major step towards sanitation in state.

Keywords: Water scarcity. Water reuse. Sustainability. Stabilization Ponds.

1. INTRODUÇÃO

Entre os elementos essenciais à manutenção de todas as espécies de vida existentes no planeta Terra, a água é considerada um dos principais (COSTA; BARROS JÚNIOR, 2005). Desde a década de 1980, mundialmente falando, a captação de água doce tem aumentado cerca de 1% ao ano, fato que se dá, principalmente, devido ao constante crescimento demográfico, à urbanização acelerada e ao aumento dos padrões de vida da população nos países em desenvolvimento (UNESCO, 2016).

No cenário hídrico brasileiro, observou-se que desde 2012 há uma gradativa e intensa redução dos índices pluviométricos em algumas regiões do país, dificultando significativamente a oferta de água para o abastecimento público (ANA, 2015).

Simultaneamente à crise hídrica, temos a deterioração da qualidade dos corpos de água, que influem diretamente na saúde e qualidade de vida da população, dos animais aquáticos, como peixes e das vegetações aquáticas e ribeirinhas (VERDE, 2016).

Tendo em vista questões de saúde pública e preservação ambiental, um importante aliado deve ser o tratamento de esgoto, que, quando bem adotado, permite obtenção de resultados transformadores (ANDRADE NETO, 1997). Sem tratamento adequado, o esgoto é prejudicial a rios, lagos, represas e mares por possuir excesso de sedimentos e micro-organismos que podem causar graves doenças à sociedade e desequilíbrio no ecossistema da região (VERDE, 2016).

Uma das técnicas mais simples e eficazes de tratamento de esgoto atualmente usada são as Lagoas de Estabilização, que são lagoas criadas artificialmente para funcionar como estações de tratamento de esgoto, onde a estabilização do material orgânico é realizada pela oxidação. Nestas lagoas podem ser usados processos químicos e/ou biológicos para reter a matéria orgânica e a partir de aí a água ser liberada para reúso, preservando o meio ambiente e evitando a proliferação de doenças (MENDONÇA, 2016).

O presente trabalho visa estudar soluções sustentáveis para o reúso das águas tratadas em lagoas de estabilização, buscando através de aspectos econômicos, sociais, técnico-ambientais, e referências práticas a viabilidade e potencialidade destas soluções.

A aplicabilidade destes resultados engloba melhorias em três grandes preocupações mundiais: escassez hídrica, tratamento de efluentes de esgotamentos sanitários e sustentabilidade.

Para comprovar a viabilidade das conclusões desse estudo, foi elaborado o plano de aplicação na cidade de Monteiro, situada no cariri paraibano. A cidade conta com o tratamento do esgoto sanitário através das lagoas de estabilização desde 1970, este sistema foi ampliado no ano de 2011, está em funcionamento com a ampliação em andamento. Os dados de eficiência obtidos juntamente à Companhia de Água e Esgotos do Estado da Paraíba - CAGEPA possibilitaram o estudo, sendo assim, se faz possível fornecer soluções para aplicabilidade do reúso de seus efluentes tratados.

O tratamento de esgotos da cidade escolhida tem grande importância para o Estado da Paraíba, pois é lá que se encontra a porta de entrada das águas da transposição do Rio São Francisco, então, caso sejam observados esgotos poluentes lançados indevidamente nestas águas, será gerado problemas ambientais e de saúde pública para a região, desta forma, torna-se notória a relevância de termos esgotos tratados que atendam os padrões de lançamento nesta região.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Sistemas de Tratamento de Esgotos

Vários são os tipos de tratamento que podem ser utilizados para o Sistema de Esgotos Sanitários. E este depende de fatores que devem ser analisados individualmente de acordo com as condições locais. O grau do tratamento e sua eficiência dependem diretamente do corpo receptor, das características do uso da água a jusante do ponto de lançamento, da capacidade de autodepuração e diluição do corpo de água, da legislação ambiental e das consequências dos lançamentos das águas residuais (VON SPERLING, 1996).

