



Bioenergia em Revista: Diálogos

Bioenergia em Revista: Diálogos

ano 9 | n. 1 | jan.2019 /jun.2019 | ISSN: 2236-9171



Bioenergia em Revista: Diálogos

ISSN: 2236-9171

Bioenergia em Revista: Diálogos | publicação semestral | Piracicaba
ano 9 | n. 1 | jan. / jun. 2019

Governador do Estado de São Paulo

João Doria Jr.

Secretario de Desenvolvimento Econômico, Ciência e Tecnologia

Patrícia Ellen da Silva

Diretora Superintendente do Centro “Paula Souza”

Laura Laganá

Diretor do CESU

Rafael Ferreira Alves

Diretor da Faculdade de Tecnologia de Piracicaba Dep. “Roque Trevisan”

José Alberto Florentino Rodrigues Filho

Editoria

Filomena Maria Formaggio

Suzana Comin – estagiária

Fabiano Trindade F. Santos - estagiário técnico-informática

Editores de Seção

Profª Drª Filomena Maria Formaggio – Fatec Piracicaba

Prof. Dr. Luis Fernando Sanglade Marchiori – ESALQ-USP e Fatec Piracicaba

Prof. Dr. Paulo Cesar Doimo Mendes – Fatecs de Piracicaba e Itapetininga, EEP

Prof. Dr. Fernando de Lima Camargo – Fatec Piracicaba, EEP

Prof. Msc. Fabio Augusto Pacano – Fatec Piracicaba, CNEC Capivari-SP

Profa Msc. Luciana Fischer – Fatec Piracicaba e PUCCampinas-SP

Profª Dra. Érika Gutierrez – Fatec Piracicaba

Profª Msc. Angela de F. Kanesaki Correia – Fatec Piracicaba, UNIMEP

Bel. e Tecnólogo Mauricio D. C. Pinheiro – Fatec Piracicaba

Comissão Editorial

Filomena Maria Formaggio - Fatec Piracicaba

Vanessa de Cillos Silva - Fatec Piracicaba

Paulo Cesar Doimo Mendes - Fatec Piracicaba

Marcia Nalesso Costa Harder - Fatec Piracicaba

Fabio Augusto Pacano - Fatec Piracicaba

Maria Helena Bernardo

Bioenergia em Revista: Diálogos • Rua Diácono Jair de Oliveira, 651 • Bairro Santa Rosa

CEP: 13.414-155 • Piracicaba / SP • Telefone: [+55 19] 3413-1702

e-mail: bionergia.r.dialogos@gmail.com

www.fatecpiracicaba.edu.br/revista

Conselho Editorial

José Alberto Florentino Rodrigues Filho – Fatec Piracicaba
Daniela Russo Leite – Fatec Araraquara
Gisele Gonçalves Bortoleto - Fatec Piracicaba
Eliana Maria G. Rodrigues de Siqueira – Fatec Piracicaba
Daniela Defavari do Nascimento – Fatec Piracicaba
Regina Movio de Lara – IESCAMP/SP
Siu Mui Tsai Saito - Cena – USP
Raffaella Rossetto - APTA - polo regional Centro-Sul
Ada Camolesi - FIMI Mogi Mirim
Marly T. Pereira - ESALQ-USP
Vitor Machado – UNESP Bauru
Adolfo Castillo Moran - Cordoba, Ver. Mexico
Gregorio M. Katz - San Miguel de Tucuman Argentina
Guilherme A. Malagolli - Fatec Taquaritinga
Murilo Melo - ESALQ-USP
Angelo Luis Bortolazzo – Centro Paula Souza
Jorge Corbera Gorotiza - San Jose de Las Lajas - La Habana - Cuba

Bioenergia em Revista: Diálogos (ISSN 2236-9171) é uma publicação eletrônica semestral vinculada a Faculdade de Tecnologia de Piracicaba “Dep. Roque Trevisan” e a Faculdade de Tecnologia de Araçatuba (Fatecs).

Objetivo: publicar estudos inéditos, na forma de artigos e resenhas, nacionais e internacionais, que contribuam ao debate acadêmico-científico, além de estimular a produção acadêmica nos níveis da graduação e pós-graduação.

Os artigos são de responsabilidade exclusiva dos autores. É permitida sua reprodução, total ou parcial, desde que seja citada a fonte.

Bioenergia em Revista: Diálogos / Fatec - Faculdade de Tecnologia de Piracicaba /
Faculdade de Tecnologia de Araçatuba. - - Piracicaba / Araçatuba, SP: a Instituição, desde 2011.
v. Semestral - ISSN 2236-9171

1. Ciências Aplicadas / Tecnologia- periódico I.

Bioenergia em Revista: Diálogos II. Fatec -

Faculdade de Tecnologia de Piracicaba “Dep. Roque Trevisan” / Faculdade de Tecnologia de Araçatuba

Bioenergia em Revista: Diálogos • Rua Diácono Jair de Oliveira, 651 • Bairro Santa Rosa
CEP: 13.414-155 • Piracicaba / SP • Telefone: [+55 19] 3413-1702
E-mail: bioenergia.r.dialogos@gmail.com
www.fatecpiracicaba.edu.br/revista

Sumário

6 Apresentação

8 Chamada de Artigos

09 Exploração de crocodilianos no Brasil: sistemas de produção e recursos humanos

Nogueira, Weslen Vilar; Dias, Maria Irenilda de Souza; Hurtado, Fernanda Bay; Pontuschka, Rute Bianchini

33 Ambiência para bovinocultura de leite em clima tropical

Scatolon, Juliana Domingues; Gutierrez, Erika Maria Roel; Godinho, Angela Madalena Marchizelli; Martins, Moises da Silva; Marques, Tadeu Alcides

48 Caracterização dos nutrientes em levedura (*saccharomyces cerevisiae*) submetida a liofilização

França, Tamires; Prada, Marcos Henrique

62 Gestão do aproveitamento de resíduos recicláveis e não recicláveis de um condomínio – estudo de caso

Mazzonetto, Alexandre Witier; Gentil, Maria Cláudia Garcia; Marchetti, Rebeca

84 Potencial de geração de biogás a partir de resíduos sólidos urbanos da região noroeste paulista por diferentes modelos técnicos de previsão

Silva, Thaise Fernanda da; Freitas, Irene Rodrigues

97 Análise do aproveitamento da energia das ondas no Brasil com ênfase no litoral de Angra dos Reis

Reis, W. A.; Boley, R. M. A.; Madeira, J. G.; Pereira, A. L.; Santos, L. F. dos

122 Da produção de teares à maior montadora do mundo – pontos chaves da Toyota

Mazzonetto, Alexandre Witier; Amaral, Lucas do

Apresentação

Bioenergia em Revista: Diálogos, publicação da Faculdade de Tecnologia de Piracicaba Dep. “Roque Trevisan” oferece à comunidade acadêmico-científica mais um número objetivando a apresentação e discussão de temas atinentes à pesquisa, inovação e ao diálogo com todas as áreas do conhecimento, elementos imprescindíveis e constituidores à formação científico-tecnológica.

Nesse sentido, o presente número traz à reflexão importantes temas que envolvem as áreas de abrangência deste periódico e inicia com uma discussão acerca da “Exploração de crocodilianos no Brasil: sistemas de produção e recursos humanos”. Apontam os autores que o Brasil apresenta condições privilegiadas para o desenvolvimento e utilização sustentável de animais silvestres que apresentem alto potencial econômico. A criação e manejo de crocodilianos é uma realidade em diversas partes do país, sendo a atividade estabelecida dentro dos padrões legais regulamentados pelo IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). Neste contexto, o objetivo do artigo visa a compilar dados quanto à exploração de crocodilianos (*Ordem Crocodylia*) no Brasil, abordando sistemas de manejo, peculiaridades da cadeia crocodiliana e seus produtos.

No âmbito das discussões voltadas aos estudos agrônômicos, o artigo ‘Ambiência para bovinocultura de leite em clima tropical’ propõe uma discussão acerca da avaliação do desempenho térmico de uma edificação rural e a influência da temperatura, e umidade relativa do ar (UR) na produção do leite no município de Anhumas no Estado de São Paulo – Brasil. Foram utilizadas duas metodologias, uma qualitativa baseada nas características arquitetônicas da construção, como: a técnica construtiva, o sentido de implantação da sala de ordenha (Norte-Sul), as formas de aberturas, a direção dos ventos predominantes e o cálculo de desempenho térmico de edificações e, outra, quantitativa através de um termo higrômetro, no interior da sala de ordenha, e aferida a temperatura e umidade relativa do ar no período da manhã e da tarde. Concluiu-se que a edificação apresentou altas temperaturas e baixa UR no período da tarde, influenciada pela condutividade térmica dos materiais construtivos e posicionamento das aberturas para ventilação e iluminação, além de ficar demonstrado que as altas temperaturas e a baixa umidade relativa do ar estão relacionadas com a queda na produção da tarde.

O artigo ‘Caracterização dos nutrientes em levedura (*saccharomyces cerevisiae*) submetida a liofilização’ – voltado à área de Alimentos, aponta que a biomassa de levedura constitui excelente fonte de proteínas, que, devido às características não-patogênicas, são possíveis de serem utilizadas na alimentação animal e até mesmo humana, como biomassa proteica ou bioproteínas. Neste contexto, objetivou-se quantificar os nutrientes em uma levedura utilizada na produção de cerveja artesanal. Amostras da biomassa da levedura *Saccharomyces cerevisiae* foram coletadas em uma cervejaria artesanal da cidade de Piracicaba-SP, sendo submetida a purificação por meio de sucessivas lavagens e, em seguida, a liofilização por 96 horas. Os minerais foram quantificados por espectrometria atômica de chama determinando os compostos fósforo, potássio, sódio, cálcio, magnésio, alumínio e ferro sendo que o resultado obtido apresentou quantidades significativas de todos os compostos analisados.

Envolvendo a área ambiental, o artigo “Gestão do aproveitamento de resíduos recicláveis e não recicláveis de um condomínio” lembra que o lixo ou resíduo sólido é um problema para a sociedade, desde a coleta, tratamento e a destinação final do mesmo. Os resíduos provenientes das atividades humanas produzem problemas sociais e sanitários, por isso leis foram criadas para regulamentarem o destino adequado para os resíduos. O resíduo sólido não precisa ser apenas um problema de difícil solução, mas pode ser uma fonte de recursos e matéria prima. Neste sentido, o presente trabalho buscou pesquisar um condomínio de apartamentos no município de Piracicaba/SP. Coletaram-se amostras de resíduos ao longo dos dias úteis do mês de março 2018, com o objetivo de separar e mensurar os tipos de resíduos - recicláveis e não recicláveis. As quantidades levantadas possibilitaram estimativas de uma potencial economia mensal reciclando plástico, metal, vidro e *tetra pak*; os resíduos não reciclados poderiam gerar 7.069 kW.h por mês de energia elétrica ou uma economia de R\$ 4.760,33 por mês, concluindo-se que é vantajoso para o condomínio separar, tratar e utilizar o resíduo gerado como fonte de energia.

Importantes temas envolvendo as questões relativas à energia tem sido objeto de inúmeras discussões. Nessa perspectiva o artigo “Potencial de geração de biogás a partir de resíduos sólidos urbanos da região noroeste paulista por diferentes modelos técnicos de previsão” aponta que, o biogás, mistura de gases gerados a partir da decomposição anaeróbica de material orgânico, depende do teor de gás metano em sua composição, sendo diretamente utilizado na produção de energia elétrica ou mecânica através da queima. Nesse contexto, o artigo resulta de um estudo sobre os aspectos técnicos, que estão associados à captação do biogás e o seu aproveitamento a partir dos resíduos sólidos urbanos. Estimou-se a produção de biogás, utilizando modelos técnicos de estimativa como ferramenta de previsão do volume de metano. Para isso foi considerado como objeto de estudo os aterros sanitários da região noroeste paulista no período de 2015-2016. Ao avaliar os resultados obtidos pelos diferentes métodos de previsão de biogás, os modelos apresentados mostraram diferenças entre os valores obtidos devido aos parâmetros adotados indicando que os modelos podem ser usados como um pressuposto para a avaliação da viabilidade de geração de gás metano.

Na sequência, o artigo “Análise do aproveitamento da energia das ondas no Brasil com ênfase no litoral de Angra dos Reis” apresenta situações e análises sobre a viabilidade para implementação de uma forma de energia limpa e renovável e com amplo potencial teórico a ser explorado: a energia oceânica. Em seu contexto, existem diversas formas de se aproveitar as energias dos oceanos para conversão em energia elétrica: através das marés, correntes marítimas, gradientes de temperaturas e as ondas, este último será o assunto abordado no referido trabalho. Foram realizadas análises no Brasil e no mundo em relação às tecnologias utilizadas para a conversão, mostrando empresas que atuam na área do aproveitamento da energia das ondas e no desenvolvimento de protótipos. Pretende-se discutir se há ou não formas de se aproveitar a energia das ondas no litoral do município de Angra dos Reis, sul do estado do Rio de Janeiro, apresentando dados, comparações e ideias.

Finalizando a presente edição, o artigo “Da produção de teares à maior montadora do mundo – pontos-chaves da Toyota” fundamenta-se em uma ampla revisão bibliográfica tendo a finalidade de mostrar como uma empresa que produzia teares no início do século 20 para a *Toyota Motor Company* tornou-se uma das maiores montadoras de automóveis do mundo. Fez-se uma contextualização histórica relatando os acontecimentos que levaram a essa mudança de

paradigma, tendo como foco o período anterior e posterior à Segunda Guerra Mundial. Apresentam-se as vantagens da metodologia de produção criada pela *Toyota*, que seria conhecida mundialmente como Sistema Toyota de Produção (STP), e abordam alguns de seus princípios – criados para suprir suas necessidades ao longo de sua história. O trabalho mostra os resultados que o STP trouxe à organização e em sua posição no mercado mundial no ano de 2017, para afirmar como os métodos criados pela *Toyota* a transformaram, proporcionando um crescimento exponencial desde o final da segunda guerra mundial.