O processo de tratamento de esgotos deve ser simples e fácil de operar, não exigindo qualificações especiais para gerenciá-la, obedecendo ainda aos seguintes requisitos:

- Baixo custo de operação;
- Custo de implantação reduzido;
- Emprego de pouco ou nenhum equipamento mecânico.

Considerando as diretrizes supracitadas, segundo a Arco Projetos (PROJETOS, 2016), em termos de tratamento dos efluentes de esgotos, têm as principais alternativas explanadas a seguir:

- ✓ Tratamento através de lodos ativados e biofiltração: Método de tratamento complexo e intensamente mecanizado, de elevada eficiência, porém de alto custo.
- ✓ Lagoas facultativas fotossintéticas: Muito eficientes, de operação simples, sem equipamentos mecânicos e com baixos custos de construção e operação. Entretanto, somente pode ser implantada quando se dispõem de amplas áreas, preferencialmente planas.
- ✓ Lagoas anaeróbias: Possui menor eficiência se comparada a outros métodos, exigindo, porém, menor área para sua construção.
- ✓ Lagoas aeróbias mecanicamente aeradas: Nela, a oxigenação dos esgotos é proporcionada por aeradores mecânicos, sendo necessária a densidade de potência de 6 a 20 watts por metro cúbico de capacidade da lagoa; a eficiência é elevada, porém devido à intensa agitação proporcionada pelo equipamento de aeração, os sólidos suspensos não sedimentam e o efluente necessita decantação complementar.
- ✓ Lagoas facultativas mecanicamente aeradas: Nelas a densidade de potência dos aeradores é baixa - 1 a 2 Watts/m³, proporcionando fraca agitação de modo que os sólidos suspensos nos esgotos se depositam no fundo da lagoa. Geralmente se dispõe 2 a 4 lagoas em série, cada uma com períodos de retenção de 2 a 3 dias. A eficiência é elevada, porém permanecem as mesmas restrições do item anterior.
- ✓ Associação de lagoas anaeróbias e lagoas facultativas: É o método de tratamento mais recomendado em pequenas e médias instalações. Os sólidos suspensos

existentes nos esgotos e os flocos biológicos gerados na lagoa anaeróbia sedimentam na lagoa facultativa, obtendo-se assim efluente com baixa demanda bioquímica de oxigênio e teor de sólidos suspensos não excedente de 20 mg/l. Os lodos sedimentados sofrem digestão anaeróbia no fundo da lagoa, reduzindo-se conseqüentemente o seu volume; a retirada dos lodos se realiza a intervalos de vários meses, até anos. O efluente de lagoas facultativas não é recomendado para ser lançado em estuário.

- ✓ Reatores anaeróbios de fluxo ascendente através do leito de lodo ou manto de lodos: É um método moderno de depuração exigindo, porém, algum equipamento mecânico e operação cuidadosa. Contudo, as restrições de implantação são as mesmas das Lagoas Anaeróbias.

De modo geral, as estações de tratamento que estão ativas atualmente alcançam apenas o nível de tratamento secundário, mesmo que em muitas situações seja obrigatório que o tratamento tenha seu ciclo completo, ou seja, alcance também o nível terciário, pois ao fim do nível secundário, o efluente ainda possui nitrogênio e fósforo em quantidade, forma e concentração prejudiciais ao corpo receptor, originando o fenômeno de eutrofização, identificado através da intensa proliferação de algas.

2.2 Lagoas de Estabilização

Considerado o método de tratamento de esgoto mais simples que existe - do projeto à operação, as lagoas de estabilização consistem em tanques construídos artificialmente por escavações pouco profundas, cercados por taludes de terra. São projetadas para assegurar maior eficiência e economia que as lagoas naturais, ainda que os processos de depuração dos esgotos sejam os mesmos, ou seja, os processos da própria natureza. Possuem melhor desempenho quando projetadas em formas retangulares ou quadradas (PROJETOS, 2016).

As lagoas de estabilização podem ser projetadas para atender os mais diversos tipos de padrões de efluentes, tratam esgotos domésticos e grande variedade de resíduos industriais. Este sistema é a melhor e mais econômica solução para tratamento das águas residuais para reutilização na agricultura e aquicultura. Além disso, é o único sistema natural de tratamento de esgoto que pode cumprir as diretrizes da Organização Mundial

da Saúde (OMS) para irrigação irrestrita, sem necessidade de desinfecção adicional (MENDONÇA, 2016).