A Editora

Chamada de artigos

A Revista Bioenergia em Revista: Diálogos convida pesquisadores, docentes e demais interessados das áreas de Bioenergia, Gestão Empresarial, Agroindústria, Alimentos e áreas afins, a colaborarem com artigos científicos, de revisão e/ou resenhas para a próxima edição deste periódico.

As normas de submissão e análise estão disponíveis em nosso site – www.fatecpiracicaba.edu.br/revista. Os trabalhos serão recebidos por via eletrônica em **fluxo contínuo**, e os autores poderão acompanhar o progresso de sua submissão através do sistema eletrônico da revista.

Os dados apresentados, bem como a organização do texto em termos de formulação e encadeamento dos enunciados, das regras de funcionamento da escrita, das versões em língua **inglesa e espanhola** dos respectivos resumos, bem como o respeito às Normas da ABNT são de **inteira responsabilidade dos articulistas**.

Exploração de crocodilianos no Brasil

Nogueira, Wesclen Vilar
Dias, Maria Irenilda de Souza
Hurtado, Fernanda Bay
Pontuschka, Rute Bianchini

RESUMO

O Brasil apresenta condições privilegiadas para o desenvolvimento e utilização sustentável de animais silvestres que apresentem alto potencial econômico. A criação e manejo de crocodilianos é uma realidade em diversas partes do país, sendo a atividade estabelecida dentro dos padrões legais regulamentados pelo IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). O couro atinge valores elevados e compensadores no mercado consumidor. A carne apresenta características nutricionais vantajosas quando comparada a outras carnes, sendo boa fonte de proteína. Agindo dentro das leis ambientais, a exploração desses animais contribui para a manutenção e conservação da fauna e equilíbrio ecológico de muitas espécies, podendo ser classificada como uma atividade ecologicamente sustentável e economicamente promissora. Neste contexto, o presente trabalho teve por objetivo compilar dados quanto à exploração de crocodilianos (*Ordem Crocodylia*) no Brasil, abordando sistemas de manejo, peculiaridades da cadeia crocodiliana e seus produtos.

Palavras-chave: cadeia produtiva, conservação, jacaré, sustentabilidade.

ABSTRACT

Brazil presents privileged conditions for the development and sustainable use of wild animal, which have high economic potential. The utilization and management of crocodilians is a reality in various parts of the country and this activity follows established legal standards regulated by IBAMA (Brazilian Institute for the Environment and Renewable Natural Resources). Leather is highly valued and financially compensatory in the consumer market. Alligator meat has advantageous nutritional characteristics compared to other meats and it is a good source of animal protein. Acting within the environmental laws, the exploitation of these animals contributes to the maintenance and conservation of wildlife and ecological balance of many species, so may be classified as an environmentally sustainable and economically promising activity. In this context, this study aimed to compile data on the exploitation of crocodilians (*Order Crocodylia*) in Brazil, management systems, peculiarities of the crocodilian chain and its products.

Keywords: production chain, wildlife preservation, alligator, sustainability.

RESUMEN

El Brasil tiene condiciones privilegiadas para el desarrollo sustentable de animales silvestres que representan alto potencial económico. La cría y manejo de cocodrilianos es una realidad en diversas partes del país, siendo esta actividad establecida dentro de los estándares legales reglamentados por el IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). El cuero alcanza valores elevados y compensadores en el mercado consumidor. Además, la carne de cocodrilo posee características

nutricionales ventajosas en relación a las otras carnes, siendo considerada una buena fuente de proteína. Por otro lado, la explotación de éstos animales, dentro de las leyes ambientales, contribuye para la manutención, conservación de la fauna y el equilibrio ecológico de muchas especies, clasificándose como una actividad ecológicamente sustentable e económicamente promisor. Por tanto, el objetivo de este estudio fue compilar datos relacionados a la explotación de crocodilianos (*Ordem Crocodylia*) en Brasil, abordando sistemas de manejo, peculiaridades de la cadena crocodiliana e sus subproductos.

Palabras clave: cadena productiva, conservación, cocodrilo, sostenibilidad.

INTRODUÇÃO

O Brasil possui a fauna mais rica do mundo, sendo grande parte utilizada como fonte de alimento e renda para o homem (ASSIS et al., 2018). Dentre as espécies da fauna brasileira exploradas nas últimas décadas com amplo e crescente desenvolvimento estão os crocodilianos. Este grupo de animais se destaca dentro da grande biodiversidade de répteis brasileiros, não pelo número relativo às espécies, mas por sua abundância nas áreas de ocorrência, por seu papel ecológico, e por sua importância econômica e social (VRANKOVIĆ et al., 2018).

A criação de animais silvestres com finalidade comercial é uma atividade em desenvolvimento no país, apresenta utilização sustentável dos recursos naturais e promove a valorização dos recursos faunísticos nacionais (AMARAL et al., 2016). No caso dos crocodilianos, esses são aproveitados economicamente desde o manejo extensivo na natureza, seguindo critérios de extração e monitoramento, até a criação em ciclo fechado englobando todo o ciclo reprodutivo das espécies cultivadas (GOMES; PHILIPPI, 2018).

Alguns fatores como a extensão territorial do Brasil, suas condições climáticas (SIMONCINI et al., 2011), o

valor econômico reconhecido de produtos derivados de crocodilianos e o crescimento do mercado nacional e internacional para tais produtos, são alguns dos principais fatores que contribuem para tornar o Brasil um dos grandes produtores mundiais de crocodilianos (SANDER, 2014). A exploração racional de crocodilianos tem também como objetivos: gerar novas oportunidades de negócios e divisas para o país; contribuir para o crescimento financeiro e empregabilidade regionais (PIRAN, 2010); desenvolver melhorias na criação e manejo (CAMACHO, 2005); e, finalmente, garantir o fornecimento de itens de qualidade para o mercado consumidor, cada dia mais exigente e seletivo (BATISTA et al., 2012).

Neste contexto, o presente trabalho teve por objetivo compilar dados quanto à exploração de crocodilianos, abordando um pequeno histórico a respeito da ordem *Order Crocodylia*, suas características gerais, distinção entre as famílias, além de apresentar como foco os aspectos influentes no processo exploratório das espécies com ocorrência no Brasil, a cadeia produtiva crocodiliana no país e seus principais produtos.

REVISÃO DE LITERATURA

Ordem crocodylia

A origem dos crocodilianos atuais é reportada como ocorrida há aproximadamente 130 milhões de anos. São descendentes vivos dos Protosuchios (Triássico superior), primitivo grupo de pequenos crocodiliformes terrestres, extintos há aproximadamente 195 milhões de anos. Somente no Jurássico inferior surgiram novos crocodilos do clado Mesosuchia, os quais desapareceram devido às condições ambientais inoportunas, dando lugar aos Eusuchios durante o Cretáceo inferior (RANGEL, 2015). Esses últimos incluem o grupo dos atuais crocodilianos (RODRÍGUEZ, 2000), que possuem notório destaque em relação aos anteriores, pois são espécies dominantes nos ambientes onde são encontrados (HICKMAN et al., 2006).

Características gerais dos crocodilianos

Os crocodilianos representam um pequeno grupo relativamente homogêneo de répteis que apresentam características como corpo longo; cauda musculosa; membros curtos; membrana nictitante transparente, que permite a visão embaixo da água; maturidade tardia; vida reprodutiva prolongada; oviparidade e poucas posturas por ano (THORBJARNARSON, 1996).

Os crocodilianos são poiquilotérmicos, ou seja, são seres metazoários que apresentam metabolismo lento e necessitam de fontes externas de calor para regular a temperatura corpórea de acordo com sua taxa metabólica (CAMPAGNOL et al., 2014). Desta forma, sua temperatura corporal permanece instável, sendo regulada por trocas de energia com o meio ambiente onde está inserido (PEREIRA; MALVASIO, 2014). A termorregulação pode estar relacionada a algumas atividades como síntese de vitamina D; retardamento de infestações por algas e fungos; atividade reprodutiva; alimentação, digestão e crescimento (POUGH et al., 2001).

São caracterizados como predadores generalistas, com dependência parcial de áreas úmidas, possuindo distribuição nas regiões tropicais e subtropicais da América, África, Ásia e Oceania (RANGEL, 2015). São predadores de topo, responsáveis por manter a estruturação e funcionalidade dos ambientes onde são encontrados, pois exercem atividades como predação de peixes, reciclagem de nutrientes e manutenção de refúgios durante os períodos de estiagem (AZEVEDO, 2003).

Distinção entre as famílias

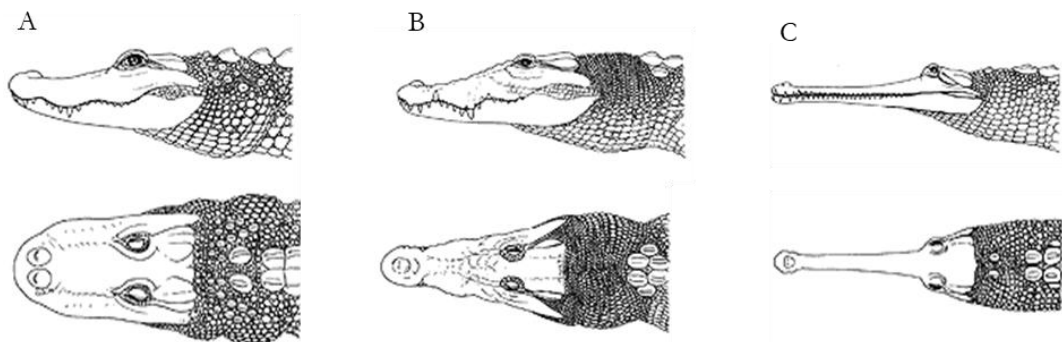
Atualmente, são reconhecidos oito gêneros distribuídos em 23 espécies

(PINCHEIRA-DONOSO et al., 2013) e três famílias, sendo elas: Alligatoridae, que inclui os jacarés dos gêneros *Alligator*, *Caiman*, *Paleosuchus* e *Melanosuchus*; Crocodylidae, que abrange os crocodilos dos gêneros *Crocodylus*, *Mecistops* e *Osteolaemus*; Gavialidae, representada pelo gênero *Gavialis* (MCALILEY et al., 2006; RUEDA-ALMONACID et al., 2007).

A distinção entre as três famílias está nas variações interespecíficas referentes às características morfológicas da cabeça, em especial o maxilar e o crânio (PIRAN, 2010). Indivíduos da família *Alligatoridae* apresentam face mais larga e cabeça curta, o focinho é largo e arredondado e apenas os

dentes superiores ficam expostos quando o animal está com a boca fechada (Figura 1A). Representantes da família *Crocodylidae* possuem face relativamente estreita e cabeça comprida e mais afilada, os maxilares anteriores são encaixados na cavidade lateral na parte externa da boca, sendo possível visualizar tantos os dentes superiores e inferiores quando os animais estão com a boca fechada (Figura 1B). Os representantes da família *Gavialidae* apresentam uma cabeça comprida e face estreita e longa e, ao fecharem a boca, a maioria dos dentes ficam expostos (Figura 1C) (HICKMAN et al., 2006).

Figura 1. Representação da cabeça de animais das famílias: A) Alligatoridae; B) Crocodylidae; C) Gavialidae



Fonte: Crocodile Specialist Group (2018).

O Brasil possui uma das faunas mais ricas de crocodilianos (POUGH et al., 2003), sendo encontrado um total de seis espécies, todas pertencentes à família Alligatoridae, distintamente chamados de “jacarés”, sendo elas: jacaré-açu (*Melanosuchus niger* Spix,

1825), jacaré-paguá (*Paleosuchus palpebrosus* Cuvier, 1807), jacaré-coroa (*Paleosuchus trigonatus* Schneider, 1801), jacaré-tinga (*Caiman crocodilos* Linnaeus, 1758), jacaré-do-pantanal (*Caiman jacare* Daudin, 1802) e jacaré-do-papo-amarelo (*Caiman latirostris*

Daudin, 1802), sendo todas as espécies endêmicas da América do Sul (RUEDA-ALMONACID et al., 2007).

Exploração de crocodilianos no Brasil

A exploração da fauna silvestre no Brasil até a década de 1960 era realizada através da caça. Esse processo de exploração não seguia critério algum, não existiam planos de utilização, monitoramento das populações existentes, tampouco havia estatísticas sobre essa atividade até meados de 1950. Informações estatísticas referentes à exploração da fauna silvestre no Brasil só foram disponibilizadas nos anuários do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 1956 (MOURÃO, 2000).

A partir da disponibilização destes dados, constatou-se que de 1956 a 1969 o país foi responsável por exportar um montante de 17,9 mil toneladas de peles de animais silvestres, gerando aproximadamente 26,7 milhões de dólares por ano. Os crocodilianos foram o grupo que produziu maior riqueza, contribuindo com aproximadamente 6,6 milhões de dólares ao ano (MOURÃO, 2003).

A caça indiscriminada, que tinha como alvo principal o aproveitamento da pele para atender a demanda na Europa e Estados Unidos, aliada à perda de habitat para a expansão da pecuária e agricultura, levou a um drástico esgotamento das

populações naturais de crocodilianos no final da década de 1960, quando se constatou que a maioria das espécies exploradas estava ameaçada de extinção (RIBEIRO, 2013). Nesse período, a exploração no Brasil era focada principalmente no jacaré-açu e no jacaré-do-papo-amarelo, quando ambas as espécies se tornaram escassas para atender ao mercado do couro, todas as atenções voltaram-se para o jacaré-do-pantanal (BRITTON, 2012), que passou a ser caçado para suprir a demanda, reduzindo suas populações a níveis críticos nos anos seguintes (COUTINHO, 2004).

Para se ter uma ideia, o Brasil já foi considerado o maior exportador de peles de crocodilianos, chegando a mais de 1 milhão de peles exportadas somente no ano de 1967. Somente o Estado do Amazonas exportou até 1965 mais de sete milhões de peles de crocodilianos (SMITH, 1980).

Somente após vigorar a Lei nº 5.197 de 1967, a fauna silvestre no Brasil passou a ser protegida oficialmente, com isso, a exploração ilegal de crocodilianos no país foi significativamente reduzida (OPNAL, 2015). Porém, a caça ilegal continuou tendo como único propósito suprir o mercado clandestino internacional de peles, já que o preço desse produto estava em alta no final dos anos 1970 (MOURÃO, 2000). A partir de então, a “comunidade ambientalista” passou a pressionar as autoridades responsáveis para estancar essa atividade

clandestina em todo o país (PIRAN, 2010). A alternativa encontrada naquele momento para manter o mercado de peles, que rendia grandes negócios, estava na implantação de sistemas de criação dos crocodilianos em cativeiro.

Foi então que Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF) publicou a Portaria nº. 130-P, em abril de 1978, que regularizava a instalação de criadouros exclusivamente para o jacaré-do-pantanal, sendo todo o manejo da espécie realizado em cativeiro (sistema *Farming*) (COUTINHO, 2004). Segundo o mesmo autor, após a publicação da Portaria, o número de criadouros registrados foi alarmante, surgindo, então, vários em inúmeras regiões do país, porém, todos os exemplares (machos e fêmeas) utilizados eram espécimes retirados do Pantanal. Esse fato levou o IBDF a publicar em 1988 a Portaria nº. 324-P, ficando estabelecido que o manejo só poderia ser realizado na bacia de ocorrência natural das espécies.

Observou-se, então, a recomposição dos estoques naturais do jacaré-do-pantanal no início da década de 1990, sendo possível redirecionar a utilização e manejo através da exploração econômica sustentável (COUTINHO; CAMPOS, 2005). O sistema tipo *Farming*, todavia, não alcançou a lucratividade esperada para a época pois o conhecimento sobre a biologia da espécie era mínimo, existia falta de mão-de-obra

capacitada e total desconhecimento das técnicas de manejo em confinamento (COUTINHO, 2004).

Estabeleceu-se, então, outra forma de exploração, o *Ranching*, a partir da Portaria nº 126 do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, regulamentada em 1990. Neste sistema, são estabelecidas cotas de extração de ovos da natureza e posterior criação dos filhotes em cativeiro para fins comerciais (PIRAN, 2010). Esta modalidade de manejo, que ficou conhecida por ser utilizada nos Estados Unidos, Austrália e continente africano (PIRAN, 2010), garante uma exploração consciente, contribuindo com a manutenção e equilíbrio ecológico da espécie (MACIEL et al., 2003).

Para que os sistemas de manejo apresentados (*Farming* e *Ranching*) alcancem seus objetivos, alguns fatores devem ser levados em consideração, desde a biologia da(s) espécie(s) até o marketing e comercialização tanto nacional quanto internacional dos produtos e subprodutos. Assim, tais sistemas devem ser estruturados seguindo três fatores principais: 1) Fator biológico: que envolve pesquisa, monitoramento, transferência de conhecimentos e informação entre pesquisadores, criadores e indústria; 2) Fatores socioeconômicos: que envolvem os benefícios sociais e culturais, pesquisa de marketing e análise de custo e benefício do

sistema de produção; 3) Fatores normativos e fiscais: que incluem o aperfeiçoamento constante da legislação e processos de fiscalização (COUTINHO; CAMPOS, 2006).

Após a publicação da Portaria nº 126, dezenas de produtores se credenciaram junto ao IBAMA com o intuito de obterem as licenças para o manejo em cativeiro com fins comerciais. Produtores, fazendeiros e sitiantes se associaram em cooperativas, como a TECNO CAIMAN, na região de Poconé - MT, e a COOCRIJAPAN, em Cáceres - MT. Estima-se que apenas essas duas cooperativas tenham extraído mais de 200 mil ovos de habitats naturais do Pantanal no período de 1992 a 1994 (COUTINHO et al., 1998).

No início da década de 1990 a atividade dos caçadores ilegais praticamente cessou em todo o Pantanal. Entretanto, a expectativa de comercialização do montante de peles produzidas licitamente nos criadouros brasileiros foi frustrada pois concomitantemente surgiu uma moda “ecologicamente correta”, que se posicionava contra o uso de produtos oriundos da fauna silvestre (MOURÃO, 2000). Essa moda foi impulsionada pela Eco-92, Conferência das Nações Unidas Sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no ano de 1992 na cidade do Rio de Janeiro.

Outro fato que prejudicou o comércio das peles brasileiras foi uma legislação dos Estados Unidos, existente desde 1973, o *Endangered Species Act* (Ato de Espécies Ameaçadas de Extinção), que proibia o comércio de *Caiman* do Brasil para aquele país (COUTINHO, 2006; MACHADO et al., 2008). Várias espécies de crocodilianos, inclusive o jacaré-do-pantanal, haviam sido incluídas na lista das espécies ameaçadas de extinção, de modo que havia restrições ao comércio de produtos da espécie nos EUA (RIBEIRO, 2013).

Além disso, um manejo inadequado dos animais, calcado apenas na lucratividade, foi um fator contribuinte para o fracasso da atividade (VERDADE, 2004). Dessa forma, estabeleceu-se uma crise nos criadouros em todo o Pantanal, acarretando na paralização ou redução das atividades dos estabelecimentos existentes (COUTINHO, 2006). A grande maioria das cooperativas passou a não realizar a coleta permanente de ovos, a venda de peles quase cessou, e os estoques de peles cruas e curtidas tanto no Brasil quanto no exterior ficaram à espera de compradores. Somente mil peles provenientes de criadouros foram comercializadas até o fim da década de 1990 (MOURÃO et al., 2000).

Com a dificuldade dos criadouros, a manufatura de produtos passou a ocorrer dentro do país. O comércio da carne e de subprodutos oriundos do couro como

bolsas, sapatos e cintos passou a oferecer produtos de boa qualidade. O Brasil recebeu o reconhecimento de que dispunha de tecnologias de beneficiamento de peles de crocodilianos (MOURÃO, 2000).

A partir de então, a única alternativa capaz de devolver ao Brasil uma condição de destaque no mercado internacional de produtos oriundos do manejo das espécies naturais de crocodilianos seria adequar a legislação brasileira a fim de permitir o manejo, ou seja, a caça comercial criteriosa, monitorada, fiscalizada e cientificamente embasada nas espécies de crocodilianos. Segundo a Agenda 21, um dos principais documentos gerados na Eco-92, as responsabilidades a respeito do uso da fauna selvagem de forma racional estão diretamente relacionadas ao fortalecimento de mecanismos de controle e monitoramento de produtos comercializados legalmente e à valorização das ações de governos e principalmente da sociedade civil (MMA, 2004).

A partir de 1992 a Portaria 119-N foi implantada pelo IBAMA, regularizando a comercialização de peles de crocodilianos brasileiros tanto para o mercado interno quanto para o externo das espécies jacaré-do-pantanal e jacaré-tinga oriundas de criadouros comerciais devidamente legalizados. Em menos de três anos após a portaria entrar em vigor (1995), muitos criadouros voltaram a ativar e mais de

200.000 jacarés já estavam sendo manejados no Pantanal, consolidando assim o estado de Mato Grosso como o principal polo de produção de pele e produtos derivados de crocodilianos no Brasil (COUTINHO, 2006). Após esse processo de regularização, o *United States Fish and Wildlife Service* (USFWS), agência do governo federal dos Estados Unidos que se dedica à gestão dos recursos naturais (fauna e flora), reclassificou, em junho de 2000, a espécie *C. jacare* de “em perigo” (endangered) para “ameaçada” (threatened) (MACHADO et al., 2008).

Em 2001, sinais de desenvolvimento na produção de crocodilianos foram observados (OPNAL, 2015). Primeiro, pela retirada das restrições impostas pelos EUA, restabelecendo a importação da espécie brasileira (GESISKY, 2005). Segundo, passa a existir uma maior transferência de conhecimentos e informações, análise de custo e benefício dos sistemas de produção entre a sociedade e órgãos envolvidos (EMBRAPA, IBAMA, FEMA, SEBRAE), impulsionando o crescimento da atividade, desenvolvendo e fortalecendo os três principais fatores da produção já citados: 1) Biológicos; 2) Socioeconômicos e 3) Normativos e fiscais.

Ainda no âmbito de uma exploração consciente, cujo objetivo é regulamentar e manter o comércio de espécies selvagens, surgiram novos sistemas de manejo, um

conhecido como *harvesting* ou *cropping*, baseado na sustentabilidade biológica, ocorrendo de forma controlada, de maneira a não afetar a dinâmica ou aspecto populacional, consistindo na extração focada apenas em indivíduos adultos (BOTERO-ARIAS; REGATIERI, 2013). Esse sistema de manejo deve ser instalado a partir de conflitos impostos por mudanças e imprevisibilidades dos recursos oferecidos pelo meio ambiente, como superpopulações de uma determinada espécie ou outra situação conflituosa qualquer como a construção de hidrelétricas. Em outro sistema, conhecido como *headstarting*, o produtor protege os ninhos na natureza, garantindo sua incubação e eclosão, sendo os filhotes destinados a uma área semelhante ao ambiente natural, alimentados com insetos e vários invertebrados. Um ano após esse procedimento os animais são identificados e soltos na natureza, podendo os criadores capturar e abater um limite máximo de 60% do total de animais soltos (AVEIRO, 2012).

A partir do exposto, a geração e a gestão de informações no Brasil que subsidiassem a implantação de medidas de conservação e aprimoramento das políticas ambientais voltadas aos répteis se fizeram necessárias. Foi então que em 24 de abril de 2001 criou-se o Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Répteis e Anfíbios (RAN). Após sua criação, esse Centro ficou inativo

por um período de 20 meses, passando a desempenhar suas atividades apenas em maio de 2003 com a realização do I Fórum do RAN em Goiânia. Neste evento, estabeleceu-se estratégias de conservação e manejo de anfíbios e répteis brasileiros, com diretrizes específicas voltadas para quelônios, crocódilianos, squamatas e anfíbios. A partir desse Fórum criou-se em outubro de 2003, através da Ordem de Serviço IBAMA/RAN N° 22, o programa “Biologia, Conservação e Manejo de Crocódilianos Brasileiros” (COUTINHO, 2004).

Não obstante, o IBAMA, através da Instrução Normativa (IN) N° 63/2005, autorizou estabelecimento do sistema aberto de produção do jacaré-do-pantanal (*Headstarting*) nos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, atendendo às recomendações técnicas da EMBRAPA e do RAN. Essa medida foi estabelecida porque aquela espécie passou a apresentar um elevado número populacional após décadas de proteção. Nos estudos de Mourão (2000) e Coutinho e Campos (2006), os autores recomendam o manejo extrativo do jacaré-do-pantanal como forma de reduzir a superpopulação da espécie de forma lucrativa.

Nesse mesmo segmento, através da IN 169/2008, Anexo I, o IBAMA normatizou as categorias de uso e manejo da fauna silvestre em cativeiro em todo o Brasil,

estabelecendo o manejo comercial para todas as espécies de jacarés nos sistemas *Farming* e *Ranching*, haja vista que apenas uma espécie de crocodiliano encontrado em território nacional encontra-se ameaçado de extinção e, mais recentemente, através da IN 28/2012 do IBAMA, estabeleceu-se o sistema de manejo *Harvesting* em Unidades de Conservação (UC) de uso sustentável na Amazônia (COUTINHO, 2014).

A partir de então, a atividade de manejo de crocodilianos só tem aumentado em todo o território brasileiro. Porém, para o desenvolvimento concreto desta atividade e o estabelecimento do Brasil como principal produtor, faz-se necessária a existência de conhecimentos específicos que possam auxiliar no desenvolvimento de novas tecnologias e no fornecimento de maiores informações sobre as vantagens e desvantagens nos sistemas de manejo da atividade.

Cadeia produtiva no Brasil

A cadeia produtiva crocodiliana vem se firmando em todo Brasil, a atividade que se iniciou no Pantanal de forma clandestina, hoje é representada por grandes empreendimentos naquele mesmo bioma, como a Caimasul (Caimans do Sul do Pantanal Importação e Exportação LTDA), em Mato Grosso do Sul (MAPA, 2017). A empresa se destina à criação, abate,

industrialização e comercialização da carne e couro de jacaré-do-pantanal, possuindo um plantel de 79 mil animais, com produção mensal de sete toneladas de carne e 2.300 peles para o ano de 2017. Em 2019, a empresa espera aumentar o plantel para aproximadamente 250 mil animais, abatendo anualmente cerca de 100 mil jacarés, com produção aproximada de 350 toneladas de carne e 100 mil peles, e faturamento de R\$ 50 milhões, com a oferta de 300 postos de trabalho (NETO, 2017).