Três objetivos impulsionam o tratamento de esgoto através das lagoas de estabilização, que são eles (PROJETOS, Arco, 2011):

Remover das águas residuais a matéria orgânica que ocasiona a contaminação;

Eliminar micro-organismos patogênicos que representam grave perigo para a saúde;

Utilizar seu efluente para reúso.

Vantagens dos sistemas de lagoas de estabilização (MENDONÇA, 2016):

- Baixo custo;
- Não necessitam de componentes importados;
- Consumo energético nulo;
- Simples de serem construídos e operados;
- Confiáveis e fáceis de serem mantidos;
- Podem absorver aumentos bruscos de cargas hidráulicas ou orgânicas;
- Podem ser usados como sistemas reguladores para irrigação;
- Adaptam-se facilmente a variações sazonais;
- Podem tratar despejos industriais facilmente biodegradados (matadouros, laticínios, industrialização de frutas, etc);
- Têm elevada estabilização da matéria orgânica;
- Produzem efluente de alta qualidade com excelente redução de micro-organismos patogênicos.

As lagoas de estabilização dividem-se em quatro tipos, que são (ANDRADE NETO, 1997; MENDONÇA, 2016):

Lagoas anaeróbias: Objetiva oxidar compostos orgânicos complexos no início do tratamento. O processo de depuração anaeróbio nesta lagoa não requer penetração da luz na massa líquida, permitindo introdução de altas cargas orgânicas, não depende da ação da fotossíntese das algas, sendo possível construí-las com profundidades maiores que outras lagoas, reduzindo assim a área necessária e por não requerer penetração de

luz na massa líquida, não existem problemas com a turbidez da água, forte característica do esgoto bruto.

Lagoas facultativas: Nestas o processo ocorre sob condições anaeróbias. Atuam por meio da ação de algas e bactérias com influência da luz solar e fotossíntese. Este tipo de lagoa é responsável pela estabilização da matéria orgânica, onde parte desta matéria se transforma em células de algas e outra parte se transforma em produtos inorgânicos finais que saem no efluente. É o tipo mais usado e esse nome se dá devido às condições aeróbias mantidas na superfície, onde há liberação de oxigênio e as condições anaeróbias mantidas no fundo da lagoa, onde os sólidos sedimentáveis se acumulam e ocorre a decomposição da matéria orgânica. Podem receber águas residuais com ou sem tratamento prévio de sistemas urbanos de esgoto. Geralmente tem seu projeto associado a outros tipos de lagoa.

Lagoas de maturação: Projetadas para receber efluente das lagoas facultativas ou de outros processos de tratamento, com o intuito de melhorar a qualidade deste, reduzindo os coliformes termotolerantes (fecais), propiciando a morte dos micro-organismos patogênicos.

Lagoas estritamente aeróbias ou de alta taxa de degradação: Sua principal aplicação é a produção e colheita de algas, projetadas para tratamento de esgoto decantado e constituem um método para produção de proteínas que é de cem à mil vezes mais produtivo que a agricultura convencional. Possuem profundidades muito rasas – entre 0,3 e 0,5m. Deve ser usada apenas quando for viável o aproveitamento da produção de algas.

O desempenho do sistema de lagoas de estabilização é afetado diretamente pelas condições hidráulicas e biológicas destas. Muitos destes fatores são analisados desde a concepção do projeto, outros, ainda que não controláveis pelo homem, também devem ser considerados e analisados de acordo com a região, que são os fatores meteorológicos, como vento, temperatura, precipitação pluviométrica, radiação solar e evaporação. Além destes, devem ser consideradas também as variações locais, como infiltrações e características do esgoto que recebe o tratamento. A minimização dos impactos causados por estes fatores se dá na escolha adequada do sistema de lagoas e de sua localização.

3. METODOLOGIA

O conhecimento da temática deu-se a partir da realização de estudos feitos através de pesquisas bibliográficas, a fim de conhecer a necessidade, viabilidade e potencialidade das soluções sustentáveis para o reúso das águas tratadas nas lagoas de estabilização.

A busca por dados de qualquer natureza exige que sejam feitas pesquisas através de diversas fontes e meios. Objetivando aglutinar informações legais e técnicas que compõem a elaboração do objeto de estudo, foram realizadas pesquisas diretas e indiretas junto a entidade estadual de controle ambiental, e de prestadores de serviços de saneamento.

Com dados devidamente coletados, foi efetuada a análise destes, visando melhor compreensão de aspectos técnico-funcionais. Esta análise tornou-se essencial para ampliação dos conhecimentos acerca do tema e auxílio na elaboração de conclusões plausíveis para o presente estudo.

Com o material supracitado pode-se analisar todas as fases do sistema de lagoas de estabilização, apontando suas limitações e determinações impostas pelas legislações vigentes.

Com isso foram definidas as diretrizes das soluções adotadas, e foi possível concretizar a elaboração da proposta final de aplicabilidade de uma solução sustentável para o reúso das águas tratadas nas lagoas de estabilização.

Esta aplicabilidade foi estudada com base em dados reais e objetiva expor a capacidade prática de melhoria do sistema de esgotamento sanitário e aumento da disponibilidade de fontes hídricas alternativas.

Para melhor entendimento desta aplicação, foi estudado o caso diretamente na cidade de Monteiro – PB, cujo sistema já se encontra em funcionamento e juntamente à CAGEPA, foi possível ter acesso a todos os relatórios de eficiência das lagoas de estabilização dos últimos anos.

4. RESULTADOS

4.1 A cidade de Monteiro

O município de Monteiro está localizado no Cariri Paraibano, especificamente na Microrregião Monteiro e na Mesorregião Borborema do Estado da Paraíba. Sua área é de 986 km² representando 1.7476% do Estado e 0.0116% de todo o território brasileiro.

A sede do município tem uma altitude aproximada de 599 metros distando 263,1 Km da capital. O acesso é feito, a partir de João Pessoa, pelas rodovias BR 230/BR 412, cuja posição geográfica é possível ser identificada na Figura 1.

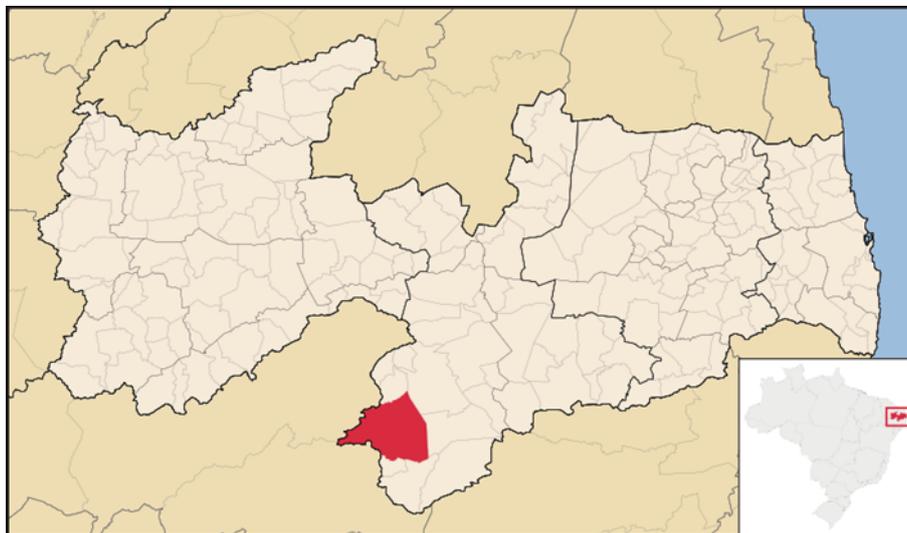


Figura 1: Mapa de Localização de Monteiro.
Fonte: Wikipedia

4.2 Critérios para a escolha do local

Para a escolha do local a ser aplicado o estudo, foram adotadas algumas importantes diretrizes, tais como:

Possuir sistema de tratamento de esgotos em funcionamento e através de lagoas de estabilização;

Relevância da qualidade da água para o Estado da Paraíba;

Possuir dados disponíveis para que o estudo possa ser realizado;

Possibilidade viável de ser exemplo para as demais cidades do Estado que possuem o mesmo Sistema de Tratamento de Esgoto.