A empresa Mr Cayman LTDA, localizada em Maceió (AL) destina-se ao cumprimento de todos os elos da cadeia produtiva, com área de aproximadamente 45 hectares. Também em Pernambuco, com 15 criatórios, plantel inicial de 80 animais em cada lote de 1 hectare, capacidade de produzir aproximadamente 120.000 filhotes por ano. Além da criação, a empresa possui instalados curtume, abatedouro com selo do Serviço de Inspeção Federal (SIF) para exportação, escola oficina, alojamento, refeitório, creche, restaurante especializado em gastronomia com carnes exóticas (Condotel-Resort-SPA-urbano), a fim de incentivar o ecoturismo regional, transformando o estado de Pernambuco no maior polo do mundial em criação sustentável de jacarés-de-papo-amarelo, gerando cerca de 200 postos de trabalho diretos e outros indiretos durante o pleno funcionamento (MR CAYMAN, 2013).

A cadeia produtiva crocodiliana mais estruturada encontra-se no estado de Mato Grosso do Sul devido à quantidade de propriedades legalizadas que participam da atividade, e também devido à existência de grandes empreendimentos voltados para o processo produtivo (COUTINHO, 2006).

Apesar do número de espécies (6) de crocodilianos encontrados no Brasil, apenas a cadeia produtiva das espécies *C. crocodilus* (jacaré-tinga), *C. latirostris* (jacaré-do-papo-amarelo) e *C. yacare* (jacaré-do-pantanal) está

em pleno desenvolvimento, sendo os animais cultivados dentro dos variados sistemas produtivos (intensivo, semi-intensivo e extensivo) (BARBOZA et al., 2013). Para a espécie *M. niger* (jacaré-açu), a cadeia produtiva é incipiente, sendo desenvolvida de forma experimental utilizando o sistema *harvesting* (extensivo) dentro de Unidades de Conservação como RDS Mamirauá (AM), RESEX Piagaçu-Purus (AM) e RESEX Lago do Cuniã (RO) (IDSMS, 2012) (Tabela 1).

Tabela 1. Tipos de manejo de crocodilianos no Brasil, espécies-alvo e estados em que são manejados

Sistema de manejo	Espécie	Estado
<i>Farming</i>	Jacaré-tinga	AM
	Jacaré-do-papo-amarelo	AL, ES, RS, SC, SE, SP, MG, PE
	Jacaré-do-pantanal	MS, MT
<i>Harvesting</i> ou <i>cropping</i>	Jacaré-tinga	AM, PA, RO
	Jacaré-do-pantanal	MT
	Jacaré-açu	AM, RO
<i>Headstarting</i>	Jacaré-do-pantanal	MS, MT, TO
<i>Ranching</i>	Jacaré-do-pantanal	MS, MT

Fonte: Verdade (2004), Barboza et al. (2013), Mr Cayman (2013).

O manejo de jacarés como uma estratégia de conservação da biodiversidade e com viés ambiental e econômico para as populações tradicionais (BRUNCKHORST, 2016) em Unidades de Conservação está amparado por um conjunto de leis e normas de âmbito federal e estadual complementares ao Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC (lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000) (BOTERO-ARIAS; REGATIERI, 2013).

Principais produtos da cadeia produtiva **Pele**

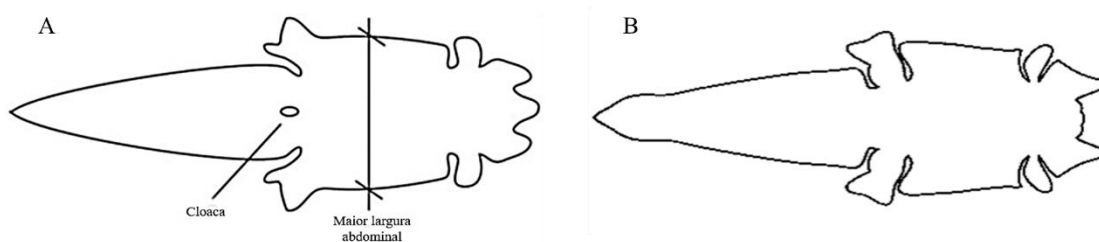
A produção de peles é desenvolvida conforme a exigência do comprador (RUNGER, 2012). As peles são apresentadas em dois tipos diferenciados quanto ao desenho e forma, de acordo com o corte do animal na hora do abate (HUTTON; WEBB, 1992), são eles:

Belly (Figura 2A), sua característica principal está no corte feito no dorso, tendo como objetivo salientar o desenho da barriga

do animal, permitindo um acabamento mais uniforme, macio e sofisticado (PIRAN, 2010). E, *Horn back* (Figura 2B): a característica principal está no corte feito no ventre, salientando o desenho das costas e a

crista da cauda, permitindo observar nuances de textura natural do animal (FERNANDES, 2011).

Figura 2. Representação dos cortes: A) *Belly*, com apresentação da parte mais larga do animal; B) *Horn back*.



Fonte: Cooperativa Dos Criadores De Jacaré Do Pantanal (2016).

Carne

De acordo com os estudos de Romanelli (1995) e Rodrigues et al (2007), os cortes comerciais são: filé de dorso; filé de cauda; filé de lombo e membros (patas). No entanto, conforme o fortalecimento da cadeia produtiva e o estabelecimento de novas exigências pelo mercado consumidor, definiu-se uma maior variedade cortes comerciais, sendo eles, aparas, sobrecoxa, coxa, ponta da cauda, iscas, filé de dorso, filé de lombo, filé de cauda e filé mignon.

A cadeia produtiva busca total aproveitamento dos animais, além da carne e pele, produtos como cabeças, dentes e patas

e animais que morreram de forma natural antes do abate são destinados à confecção de artesanatos, buscando total aproveitamento dos animais (CAIMASUL, 2016). As carcaças, os miúdos e as vísceras são destinados à fabricação de farinha de carne para utilização em rações, muitas vezes fornecidas aos próprios animais (ROMANELLI; SCHMIDT, 2003). A gordura pode ser utilizada como biodiesel (ROMANZOTI, 2011). Também é destinada ao combate de asma, bronquites e queimaduras, e a urina vem sendo utilizada como fixador de aroma na indústria de perfumaria (LESSA, 2010).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No Brasil, o manejo de crocodilianos se apresenta como uma fonte sustentável de proteína, apresentando alta lucratividade para a criação em cativeiro e o manejo dentro das unidades de conservação. Desta forma, o norral sobre a biologia reprodutiva é um fator decisivo para o sucesso de qualquer sistema de manejo, porém, devido à grande extensão territorial, diferenciação de biomas e o clima do Brasil, muitas dificuldades são impostas na condução dos estudos (monitoramento de ninhos, temperatura de incubação, taxa de eclosão etc). Assim, muitas informações sobre a reprodução das espécies são baseadas em estudos em cativeiro (VERDADE, 2016).

Algumas espécies não possuem muita importância comercial, como o jacaré-coroa (*Paleosuchus trigonatus*) e o jacaré-paguá (*Paleosuchus palpebrosus*). São considerados os menores crocodilianos do mundo, apresentam naturalmente baixa densidade populacional, habitam regiões de difícil acesso e apresentam na pele a presença de muito osteodermos, o que acarreta baixo ou nenhum valor econômico (ROSS, 1998). Essas características favorecem sua não exploração e, portanto, são pouco visadas pelos pesquisadores por não haver apelo conservacionista (MUNIZ, 2012). Geralmente a caça do *P. palpebrosus* e *P. trigonatus* está associada a meios de

subsistência realizada por povos nativos das regiões onde essas espécies são encontradas (ENDO, 2005).

Coutinho (2006) constatou que até 2004 apenas 16% dos estabelecimentos que constituíam a cadeia produtiva do Pantanal destinavam-se ao curtume e beneficiamento de peles, sendo os demais (84%) destinados à produção de animais (coleta de ovos), recria (criação e engorda), beneficiamento e comercialização da carne. Esse reduzido número de estabelecimentos ainda perdura em todo Brasil, pois até o ano de 2004 se tinha notícia de apenas quatro unidades processadoras de peles de crocodilianos, com surgimento de mais uma empresa em 2006 (CASTRO, 2004). Vale ressaltar que a maioria das unidades processadoras de pele está localizada nos estados do Rio Grande do Sul, Minas Gerais e São Paulo (PIRAN, 2010).

De qualquer forma, o couro atinge no mercado consumidor valores altamente compensadores (VIEIRA et al., 2012; SOUZA et al., 2014). O valor médio da unidade de pele crua de *C. yacaré* varia em torno de R\$ 60,00 (PIRAN, 2010); o preço da unidade de peles de *M. niger* e *C. crocodilos* manejados na Resex Lago do Cuniã variam em torno de R\$ 150,00 (NEVES, 2015). A espécie *C. latirostris*, que embora tenha sido retirada da Lista Vermelha de Animais Ameaçados de Extinção, ainda consta no Apêndice I da Lista Internacional como

ameaçada de extinção. Sob a fiscalização atenta do CITES (*Convention on international trade in endangered species of wild fauna and flora*), tem sua comercialização permitida somente após comprovação de pertencimento à Geração F2 (netos). São altos os valores da sua pele crua, que após processada é comercializada a € 22 euros o centímetro, podendo o couro de um animal ultrapassar € 2.000 (R\$ 8.000,00) (MR CAYMAN, 2013).

Vale ressaltar que peles oriundas de manejos tipo *farming* e *ranching* são mais caras quando comparadas às obtidas a partir dos manejos tipo *harvesting* e *headstarting* porque o ambiente de criação proporciona o controle térmico, alimentar e higiênico dos animais, possibilitando ganho de peso em menor tempo e alta qualidade da carne, e principalmente do couro, condições essas contrárias às dos sistemas *harvesting* e *headstarting* (COUTINHO; CAMPOS, 2005).

Esses valores elevados também estão associados à transformação das peles em couro. Esse processo é dividido em três etapas principais: ribeira, curtimento e acabamento. O acabamento é usualmente dividido em acabamento molhado, pré-acabamento e acabamento final (PACHECO, 2005). O processo de curtimento se estende por um longo período, sendo estabelecido da seguinte forma: após o abate o couro do animal é congelado. O descongelamento ocorre dentro do estabelecimento de curtimento

onde são incorporadas cargas de biocidas, fungicidas e conservantes para cessar a ação microbiana (AVEIRO, 2012).

Na etapa seguinte (remolho e calheiro) é extraída a queratina, seguido do abaixamento do pH de 12 para 8,5. Após esse processo o couro é asseado com enzimas para extrair fibras e peptídeos. Em seguida, as peles são acidificadas (píquel) para sua purificação (remoção das células de tecido ósseo). Após o couro ter sido purificado, acrescenta-se sal de cromo para o curtimento, sendo que o recurtimento ocorre com extratos vegetais ou sintéticos de tanino. Todo esse processo demora um período de 20 dias para ser finalizado (CASTRO, 2004).

O processamento do couro para comercialização nos sistemas *farming* e *ranching* só pode ser realizado a partir do sexto mês de vida do animal, ou quando este atinge um comprimento igual ou superior a 1,2 m, e largura linear mínima de 18 cm de barriga (OPNAL, 2015). Para os demais sistemas, como o *harvesting* ou *cropping* e o *headstarting*, os animais são abatidos através do estabelecimento de faixa de tamanho pelos órgãos competentes.

Vale ressaltar que para os criadores de crocodilianos o referencial para o abate não é o peso, mas sim a medida linear da parte mais larga da barriga. A largura linear da barriga das peles varia de acordo com a espécie e as condições de manejo a que as

espécies são expostas, porém as peles devem ultrapassar 40 centímetros de largura linear de barriga, pois esse valor é o padrão usado no comércio internacional de peles (CAMARGO, 2016). As peles menores são mais caras pois apresentam maior maciez e toque mais sedoso, garantindo um trabalho fino e sofisticado na produção dos mais diversos artefatos em couro (RUNGER, 2012), porém, os valores também podem aumentar com o tamanho da pele, já que peles maiores permitem a fabricação de uma

maior variedade de produtos (PIRAN, 2010). A pele de melhor qualidade é a da barriga, fato que contribui diretamente para que a maioria das peles comercializadas seja do tipo *belly* (FETT, 2005).

Macgregor (2002) avalia dois aspectos para classificação das peles dos crocodilianos: o tamanho e a qualidade. De acordo com o autor, o mercado consumidor está baseado em um sistema de classificação para indicar a qualidade da pele (Tabela 2).

Tabela 2. Classificação dos variados tipos de peles e a porcentagem relativa paga por cada tipo

Classificação da pele	Porcentagem de preço pago
I	100%
II	70%
III	50%
IV	30%

A classificação está pautada em parâmetros de qualidade estabelecidos: pele tipo I (100%), não apresenta imperfeições e tem excelente textura; tipo II (70%), apresenta poucas imperfeições; tipo III (50%), 50% da pele possui imperfeições; tipo IV (30%), mais de 50% da pele está comprometida por imperfeições (MACGREGOR, 2002).

A comercialização internacional do couro tem como principais consumidores grifes internacionais e pessoas que almejam luxo e beleza. Para tanto, o couro deve ser de boa qualidade (PIRAN, 2010). Estudiosos como Marques e Monteiro (2002) afirmam que a procura por peles de

boa qualidade foi o fator determinante para a consolidação dos criadouros de crocodilianos em todo Pantanal.

Além do mercado de peles, o mercado da carne está em pleno processo de expansão (PIRAN, 2010). A carne, antes considerada uma atividade complementar lucrativa ao comércio já consagrado do couro, atualmente passou a ser um produto tão forte quanto o couro em termos de comercialização (FERNANDES, 2011). No ano de 2008 este produto recebeu destaque na cadeia produtiva devido ao fato de a única unidade processadora do réptil da América Latina à época, localizada no município de Cáceres – MT, ter obtido o

registro do Serviço de Inspeção Federal (SIF), o que possibilitou à unidade a comercialização da carne de jacaré em território nacional e no mercado externo (PIRAN, 2010).