Após pesquisa feita junto à CAGEPA e à Arco Projetos e Construções Ltda., verificou-se que a cidade de Monteiro se encaixa em todos os critérios supracitados e ficou definido que esta cidade seria o objeto de estudo ideal para pesquisa realizada.

4.3. A importância das águas da cidade de Monteiro

Devido a sua localização geográfica, o município passou a ser uma das portas de entrada das águas da Transposição do Rio São Francisco, através do Eixo Leste, que vem do Estado de Pernambuco.

Ao chegar na cidade de Monteiro as águas do Eixo Leste passam por uma estação de tratamento de águas e será dividida em dois canais.

Este privilégio de ser a primeira cidade da Paraíba a receber as águas do Rio São Francisco, traz também, uma grande responsabilidade, pois as águas que passam ali devem permanecer limpas, sem poluentes, para que chegue com qualidade às demais localidades, caso contrário, as águas da região sofreriam as consequências nos setores de abastecimento de água, saúde e qualidade de vida, por isso, é notória a relevância de ter-se um esgoto que esteja adequado aos padrões de lançamento.

4.4 Tratamento de esgotos da cidade de Monteiro

A operação, manutenção e comercialização dos serviços de água e esgotos da cidade de Monteiro estão a cargo da Companhia de Água e Esgotos da Paraíba – CAGEPA, através da Gerência da Borborema.

A CAGEPA detém a concessão do Sistema de Água e Esgoto Sanitário do Município de Monteiro através dos seguintes documentos institucionais:

- Lei Municipal nº 363 de 28 de janeiro de 1969;
- Contrato desde o ano de 1969;

A CAGEPA implantou na década de 1970 um sistema de coleta de esgotos com rede coletora convencional, com uma estação elevatória final e tratamento realizado através duas lagoas anaeróbicas e duas lagoas facultativas, em paralelo com cada uma das lagoas anaeróbicas, os efluentes depois de tratados são lançados a montante da barragem São José, causando poluição e eutrofização da citada Barragem.

Nas residências que não estão interligadas ao sistema de coleta predominam as soluções individuais que seriam as fossas sépticas. Como a região possui um terreno argiloso, seguido de uma camada de rocha em decomposição, as fossas sépticas rapidamente ficam cheias, terminando por lançar os efluentes nas sarjetas e canais a céu aberto, poluindo assim o rio Tingüi, afluente do Rio Paraíba.

Na década de 1990 a CAGEPA realizou uma pequena ampliação na rede coletora existente com diâmetro mínimo de 150 mm e o tratamento passou a ser feito através de uma fossa séptica de grande dimensão que atualmente não oferece a eficiência necessária para ser aproveitada.

Este sistema foi ampliado no ano de 2011, com o projeto desenvolvido para o Programa CAGEPA/BNDES e elaborado pela Arco Projetos e Construções Ltda, e está em funcionamento com a ampliação em andamento, beneficiando uma população de projeto estimada em 25.320 habitantes.

A Figura 2, a seguir, mostra diversas etapas do sistema de tratamento de esgoto da cidade de Monteiro.



Lagoa de Estabilização Anaeróbia



Lagoa de Estabilização Facultativa



Lagoa de Estabilização Facultativa



Lagoa de Estabilização Anaeróbia, observando-se que a lagoa não foi limpa há muito tempo



Lagoa de Estabilização Facultativa, vendo-se o crescimento de vegetação no revestimento interno dos taludes e na crista.



Entrada de esgotos na Lagoa de Estabilização Anaeróbia, observando-se a falta de limpeza da vegetação no talude interno da lagoa



Figura 2: Fotos do Sistema de Tratamento de Esgotos da Cidade de Monteiro - PB.

Fonte: Arco Projetos, 2016.