A carne é considerada um alimento nobre, com proteínas de alto valor biológico, ácidos graxos essenciais e ferro. Contudo, as carnes de animais domésticos apresentam elevados teores de ácidos graxos saturados, considerados responsáveis pela elevação da concentração sérica de colesterol. Por outro lado, as carnes de animais silvestres apresentam reduzidos teores de lipídeos totais e contêm altas proporções de ácidos graxos poli-insaturados (VICENTE NETO, 2005). Neste contexto, o consumo da carne de crocodilianos pode ser vantajoso, pois sua gordura apresenta maior porcentagem de ácidos graxos insaturados e baixo colesterol (AZEVEDO *et al.*, 2009). Ao se comparar a composição centesimal de membros, tronco

e cauda de jacaré-do-pantanal, Romanelli et al. (2002) se deparou com valores semelhantes para todos os cortes, variando os valores de proteína de 18,39 a 19,44%. Vicente Neto et al. (2006), ao confrontarem a composição centesimal da carne do dorso e cauda de jacarés-do-pantanal (*C. yacare*) de cativo e selvagens, concluiu que os animais de cativo apresentaram melhor qualidade nutricional do ponto de vista da quantidade de proteínas e lipídeos.

Em um trabalho divulgado pela Escola Federal Agrotécnica de Cáceres (EAFC), localizada no município de Cáceres/MT (2008), ficou denotado que, em relação às calorias, a carne de jacaré-do-pantanal (*C. yacare*) oferece valores bem menores (50,64 kcal/100g) que várias outras espécies: boi (225 kcal/100g); frango (246 kcal/100g); suíno (276 kcal/100g); avestruz (126 kcal/100g); búfalo (131 kcal/100g) (Tabela 3).

Tabela 3. Classificação dos variados tipos de peles e a porcentagem relativa paga por cada tipo

Tipo de carne	Calorias	Proteínas	Lipídeos
Avestruz	126	25,5	2,7
Boi	225	19,4	15,8
Búfalo	131	26,8	1,8
Frango	246	18,1	18,7
Jacaré	50,6	23,8	0,32
Suíno	276	16,7	22,7
Tambaqui	154	24,8	5,8

Fonte: Efac (2008); MrCayman (2013).

Entretanto, o consumo de carne de crocodilianos quando comparado ao de

outras carnes como boi, frango e suínos, é baixo (EFAC, 2008). A carne dos

crocodilianos apresenta altos níveis proteicos (23,8 kcal/100g), ficando abaixo apenas da carne de avestruz (25,5 kcal/100g), búfalo (26,8) e tambaqui (24,8). Além disso, oferece baixos níveis de lipídeos (0,32/100g).

O potencial econômico da carne não está relacionado apenas ao seu consumo *in natura*, mas também ao de carne processada (ALVES, 2014). Segundo compilação de Romanelli et al. (2002), a elaboração de derivados de carne de crocodilianos pode ser uma forma alternativa de consumo e possui aprovação acima de 50% para quatro formas de processamento: hambúrguer, enlatado, defumado e apresuntado. Autores como Azevedo *et al.* (2009) prepararam três formulações de conservas de carne de jacaré-do-papo-amarelo (*C. latirostris*): em óleo comestível, em salmoura com cebola e em salmoura temperada. A boa aceitação observada na análise sensorial indica a viabilidade da comercialização dos produtos.

REFERÊNCIAS

ALVES, A. C. *Descrição morfológica do sistema respiratório e do coração do jacaré-do-pantanal (Caiman yacare DAUDIN, 1802) proveniente de zoológico*. 2014. 90 p. Dissertação, Mestrado em Ciências Veterinárias - Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2014.

AMARAL, A. G., CAMPOS, J. C. D., RAMOS, T. V., TAVEIRA, R. Z., SILVEIRA NETO, O. J., GOMES, R. C. C., PEREIRA, K. A., OLIVEIRA, O. A. M. Evaluation the meat market of wild and exotic animals from the

Paulino (2012) desenvolveu formulações para a produção de hambúrguer de carne de jacaré-do-pantanal, o produto defumado e com menor teor de gordura apresentou boa aceitação.

Desta forma, a exploração de jacarés, além de uma importante estratégia para a preservação da fauna, proporciona fonte de renda, haja vista que o quilo da carne sem osso de jacaré-do-papo-amarelo (*C. latirostris*) pode chegar a R\$ 140,00 (MR CAYMAN, 2013), e sua comercialização ocorre em todo o Brasil, principalmente na região Sul (PIRAN, 2010).

Finalmente, a exploração de crocodilianos no Brasil tem caráter sustentável e objetiva o aproveitamento integral do animal. Para tanto, vem desenvolvendo tecnologias para aperfeiçoar a geração de produtos oriundos dessa cadeia. Porém, os altos preços destes produtos, principalmente a carne e o couro, limitam o público-alvo que pode deles usufruir.

Metropolitan Area os Goiânia. *Espacios*. 2016, v. 37, n. 14, p. 17-22.

ASSIS, S. N. S., BRANDÃO, E. G., LIMA, R. A. Estudo Sobre a Fauna Silvestre e Ações de Educação Ambiental no Parque Zoobotânico no município de Tabatinga-AM. *Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*. 2018, v. 35, n. 1, p. 315-332.

AVEIRO, A. V. D. *Criação de jacaré em cativeiro*. Curitiba: Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas (SBRT), 2012. 27 p.

- AZEVEDO, J. C. N. *Crocodilianos: Biologia, Manejo e Conservação*. João Pessoa: ARPOADOR, 2003. 122 p.
- AZEVEDO, I. C.; CARMO, R. P.; TORRES, A. G.; MÁRSICO, E. T.; FREITAS, M. Q. Teste de aceitação e composição centesimal de carne de jacaré-do-papo-amarelo (*Caiman latirostris*) em conserva. *Ciência Rural*. 2009, v. 39, n. 2, p. 534-539.
- BARBOZA, R. S. L.; REBELO, G. H.; BARBOZA, R. S. L.; PEZZUTI, J. C. B. Plano de manejo comunitário de jacarés na várzea do baixo rio Amazonas, Santarém – PA, Brasil. *Biotemas*. 2013, v. 26, n. 2, p. 215-226.
- BATISTA, A. M. B., PEREIRA, M. A. V. C., VITA, G. F., BARBOSA, C. G., ANTÔNIO, I. M. S., BARROS, S. C. W., MAGALHÃES, A. R., FREITAS, J. P. Levantamento qualitativo de gêneros de parasitos em amostras fecais de jacarés criados comercialmente em sistema fechado no estado do Rio de Janeiro. *Pesquisa Veterinária Brasileira*. 2012, v. 32, n. 10, p. 1045-1049.
- BOTERO-ARIAS, R., REGATIERI, S. A. *Construindo as bases para um sistema de manejo participativo dos jacarés amazônicos: série protocolos de manejo dos recursos naturais*. Tefé: IDSM, 2013. 35 p.
- BRITTON, A. *Crocodylian Species List*. *Melanosuchus niger* (Spix, 1825). [S.l.: s.n.], 2012. Disponível em: <http://crocodylian.com/cnhc/csp_mnig.htm>. Acesso em: 01 ago. 2016.
- BRUNCKHORST, A. *Manejo de jacaré: realidade em Rondônia. Xapuri Socioambiental*. 2016. Disponível em: <<http://www.xapuri.info/meio-ambiente/ecologia/manejo-de-jacare-realidade-em-rondonia/>>. Acesso em: 30 jul. 2018.
- CAIMANS DO SUL DO PANTANAL IMPORTAÇÃO E EXPORTAÇÃO LTDA - CAIMASUL. *Produtos*. [S.l.: s.n., 2016?] Disponível em: <<http://www.caimasul.com/br/produtos.html>>. Acesso em: 30 maio. 2018.
- CAMACHO, A. C. *Cadeia produtiva do couro será incentivada*: depoimento [19 de maio, 2005] Cuiabá: Reporter News. Entrevista concedida a Reporter News.
- CAMARGO, S. *Bicho caros*: Empresária cria jacarés em Alagoas para exportar a pele e acessórios cobiçados no mercado de alto luxo. Revista PIB. São Paulo, 2016. Disponível em: <http://www.revistapib.com.br/noticias_visualizar.php?id=1054>. Acesso em: 18 jul. 2018.
- CAMPAGNOL, D.; LEMOS, F. R.; SILVA, E. L. F.; ROSSI JÚNIOR, J. L.; BORLINI, T. V. Comparação da contenção farmacológica com cetamina e xilazina, administradas pela via intramuscular no membro torácico ou pélvico, em jacarés-do-papo-amarelo juvenis. *Pesquisa Veterinária Brasileira*. 2014, v. 34, n. 7, p. 675-681.
- COPERATIVA DOS CRIADORES DE JACARÉ DO PANTANAL (COOCRIJAPAN). Cáceres, MT: [s.n., 2008?] Disponível em: <http://coocrijapan.com.br/index_br.asp>. Acesso em: 20 ago. 2016.
- CASTRO, F. C. Curtumes buscam nichos em porcos, jacarés e cavalos. *Revista Química e Derivados*. 2004, v. 1, n. 424, p. 1-10.
- COUTINHO, M., CAMPOS, Z., BAMPI, I., DAL'AVA, F. Preliminary report for a management system of Caiman yacare in the Pantanal: A proposal for future research. *Ciência e Cultura*. 1998, v. 50, n. 1, p. 60-64.
- COUTINHO, M. E. Zootecnia ecológica: o Jacaré do Pantanal como modelo de trabalho. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. 41., Campo Grande. *Anais...* Campo Grande, 2004.
- COUTINHO, M. E., CAMPOS, Z. *Processo de extração experimental de jacarés adultos no Pantanal Sul*. 2005. 8p.
- COUTINHO, M. Biologia, Conservação e Manejo de Crocodilianos Brasileiros Tecnologias de manejo de jacarés no Brasil. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DOS

- NEGÓCIOS DA PECUÁRIA. 3., 2006, Cuiabá. *Anais...* Cuiabá, 2006.
- COUTINHO, M., CAMPOS, Z. *Sistema de Criação e Recria de Jacaré, Caiman crocodilus yacare, no Pantanal*. Comunicado Técnico, n. 53. Corumbá: EMBRAPA, 2006. Disponível em: <<http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/COT53.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2018.
- COUTINHO, M. E. *Práticas de manejo para conservação e uso sustentado de crocodilianos brasileiros*. Brasília: ICMBIO 2014. Disponível em: <http://www.uff.br/mzo/proaquas/images/stories/Palestras_2013/M.Coutinho.pdf>. Acesso em: 20 set. 2018.
- CROCODILE SPECIALIST GROUP – CSG. *Crocodiles, Alligators or Gharials?* 2018. Disponível em: <<http://www.iucncsg.org/pages/Crocodiles%2C-Alligators-or-Gharials%3F.html>>. Acesso em: 30 maio 2018.
- ENDO, W. *Campinarana e Índios Baniva: Influências ambientais e culturais sobre a comunidade de vertebrados terrestres no Alto Rio Negro, AM*. 2005. 108 f. Dissertação, Mestrado em Ciências Biológicas - Instituto Nacional de Pesquisa na Amazônia/Universidade Federal do Amazonas, Manaus. 2005.
- ESCOLA FEDERAL AGROTÉCNICA DE CÁCERES - EFAC. *Tabela de composição de Alimentos*: Laudo n° 02/2008. Cáceres: EFAC, 2008. Disponível em: <http://coocrijapan.com.br/9_frigorifico.asp>. Acessado em: 18 jun. 2018.
- FERNANDES, V. R. T. *Caracterização e processamento da carne de Jacaré-do-pantanal (Caiman yacare): composição físico-química e rendimento*. 2011. 129 p. Dissertação, Mestrado em Zootecnia - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2011.
- FETT, M. S. *Criação de jacaré para abate*. Rio Grande do Sul: Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas (SBRT), 2005. Disponível em: <<http://sbrt.ibict.br/acessoRT/1435>> Acesso em: 23 maio. 2018.
- GESISKY, J. *Manejo comercial de jacaré é nova aposta de investimento no Pantanal*. *Ambiente Brasil*. 2005. Disponível em: <http://noticias.ambientebrasil.com.br/clipping/2005/06/13/19569-manejo-comercial-de-jacare-e-nova-aposta-de-investimento-no-pantanal.html>. Acesso em: 20 jul. 2018.
- GOMES, L. S., PHILIPPI, D. A. Sustainable features of innovations for caiman meat and leather: case study on Caimasul. *Brazilian Applied Science Review*. 2018, v. 2, n. 4, p. 1315-1333.
- HICKMAN, C. P., ROBERTS, L. S., LARSON, A. *Princípios integrados de zoologia*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2006. 34 p.
- HUTTON, J. M.; WEBB, G. J. W. An introduction to the farming of crocodilians. In: LUXMORE, R. A. (Org.). *Directory of Crocodilian Farming Operations - IUCN*. Chicago: Gland/Switzerland, 1992. p. 1-39.
- INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL MAMIRAUÁ - IDSM. *Linha do tempo*. Amazonas: IDSM, 2012. Disponível em: <<http://www.mamiraua.org.br/pt-br/institucional/linha-do-tempo/>>. Acesso em: 14 maio 2018.
- LESSA, F. *Do jacaré, tudo se aproveita*. Até a carne. São Paulo: [s.n], 2010. Disponível em: <<http://economia.estadao.com.br/noticias/negocios,do-jacare-tudo-se-aproveita-ate-a-carne,16812e>>. Acesso em: 27 jul. 2018.
- MACHADO, A. B. M.; DRUMMOND, G. M.; PAGLIA, A. P. *Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção*. 2. ed. Brasília, DF: MMA/Fundação Biodiversitas, 2008. 1420 p.
- MACIEL, F. R.; LOGATO, P. V. R.; FIALHO, E. T.; FREITAS, R. T. F. ALEIXO, V. M. Coeficiente de digestibilidade aparente de cinco fontes energéticas para o jacaré-do-pantanal (Caiman yacare, Daudin, 1802). *Ciência e Agrotecnologia*. 2003, v. 27, n. 3, p.675-680.
- MARQUES, E. J.; MONTEIRO, E. L. Rancheiro de *Caiman cocodilus yacare* no Pantanal de Mato Grosso do Sul, Brasil. In: VERDADE,