Atualmente, os esgotos coletados através da rede coletora de Monteiro são levados até a Estação de Tratamento de Esgoto, constituída de 2 lagoas anaeróbias, 3 facultativas e 1 de maturação. Para melhorar a eficiência do sistema de lagoas foi indicada a construção de chicana para que a lagoa de maturação funcione com fluxo de pistão.

4.5. Eficiência do sistema atual de esgotos da cidade de Monteiro

Sob o constante monitoramento da Companhia de Águas e Esgotos da Paraíba – CAGEPA, as lagoas de estabilização têm apresentado, ao longo dos anos, uma eficiência considerada muito satisfatória.

Baseada em dados fornecidos pela concessionária, temos os seguintes resultados acerca do desempenho da Estação de Tratamento de Esgotos de Monteiro:

Lagoa Anaeróbia

- ⊗ Vazão média 49,89 l/s (4.311 m³/dia);
- ⊗ Número de Lagoas Anaeróbias 2;
- ⊗ DBO média do esgoto afluente 365 mg/l;
- ⊗ DBO média do esgoto efluente 109 mg/l;
- ⊗ Período de retenção do esgoto 1,5 dias;
- ⊗ Temperatura Ambiente 27 °C;
- ⊗ Profundidade útil 3,20 m;
- ⊗ Largura média 25,00 m;
- ⊗ Comprimento médio 41,00 m;
- ⊗ Área útil da unidade de tratamento 1.025 m²;
- ⊗ Carga orgânica volumétrica 240 g/m³;
- ⊗ Produção de lodo 26 m³/ano;
- ⊗ Altura média de lodo 0,01 m;
- ⊗ Eficiência prevista na remoção de DBO 70 %;

Normalmente, a limpeza do lodo das lagoas anaeróbias variam de 2 a 5 anos, e só deve ser feita quando a lagoa está com a metade do seu volume preenchido. O lodo é secado a céu aberto, nas proximidades da lagoa de estabilização e, posteriormente, utilizado como adubo.

Lagoa Facultativa

- ⊗ Número de Lagoas facultativas 3;
- ⊗ Vazão média 49,89 l/s (4.311 m³/dia);
- ⊗ DBO média do esgoto afluente 109 mg/l;
- ⊗ DBO média do esgoto efluente 27,66 mg/l;
- ⊗ Período de retenção do esgoto 7 dias;
- ⊗ Temperatura Ambiente 27 °C;
- ⊗ Profundidade útil 2,00 m;
- ⊗ Largura média 35,00 m;

- ⊗ Comprimento médio 104,00 m;
- ⊗ Área útil da unidade 3.640 m²;
- ⊗ Carga orgânica superficial 1,296 g/m³;
- ⊗ Eficiência prevista na remoção de DBO 75 %;

Lagoa de Maturação

- ⊗ Número de Lagoas de Maturação 1;
- ⊗ Tipo Fluxo em Pistão;
- ⊗ Relação L/B 7,07;
- ⊗ Número de Chicanas 1;
- ⊗ Vazão média 49,89 l/s (4.311 m³/dia);
- ⊗ DBO média do esgoto afluente .27,66 mg/l;
- ⊗ Período de retenção do esgoto 7 dias;
- ⊗ Profundidade útil 1,50 m;
- ⊗ Largura média adotada 107,00 m;
- ⊗ Comprimento médio adotado 189,00 m;
- ⊗ Área útil da unidade de tratamento 20.223 m²;
- ⊗ Carga orgânica superficial 233 g/m³;
- ⊗ Eficiência prevista na remoção de DBO 75 %;
- ⊗ DBO média do esgoto efluente 1,44 mg/l;

Eficiência do Sistema de Tratamento

- ⊗ Eficiência total do sistema na remoção de DBO 99,60%
- ⊗ Eficiência total do sistema na remoção de coliformes 99,999998%
- ⊗ DBO média do esgoto efluente 1,44 mg/l;
- ⊗ Concentração de coliformes no efluente 1 CF/100ml;

4.6. Solução final para a cidade de Monteiro

Percebendo a importância da cidade de Monteiro para o fluxo das águas no Estado da Paraíba, deve-se cuidar, também, do seu tratamento de esgoto, pois a

qualidade final dele e sua destinação podem interferir diretamente na qualidade de vida da população de todo o estado.

Nos itens acima estudados foi possível conhecer o sistema atual de tratamento de Esgoto da cidade e seu desempenho, que é, considerado eficiente.

Com base nos estudos anteriores, entre soluções de reúso viáveis, temos como a mais vantajosa o reúso dos efluentes para fins agrícolas.

O esgoto doméstico, quando devidamente tratado, é composto de 99,93% de água e em áreas onde há escassez hídrica, é de grande valia o reúso para fins agrícolas, que requer grande quantidade de água sem possibilidade de reúso, devido à evapotranspiração (MENDONÇA, 2016).

Além disso, a água proveniente do tratamento de esgotos nas lagoas de estabilização, ainda que limpas, possuem nutrientes que comprovadamente auxiliam na produção agrícola.

A fertilização nitrogenada recomendada às plantações oferece desempenho similar ou até mesmo inferior à quantidade de nitrogênio aplicado no solo com irrigação proveniente do esgoto sanitário (MENDONÇA, 2016), mostrando assim uma das grandes vantagens do reúso agrícola.

Com base nos estudos elaborados, conclui-se que a aplicação ideal para o reúso da água tratada nas Lagoas de Estabilização da cidade de Monteiro – PB é a implantação de estações de mudas agrícolas às margens do Rio São Francisco para que as águas de reúso pudessem ser destinadas à irrigação destas estações. As vantagens desta aplicação são:

- As águas da Transposição do Rio São Francisco não receberiam águas residuais tratadas, tendo assim, seu ecossistema protegido, sem poluentes lançados no solo e no ambiente aquático;
- Geração de renda para o município através das estações de mudas, que podem ser comercializadas;
- Produtividade agrícola satisfatória na região;

- Manutenção da agricultura sem diminuição dos recursos de água doce disponíveis;
- Aumento da biodiversidade da região;
- Minimização dos problemas causados pela escassez hídrica na região;
- Ampliação da área verde local, contribuindo assim para a qualidade do ar e ecossistema.

Considerando os resultados de desempenho das lagoas de estabilização da cidade de Monteiro, fornecidos pela CAGEPA, para destinar as águas para o reúso os passos necessários são:

1º Passo: Definição da área

Definição das áreas às margens do Rio Paraíba, que recebe as águas da Transposição do Rio São Francisco, para serem implantadas as Estações de mudas.

Atualmente, o sistema existente, construído desde a década de 1970, fica bem próximo às margens do Rio. Por isso, a adaptação do sistema para que fosse implantada a irrigação ocorrerá de forma econômica e prática.

Caso seja necessário, é viável a utilização de um sistema de irrigação que conte com o auxílio de motor bomba.

Algumas normas devem ser respeitadas para a implantação da área de plantio. Segundo Coelho (2014), de acordo com o código florestal, temos que:

Rio < 10 metros de largura: Área de plantio deve ficar a mais de 30 metros de distância do rio;

Rio > 10 metros de largura: Área de plantio deve ficar a mais 50 metros de distância do rio.

Rio > 50 metros de largura: Área de plantio deve ficar a mais de 100 metros de distância do rio.

2º Passo: Escolha das mudas

É importante que seja feita a escolha correta das mudas, para que estas possam dar frutos e/ou atender às expectativas de trazer melhorias para a região.

Entre as espécies indicadas, destaca-se o plantio de capim elefante, usado para alimentação do gado e plantas frutíferas, como umbu.

3º Passo: Destinar as águas tratadas para a irrigação

Por fim, é necessário fazer uma intervenção no destino das águas provenientes da Estação de Tratamento de Monteiro.

Atualmente estas águas são descarregadas diretamente no corpo de água receptor, que é o Rio Paraíba, já com águas da transposição do Rio São Francisco.

A partir de então, a proposta é que esta água seja distribuída para as estações de mudas através de canais de irrigação projetados às margens do Rio Paraíba.

Entre os sistemas de irrigação existentes tem-se o sistema Gotejamento, uma solução prática e econômica financeiramente, que além disso, apresenta economia de água frente aos outros sistemas de irrigação existente.