- L. M; LARRIERA, A. *La Conservacion y Manejo de Caimanes y Cocodrilos de America Latina*. Argentina: CN Editora, 2002. p. 189-211.
- MCALILEY, L. R., WILLIS, R. E., RAY, D. A., WHITE, P. S., BROCHU, C. A., DENSMORE, L. D. Are crocodiles really monophyletic? Evidence for subdivisions from sequence and morphological data. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 2006, v. 39, n. 1, p. 16-32.
- MACGREGOR, J. International Trade in Crocodilian Skins: Review and analysis of the trade and industry dynamics for market-based conservation. In: IUCN/SSC. *Crocodiles*. Gainesville: IUCN/SSC. 2002. p. 12-18.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. *Maggi inaugura em Corumbá maior frigorífico de jacaré de cativão do país e do mundo*. Brasília, 2017. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/noticias/maggi-inaugura-em-corumba-maior-frigorifico-de-jacare-de-cativao-do-pais-e-do-mundo>. Acesso em: 04 de fev. 2018.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. *Agenda 21*. Brasília, 2004. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21>. Acesso em: 22 de jun. 2018.
- MOURÃO, G. M. *Utilização econômica da fauna silvestre no Brasil: o exemplo do Jacaré-do-pantanal*. EMBRAPA, Corumbá, n. 5, v. 1, p.1-4, 2000.
- MOURÃO, G. M., COUTINHO, M., MAURO, R., CAMPOS, Z., TOMÁS, W., MAGNUSSON, W. Aerial surveys of caiman, marsh deer and pampas deer in the Pantanal Wetland of Brazil. *Biological Conservation*, 2000, v. 92, n. 1, p. 175-183.
- MOURÃO, G. M. *Utilização econômica da fauna silvestre no Brasil: o exemplo do jacaré-do-pantanal*. Palmas, 2003. Disponível em: <http://www.agrolink.com.br/colunistas/ColunaDetalhe.aspx?CodColuna=618>. Acesso em: 04 de jul. 2018.
- MR CAYMAN - Mister Cayman LTDA: *Quem somos*. Alagoas, 2013. Disponível em: <http://complexo-mrcayman.webnode.com/sobre-nos/>. Acesso em: 17 de ago. 2018.
- MUNIZ, F. L. *Filogeografia e genética de populações de jacaré-paguá (Paleosuchus palpebrosus) ao longo do rio Madeira e bacia do rio Paraguai (Pantanal)*. 2012. 61 p. Dissertação, Mestrado em Genética, Conservação e Biologia Evolutiva - Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas. 2012.
- NETO, P. R. C. *1º frigorífico legal de jacaré do MS vai pegar ovos, criar e vender a carne*. 2018. Disponível em: <https://economia.uol.com.br/noticias/redacao/2017/09/21/pantanal-abre-frigorifico-para-carne-de-jacare.htm>. Acesso em: 15 out. 2018.
- NEVES, T. *Especial Cuniã: Couro de jacaré à caminho do exterior: depoimento [26 de janeiro, 2015] Rondônia: Rondônia no ar. Entrevista concedida a Rondônia no ar*.
- OPORTUNIDADES DE NEGÓCIOS - OPNAL. *Cadeia Produtiva Crocodiliana*. Alagoas, 2015. Disponível em: http://www.investimentosalagoas.al.gov.br/op/ag_09.pdf. Acesso em: 26 maio. 2018.
- PACHECO, J. W. F. *Curtumes: Série P + L*. São Paulo: CETESB, 2005. 76 p.
- PAULINO, F.O. *Produção e características de qualidade de hambúrguer de carne de jacaré-do-pantanal (Caiman crocodilus jacare)*. 2012. 100 p. Tese, Doutorado em Engenharia Ambiental e Urbana - Universidade Federal Fluminense, Niterói. 2012.
- PEREIRA, A. C., MALVASIO, A. Síntese das características da ordem Crocodylia, fatores de influência em estudos populacionais e aspectos de seleção e uso de habitat para Caiman crocodilus e Melanosuchus niger no Estado do Tocantins, Brasil. *Biota Amazônia*, 2014, v. 4, n. 1, p. 111-118.

- PINCHEIRA-DONOSO, D., BAUER, A.M., MEIRI, S., UETZ, P. Global Taxonomic Diversity of Living Reptiles, *Plos One*. 2013, v. 8, n. 3, p. 1- 10.
- PIRAN, C. *Propostas para a gestão da qualidade e da segurança do alimento da unidade processadora de carne de jacaré da COOCRIJAPAN*. 2010. 155 p. Dissertação, Mestrado em Engenharia de Produção - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 2010.
- POUGH, F. H., ANDREWS, R. M., CADLE, J. E., CRUMP, M. L., SAVITZKY, A. H., WELLS, K. D. *Herpetology*. New Jersey: Pearson Prentice-Hall, 2001. 612 p.
- POUGH, F. H., JANIS, C. M., HEISER, J. B. *A Vida dos Vertebrados*. São Paulo: Atheneu, 2003. 699 p.
- RANGEL, S. M. H. *Dinâmica e estrutura populacional do jacaré-açu (Melanosuchus niger) na Amazônia*. 2015. 74 p. Dissertação, Mestrado em Genética - Universidade Federal do Amazonas, Manaus. 2015.
- RIBEIRO, R. F. O dia da caça: Conflitos ambientais entre coureiros e a Ditadura Militar no Pantanal. In: ALAS, 29., 2013, Santiago. *Anais...* Santiago, 2013.
- RODRÍGUEZ, M. A. Cocodrilos (Archosauria: Crocodylia) de la región neotropical. *Biota Colombiana*. 2000, v. 1, n. 2, p. 135-140.
- RODRIGUES, E. C.; BRESSAN, M. C.; VICENTE NETO, J.; VIEIRA, J. O.; FARIA, P. B.; FERRÃO, S. P. B.; ANDRADE, P. L. Qualidade e composição química de cortes comerciais de carne de jacaré-do-pantanal (*Caiman yacare*). *Ciência e agrotecnologia*. 2007, v. 31, n. 2.
- ROMANELLI, P.F. *Propriedades tecnológicas da carne do jacaré do pantanal (Caiman crocodilus yacare)*. 1995. 140 p. Tese, Doutorado em Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1995
- ROMANELLI, P. F.; CASERI, R.; LOPES FILHO, J. F. Processamento da carne do jacaré do Pantanal (*Caiman crocodilus yacare*). *Ciência, Tecnologia e Alimento*. 2002, v. 22, n. 1, p. 70-75.
- ROMANELLI, P. F.; SCHMIDT, J. Estudo do aproveitamento das vísceras do jacaré do pantanal (*Caiman crocodilus yacare*) em farinha de carne. *Ciência, Tecnologia e Alimento*. 2003, v. 23, n. 1, p. 131 – 139.
- ROMANZOTI, N. *Gordura de jacaré pode se tornar a energia que manterá seu carro*. [S.l.: s.n], 2011. Disponível em: <http://hypescience.com/gordura-de-jacare-pode-se-tornar-a-energia-que-manter-a-seu-carro/>. Acesso em: de ago. 2018.
- ROSS, J. P. *Crocodiles: Status Survey and Conservation Action Plan*. IUCN/SSC, 1998. p. 96.
- RUEDA-ALMONACID, J. V.; CARR, J. L., MITTERMEIER, R. A., RODRÍGUEZ-MAHECHA, J. V., MAST, R. B., VOGT, R. C. *Las Tortugas y Cocodrilianos de los Países Andinos del Trópico*. Bogotá: Panamericana, 2007, 538 p.
- RUNGER. *Produtos: jacaré*. Santo André: [s.n], 2012. Disponível em: <http://www.cortumerunge.com.br/produtos-jacare.html>. Acesso em: 23 de ago. 2018.
- SANDER, M. *Criação de jacaré para abate: informações gerais sobre como iniciar uma criação de jacarés volata para o abate*. 2014. Curitiba: Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas (SBRT), 2014. Disponível em: <http://sbrt.ibict.br/acesoRT/1435>. Acesso em: 29 de jun. 2018.
- SIMONCINI, M. S., PIÑA, C. I., CRUZ, F. B., LARRIERA, A. Climatic effects on the reproductive biology of Caiman latirostris (Crocodylia: Alligatoridae). *Amphibia-Reptilia*. 2011, v. 32, n. 1, p. 305-314.
- SMITH, N.J.H. Caimans, capybaras, otters, manatees, and man in Amazonia. *Biological Conservation*. 1980, v. 19, n. 1, p. 177-187.

SOUZA, B. C. S.; SANTOS, G. A.; CAMPOS, R. M. L. Carne de jacaré – Revisão de Literatura. *Nutritime*. 2014, v. 277, n. 11, p. 3741 – 3754.

THORBJARNARSON, J. B. Reproductive characteristics of the order Crocodylia. *Herpetologica*. 1996, v. 52, n. 1, p. 8-24.

VERDADE, L. M. A exploração da fauna silvestre no Brasil: jacarés, sistemas e recursos humanos. *Biota Neotropica*, 2004, v. 4, n. 2, p. 1-12.

VERDADE, L. M. *Biologia Reprodutiva do Jacaré-de-Papo-Amarelo (Caiman latirostris) em São Paulo*. São Paulo: [s.n], 2016 Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/238084560_Biologia_Reprodutiva_do_Jacare-dePapo-amarelo_Caiman_latirostris_em_Sao_Paulo_Brasil. Acesso em 25 de jul. 2018.

VICENTE NETO, J. V. *Caracterização físico-química, colesterol e ácidos graxos da carne de Jacaré-do-Pantanal (Caiman jacare Daudin 1802) oriundo de zoológico e ambiente natural*. 2005. 136 p. Dissertação, Mestrado em Ciências dos Alimentos - Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2005.

VICENTE NETO, J.; BRESSAN, M. C.; FARIA, P. B.; VIEIRA, J. O.; SANTANA, M. T. A.; KLOSTER, M. Composição centesimal e colesterol da carne de jacaré-do-pantanal (*Caiman jacare daudin 1802*) oriundo de zoológico e habitat natural. *Ciência Agrotecnica*. 2006, v. 30, n. 4, p. 701-706, 2006.

VIEIRA J. P.; DA SILVA T. J. P., FREITAS M. Q.; FONTENELLE G.; LINDOTE H. C. F.; FREITAS, M. A. M. Caracterização do processo de rigor mortis do músculo Ilio-ischiocaudalis de jacaré-do-Pantanal (*Caiman crocodilus jacare*) e maciez da carne. *Ciência Rural*. 2012, v. 42, n. 3, p. 567-572.

VRANKOVIĆ, L; ALADROVIC, J; STOJEVIĆ, Z. *Fatty acid composition of different tissues in captive-reared and*

wild crocodilians – potential impact on human health. Zbornik radova 1. znanstveno-stručnog skupa o gmazovima "REPTILIA", 2018.

1 NOGUEIRA Wesclen Vilar é graduado em Engenharia de Pesca pela Universidade Federal de Rondônia – UNIR; Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos pela Universidade Federal do Rio Grande - FURG. wesclenvilar@gmail.com

2 DIAS Maria Irenilda de Souza é Cooperóloga pela Universidade Federal da Paraíba; Mestre em História, Direitos Humanos, Território e Cultura no Brasil e América Latina pela Universidad Pablo de Olavide; Doutora em Administração pela Universidad Nacional de Misiones. Pesquisadora envolvida com projetos de Extensão Rural e Pesqueira e Agroecologia na Universidade Federal de Rondônia/Dptº de Engenharia de Pesca e Aquicultura; Extensionista Rural no Serviço Público de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Rondônia (EMATER).

3. HURTADO, Fernanda Bay é Graduada em Química Bacharelado e Licenciatura pela Universidade Estadual de Maringá; Mestre em Química Aplicada pela Universidade Estadual de Maringá e Doutora em Biologia Experimental pela Universidade Federal de Rondônia. Atualmente é professora efetiva na Universidade Federal de Rondônia. Docente nos Departamentos de Engenharia de Pesca e Zootecnia da Universidade Federal de Rondônia - UNIR, e em cursos de Pós Graduação nesta mesma instituição.

4. PONTUSCHKA, Rute Bianchini é graduada em Ciências Farmacêuticas pela Universidade de São Paulo, mestre e doutora em Ciências dos Alimentos pela mesma instituição. Atualmente é professora nos cursos de Engenharia de Pesca e Zootecnia da Universidade Federal de Rondônia - UNIR.