Como o sistema de irrigação por gotejamento não molha as folhas, seu uso para irrigação com água residual é ideal, permitindo assim que os nutrientes dessas águas cheguem à plantação sem contaminar as plantas frutíferas que são comercializadas e hortaliças, permitindo assim que as mudas sejam comercializadas.

Na Figura 3 apresenta-se um fluxograma com o passo a passo para o reúso do efluente de lagoas de estabilização.



Figura 3: Resumo da solução sustentável para o reúso de águas tratadas em lagoas de estabilização.

Fonte: Acervo pessoal, 2016.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho consiste na elaboração de estudos de Soluções Sustentáveis para o Reúso das Águas Tratadas em Lagoas de Estabilização. O tema foi escolhido em decorrência da atual necessidade de manutenção do meio ambiente e preservação da qualidade de vida aliados à crescente escassez hídrica - problemas que vêm afligindo grande parte da população mundial e que, infelizmente, ainda não contam com a atenção merecida de autoridades e profissionais da área.

Devido aos princípios sustentáveis que devem ser seguidos, as soluções são simples e facilmente aplicáveis. Como modelo, foi usada a cidade de Monteiro - PB devido à importância das suas águas para a região. Porém, o presente estudo tem capacidade de ser aplicado em 51 municípios localizados na mesma região, todos no Estado da Paraíba, que conforme dados fornecidos pela Arco Projetos, todos estes possuem um sistema de tratamento de esgotos projetado com lagoas de estabilização. Estes municípios referidos são, em geral, regiões próximas à cidade de Monteiro, com problemas e clima semelhantes, sendo exigido apenas a análise dos dados de eficiência

das lagoas de estabilização de cada município, estudo de áreas para a implantação das estações de mudas e aplicação do sistema de irrigação.

Com estas soluções em mãos e o estudo de aplicabilidade para a cidade de Monteiro, torna-se possível dar um grande passo com relação ao saneamento na Paraíba, pois, se executado, nos dá certeza de melhoria da qualidade de vida da população devido ao reúso adequado de efluentes e ao aumento de áreas verdes em meio ao clima árido da Paraíba, assim como oferece confiança de manutenção das atividades agrícolas mesmo em meio à crise hídrica que se encontra instalada na região.

REFERENCIAS

ANA, Agência Nacional das Águas. Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil: Informe 2015. ANA: Brasília – DF, 2015.

ANDRADE NETO, Cícero Onofre de. Sistemas Simples para Tratamento de Esgotos Sanitários: Experiência Brasileira. Rio de Janeiro: ABES, 1997.

CAGEPA. Sistemas de Esgoto Sanitário. Disponível em: <http://www.cagepa.pb.gov.br/>. Acesso em: 21 de maio de 2016.

COELHO, Eugenio Ferreira, et al. Sistemas e manejo de irrigação de baixo custo para agricultura familiar, Cruz das Almas, BA : Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2014.

COSTA, Djelson Mateus Alves; BARROS JÚNIOR, Antônio Carlos. Avaliação da necessidade do reúso de águas residuais. CEFET- RN, 2005.

VON SPERLING, M. Princípios básicos do tratamento de esgotos - Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Belo Horizonte, UFMG. v.2. 1996.

MENDONÇA, Sérgio R.; MENDONÇA, Luciana C. Sistemas Sustentáveis de Esgotos. São Paulo: Blucher, 2016.

PROJETOS, Arco. Projeto Básico da cidade de Monteiro. João Pessoa, 2010.

RAZUK, Fernando. Sustentabilidade na Construção Civil. Disponível em: <http://construironordeste.com.br/>. Acesso em: 15 de abril de 2016.

UNESCO. Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos. UNESCO: 2016.

VERDE, Pensamento. Importância do tratamento de esgoto doméstico. Disponível em: <http://www.pensamentoverde.com.br/meio-ambiente/importancia-tratamento-esgoto-domestico/>. Acesso em: 25 de setembro de 2016.

WIKIPEDIA. Monteiro. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Monteiro>. Acesso em: 20 de novembro de 2016.