Ambiência para bovinocultura de leite em clima tropical

Martins, Moises da Silva
Scatolo, Juliana Domingues
Marques, Tadeu Alcides
Godinho, Angela Madalena Marchizelli

Resumo

O presente artigo tem como objetivo avaliar o desempenho térmico de uma edificação rural e a influência da temperatura, e umidade relativa do ar (UR) na produção do leite no município de Anhumas no Estado de São Paulo – Brasil. Foram utilizadas duas metodologias, uma qualitativa baseada nas características arquitetônicas da construção, como: a técnica construtiva, o sentido de implantação da sala de ordenha (Norte-Sul), as formas de aberturas, a direção dos ventos predominantes e o cálculo de desempenho térmico de edificações. A metodologia quantitativa através de um termo higrômetro, no interior da sala de ordenha, e aferida a temperatura e umidade relativa do ar no período da manhã e da tarde. Os dados foram submetidos a teste de correlação no software OriginPro 8 e elaborada a superfície de resposta no software Table Curve 3D 4.0. Concluiu-se que a edificação apresentou altas temperaturas e baixa UR no período da tarde, influenciado pela condutividade térmica dos materiais construtivos e posicionamento das aberturas para ventilação e iluminação. Concluiu-se também que as altas temperaturas e a baixa umidade relativa do ar estão relacionadas com a queda na produção da tarde.

Palavras-chave: temperatura; lactação; bovino.

Abstract

The objective of this article is to evaluate the thermal performance of a rural building and the influence of temperature and relative humidity (RH) on milk production in the municipality of Anhumas city in São Paulo State. Two methodologies were used, one qualitative based on the architectural characteristics of the construction, such as: the constructive technique, the sense of implantation of the milking room (North-South), the forms of openings, the direction of the prevailing winds and the calculation of thermal performance of buildings. The quantitative methodology through a hygrometer term, inside the milking room, and measured the temperature and relative humidity of the air in the morning and afternoon. The data were submitted to a correlation test in the Origin Pro 8 software and the response surface was elaborated in Table Curve 3D 4.0 software. It was concluded that the building had high temperatures and low RH in the afternoon, influenced by the thermal conductivity of the building materials and positioning of the ventilation and lighting openings. It was also concluded that the high temperatures and the low relative humidity of the air are related to the decrease in the afternoon production.

Keywords: temperature; lactation; bovine.

Resumen

El objetivo de este artículo es evaluar el rendimiento térmico de un edificio rural y la influencia de la temperatura y la humedad relativa (HR) en la producción de leche en el municipio de la ciudad de Anhumas, en el estado de São Paulo. Se utilizaron dos metodologías, una cualitativa basada en las características arquitectónicas de la construcción, tales como: la técnica constructiva, el sentido de implantación de la sala de ordeño (Norte-Sur), las formas de apertura, la dirección de los vientos predominantes y la cálculo del rendimiento térmico de los edificios. La metodología cuantitativa a través de un término higrómetro, dentro de la sala de ordeño, y midió la temperatura y la humedad relativa del aire en la mañana y en la tarde. Los datos se enviaron a una prueba de correlación en el software Origin Pro 8 y la superficie de respuesta se elaboró en el software Table Curve 3D 4.0. Se concluyó que el edificio tenía altas temperaturas y baja humedad relativa por la tarde, influenciado por la conductividad térmica de los materiales de construcción y el posicionamiento de las aberturas de ventilación e iluminación. También se concluyó que las altas temperaturas y la baja humedad relativa del aire están relacionadas con la disminución en la producción de la tarde.

Palabras clave: temperatura; lactancia; bovino.

INTRODUÇÃO

As produções de leite dos rebanhos brasileiros são afetadas negativamente pelo calor tropical, pois as raças produtoras predominantes são provenientes das regiões europeias e, portanto, adaptadas as temperaturas mais amenas (PINHEIRO et al., 2015).

Boa parte do território brasileiro está caracterizada com clima tropical, desta forma possui temperatura elevada que pode afetar a bovinocultura leiteira, visto que quando a temperatura do ar excede a temperatura corporal dos bovinos de leite os processos fisiológicos de dissipação de calor são ineficientes comprometendo o metabolismo e a produção animal (AZEVEDO et al., 2005).

As construções destinadas ao manejo animal, projetadas de forma inadequada, podem comprometer as funções fisiológicas por estresse térmico pelo excesso de frio ou calor podendo levar o animal até ao óbito (TAKAHASHI et al., 2009).

A arquitetura bioclimática é a área do conhecimento humano responsável a adequar o espaço construído ao meio ambiente, fazendo uso de materiais e técnicas construtivas que promovam o conforto térmico dos ocupantes possibilitando o bem-estar, os elementos da

arquitetura bioclimática humana podem ser empregados nas construções rurais como forma de amenizar as altas temperaturas (CORREA, 2002).

Para o desenvolvimento de uma arquitetura bioclimática alguns fatores devem ser levados em consideração como, por exemplo, os fatores climáticos, de lugar e os biofísicos. Os fatores climáticos englobam o microclima da região a se elaborar o projeto arquitetônico, os fatores de lugar definem as características entorno da área onde o projeto será construído, e os fatores biofísicos remetem ao interior da construção, como materiais e técnicas construtivas e tipologia das aberturas (CUNHA, 2006).

As análises dos fatores de lugar envolvem as dimensões do terreno, a trajetória solar, a topografia, tipologia da vegetação, disponibilidade de água e barreiras naturais e artificiais (outras construções) que interfiram na iluminação e ventilação natural. O sentido da implantação (Norte – Sul) determina a posição das janelas e a localização dos ambientes no interior da construção. Este fator determina também a necessidade de proteção solar como, brises e beirais e a ventilação necessária ao longo do ano (LAMBERTS et al., 2012).

Bovinos de leite sendo homeotérmicos necessitam manter o equilíbrio da temperatura corporal equilibrando o calor metabólico e o calor

recebido (termogênese) com o calor dissipado para o meio ambiente (termólise). Os fluxos de calor entre os animais e o meio ambiente são denominados como sensível e latente. A troca de calor pode ser realizada por radiação, condução, convecção e evaporação (BAËTA et al. 2010)

Alguns autores divergem em relação a faixa de temperatura ideal para que bovinos de leite possam maximizar seu potencial genético de produção, sendo que a faixa ideal varia com a genética dos bovinos leiteiros. Pereira (2005) expõe que para raças europeias, como a holandesa, a faixa ideal de temperatura está entre 0° e 16° C, para as raças zebuínas entre 10 e 27° C, e para raças mestiças, como a Girolando, está entre 5° e 31° C. Nääs (1998) relata que a faixa ideal para vacas lactantes encontra-se entre 4° e 24° C, dependendo da umidade relativa do ar.

A instalação da sala de ordenha pode interferir na temperatura e na umidade relativa ofertada aos animais e conseqüentemente alterar a capacidade produtiva dos bovinos de leite. O trabalho teve como objetivo avaliar o

desempenho térmico de uma edificação rural da Bacia Leiteira de Anhumas na Região do Pontal e a sua influência na produção de um rebanho da raça Girolando.

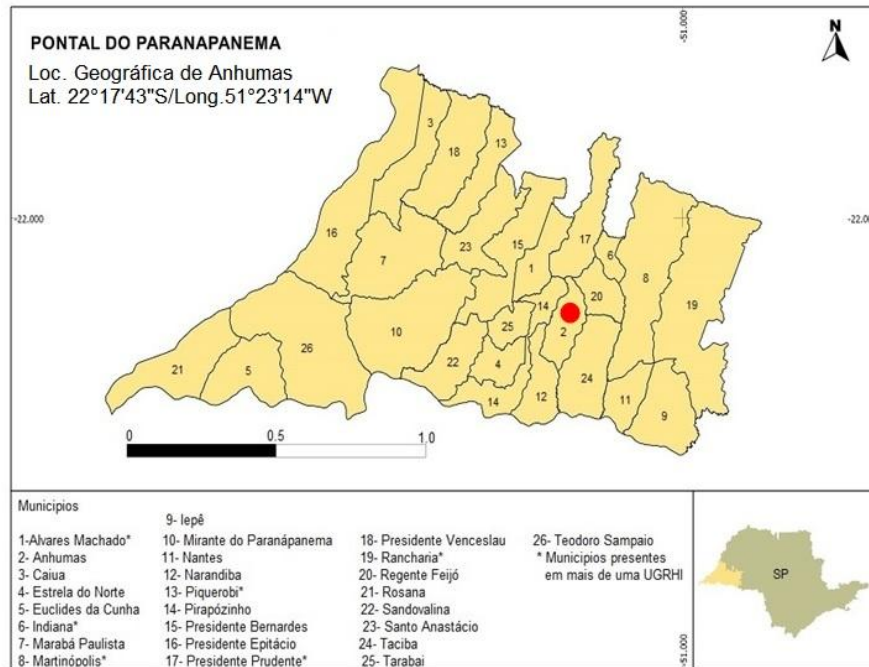
MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

A propriedade rural está localizada na cidade de Anhumas, região do Pontal do Paranapanema, interior do Estado de São Paulo - Brasil. O município possui 3.738 habitantes, sendo 679 na zona rural e uma extensão territorial de 320,840 km² (IBGE, 2010). A região do Pontal do Paranapanema é reconhecida como a mais pobre do Estado de São Paulo, é ímpar pelo grande número de assentamentos, e sede do Movimento Sem Terra (MST). No ano de 2014 possuía 114 assentamentos que contemplam 6.282 famílias. No ano de 2017 foi implantado o maior assentamento na região do Pontal, cerca de 235 lotes (DATALUTA, 2014; SÃO PAULO, 2017).

A localização do município de Anhumas no Pontal do Paranapanema está apresentada na Figura 1.

Fig. 1. Mapa do Pontal do Paranapanema e localização do município de Anhumas



Nota: Anhumas

Fonte: Adaptação pelos autores, 2016.

Rebanho bovino e a construção rural

Foram utilizados 50 animais da raça Girolando, criados em sistema de confinamento, com água potável e alimentação adequada disponível.

Os animais foram ordenhados em dois horários ao dia, às 07h00min horas e as 17h00min horas (horário de Brasília – BR);

Para os levantamentos de campo foi utilizada uma abordagem qualitativa, para as técnicas construtivas, com embasamento na metodologia proposta por Cunha (2006). Foram verificados os materiais construtivos, as formas de aberturas e o sentido da implantação (N-S) foi reproduzido na Carta Solar 22° Sul utilizando o software AutoCad 2018 e simulada a trajetória

solar no software SketchUp Make 2017 com base no solstício de verão, período em que a pesquisa foi desenvolvida e por ser a pior situação para os animais?

Foram feitos os cálculos de transmitância térmica, atraso térmico e fator solar, propostos pela NBR 15220, Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações. A Parte 3: Zoneamento Bioclimático Brasileiro e Diretrizes Construtivas para Habitações Unifamiliares de Interesse Social, foi utilizado para verificar as propostas de técnica construtivas para a zona bioclimática onde está inserida a área de estudo.

Coleta e análise de dados de temperatura, umidade relativa do ar e produção de leite

Utilizou-se um termo higrômetro no interior da sala de ordenha e foi aferida a temperatura e umidade relativa do ar às 07 horas e às 17 horas, horários referentes à ordenha dos animais, entre os dias 12 de dezembro de 2016 e 31 de janeiro de 2017, totalizando sete semanas de estudo. Foi registrada a produção de leite nos horários da ordenha durante o mesmo período em que os dados climáticos foram aferidos. Os dados foram submetidos ao teste de regressão linear no software OriginPro 8 e elaborada a superfície de resposta no software Table Curve 3D 4.0, com os valores ajustados pelas equações estatísticas de regressões que apresentaram valores de indicativos de (F) acima de 0,05.

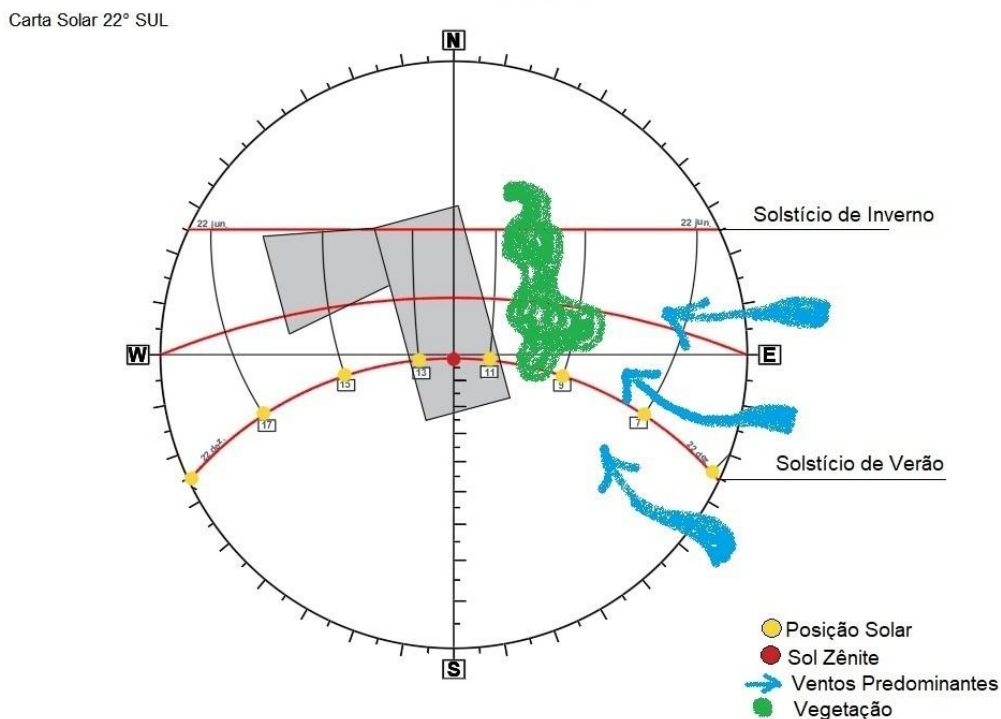
RESULTADOS

No período compreendido entre às 07h00min e 10h00min horas a incidência solar é maior na fachada leste que em outras partes da construção, às 11 horas o sol começa a incidir diretamente no telhado permanecendo até às 14 horas, atingindo o zênite (ângulo de 90° com a superfície terrestre) às 12h00min horas. A partir das 15 horas o sol incide além da cobertura na fachada oeste, se pondo às 19h00min, totalizando doze (12) horas de incidência solar diretamente na construção (Fig. 2 – Trajetória solar).

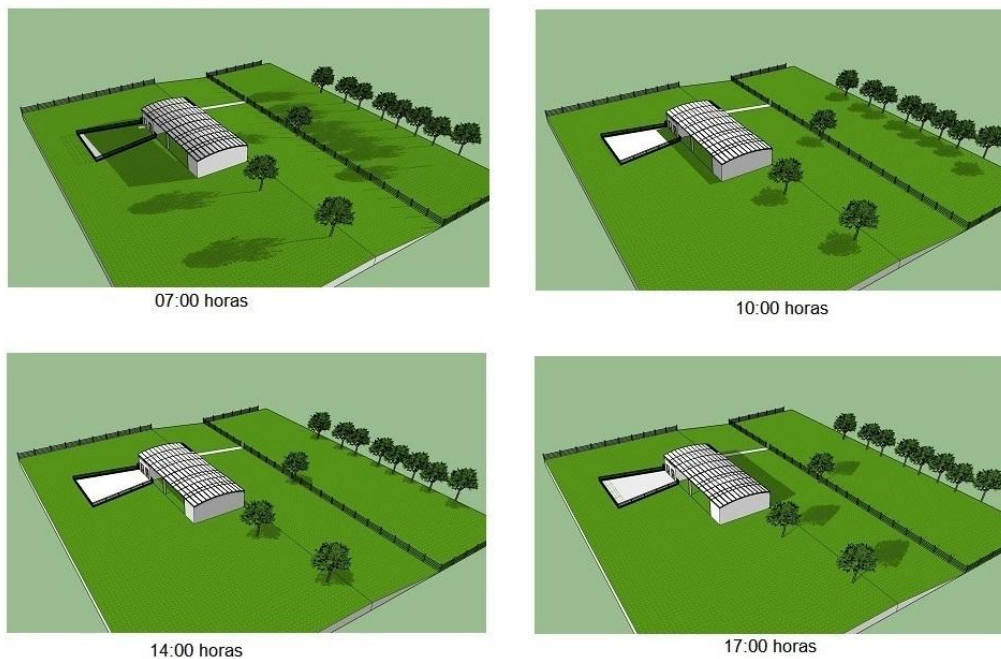
Os ventos predominantes são da região sudeste, onde também está localizada uma área de vegetação nativa que forma uma barreira natural (Fig. 2 – Carta solar).

A figura 2 representa carta solar 22 que mostra implantação da edificação na Carta Solar 22°Sul e direção dos ventos predominantes e simulação da trajetória solar.

Fig. 2. Implantação da Edificação na Carta Solar 22°Sul, Direção dos Ventos Predominantes e Simulação da Trajetória Solar



Trajetória Solar no Solstício de Verão - 22 de Dezembro



A tabela 1 mostra a média total da temperatura e a umidade relativa do ar, bem como a produção do rebanho e produção por

animal durante as sete semanas que foi realizado o experimento.

Tabela 1. Média Total da Temperatura, Umidade Relativa do Ar, Produção do Rebanho e Produção por animal nas sete semanas do Experimento

Variáveis	Valores Obtidos	Valores Referência	de Dentro dos Parâmetros?
Transmitância Térmica Parede (W.m ²)	2,28	≤ 2,20 ¹	Não
Transmitância Térmica Cobertura (W.m ²)	2,85	≤ 2,20 ¹	Não
Atraso Térmico Parede (Horas)	3,7	≤ 6,50 ¹	Sim
Atraso Térmico Cobertura (Horas)	1,06	≤ 3,30 ¹	Sim
Fator Solar Parede (%)	1,82	≤ 3,50 ¹	Sim
Fator Solar Cobertura (%)	2,84	≤ 6,50 ¹	Sim
Área de Abertura (%)	10	15 a 25 ¹	Não
Temperatura Manhã (°C)	22,75	4 a 24 ²	Sim
Temperatura Tarde (°C)	29,81	4 a 24 ²	Não
Umidade Relativa do Ar Manhã (%)	87,52	50 a 70 ³	Não
Umidade Relativa do Ar Tarde (%)	68,51	50 a 70 ³	Sim
Prod. de Leite Manhã (Litros/Rebanho)	708,31	≥775.19 ⁴	Não
Prod. de Leite Tarde (Litros/Rebanho)	582,65	≥775.19 ⁴	Não

Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

Nota: ¹NBR 15200; ²Martello et al. 2004 ³Neto et al. 2014; ⁴EMBRAPA, 2005.

A produção de leite pelos animais estudados no ensaio, tanto na ordenha da manhã, quanto na ordenha da tarde estiveram abaixo dos valores referencias propostos por EMBRAPA, (2005). Das variáveis avaliadas a Temperatura da sala de ordenha, no período da tarde apresentou-se acima dos valores referencias propostos por Martello et al., (2004), além de apresentar uma correlação linear com produção de leite (Fig. 4a), sendo que a temperatura da sala de ordenha também apresentou correlação linear com a Temperatura externa máxima. Este fato permitiu a elaboração da Fig. 4c, superfície de resposta entre as variáveis de produção de leite, temperatura da sala de ordenha e temperatura externa máxima. A relação mais forte ocorre entre a produção de leite e a temperatura externa máxima,

demonstrando que o material construtivo não impediu a passagem do calor.

Deve-se ressaltar que os mesmos resultados ocorreram para as temperaturas e produção de leite no período da manhã (Fig. 3). A variável Umidade Relativa do Ar, no período da manhã apresentou valores superiores aos de sugeridos por Neto et al. (2014). No entanto, encontrou-se uma correlação positiva entre umidade relativa e produção de leite (Fig. 5b).

A interação com a temperatura e produção de leite é muito mais forte que a interação entre umidade relativa e produção de leite (Fig.5c). Desta forma procurou-se explicação destas interações nos materiais construtivos e nas áreas de abertura como as janelas. Com relação às referências dos materiais construtivos, a Transmitância Térmica da Parede

(alvenaria) e da cobertura (Zinco) ficou acima dos valores de referência propostos pela NBR 15200.

A área total de aberturas para ventilação também está fora do proposto pela NBR15220 para o zoneamento bioclimático da área de estudo. Barnabé et al. (2015) em um estudo comparativo de diferentes coberturas constatou que os materiais que tem melhor desempenho térmico em instalações pecuárias são, a telha cerâmica e a telha de fibrocimento revestidas de tinta branca.

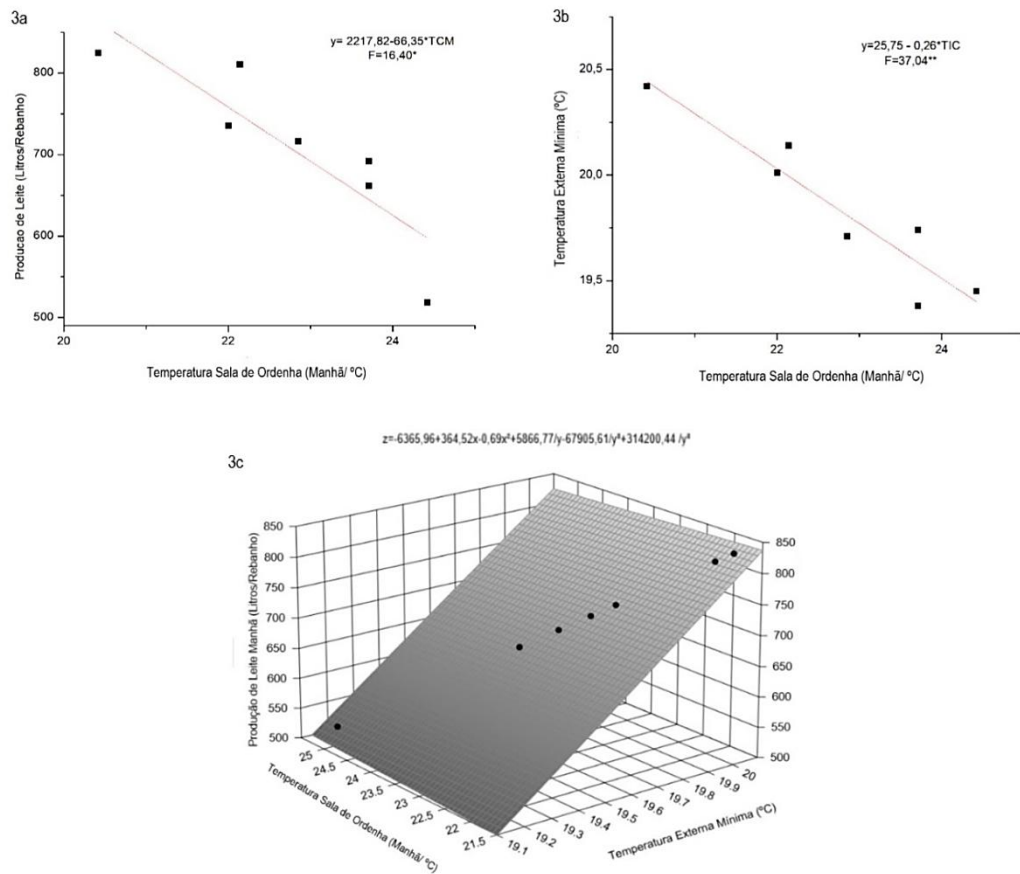
Com relação ao fechamento de alvenaria e a área de abertura Sales et al. (2016) dizem que construções que possuem poucas paredes são mais aceitáveis em zonas tropicais, pois facilitam ventilação e iluminação, melhorando as condições térmicas do ambiente e auxiliando na dissipação de calor e das bactérias existentes nas instalações.

A baixa produtividade em temperaturas mais elevadas com UR fora da faixa estabelecida

por Neto et al., 2014 foi ocasionada pela inadequada escolha de materiais construtivos e sentido da implantação da instalação rural, bem como a existência de árvores nativas que funcionam como barreiras de vento. As barreiras naturais como a vegetação de acordo com Lamberts et al. (2012) podem reduzir até 50% a intensidade do vento incidente no ambiente diminuindo em 25% a capacidade de resfriamento da edificação.

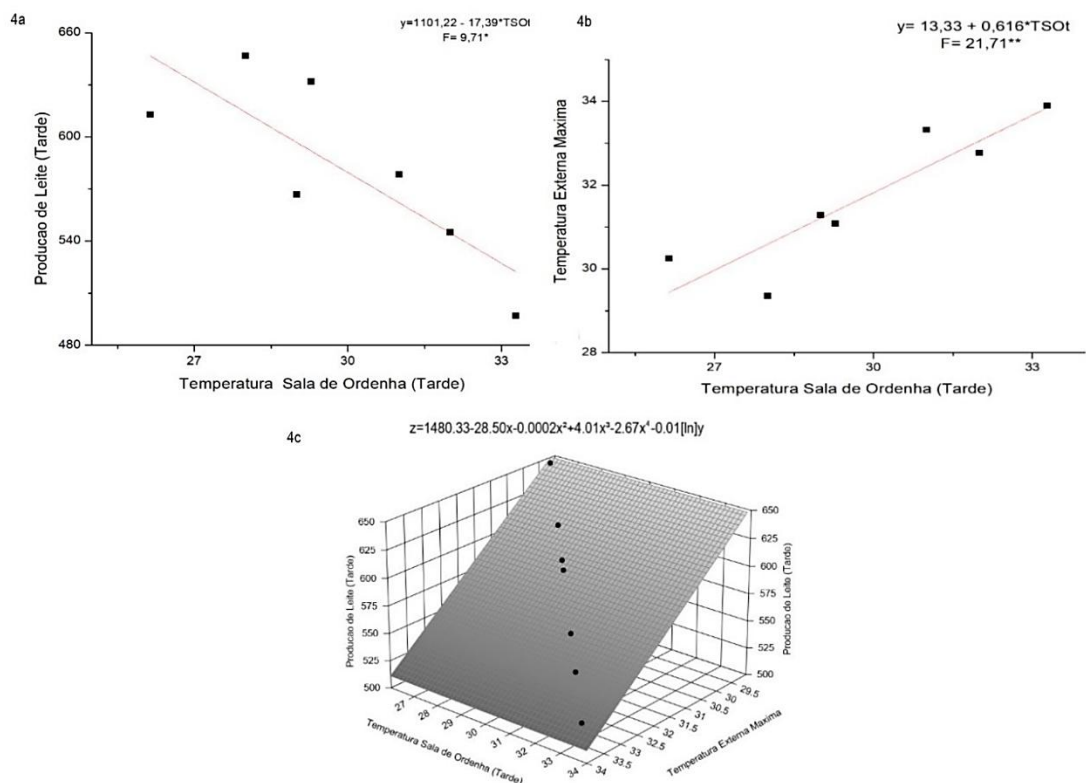
Os gráficos da figura 3 são de correlação entre produção de leite e temperatura sala de ordenha no período da manhã, sendo 3b o gráfico de correlação entre temperatura externa mínima e temperatura da sala de ordenha no período da manhã. O gráfico 3c é gráfico da superfície de resposta da relação entre produção de leite, temperatura da sala de ordenha e temperatura externa mínima.

Fig. 3. (a) Gráfico de Correlação entre Produção de Leite e Temperatura Sala de Ordenha no Período da Manhã. (b) Gráfico de Correlação entre Temperatura Externa Mínima e Temperatura da Sala de Ordenha no Período da Manhã. (c) Gráfico da Superfície de Resposta da Relação entre Produção de Leite, Temperatura da Sala de Ordenha e Temperatura Externa Mínima



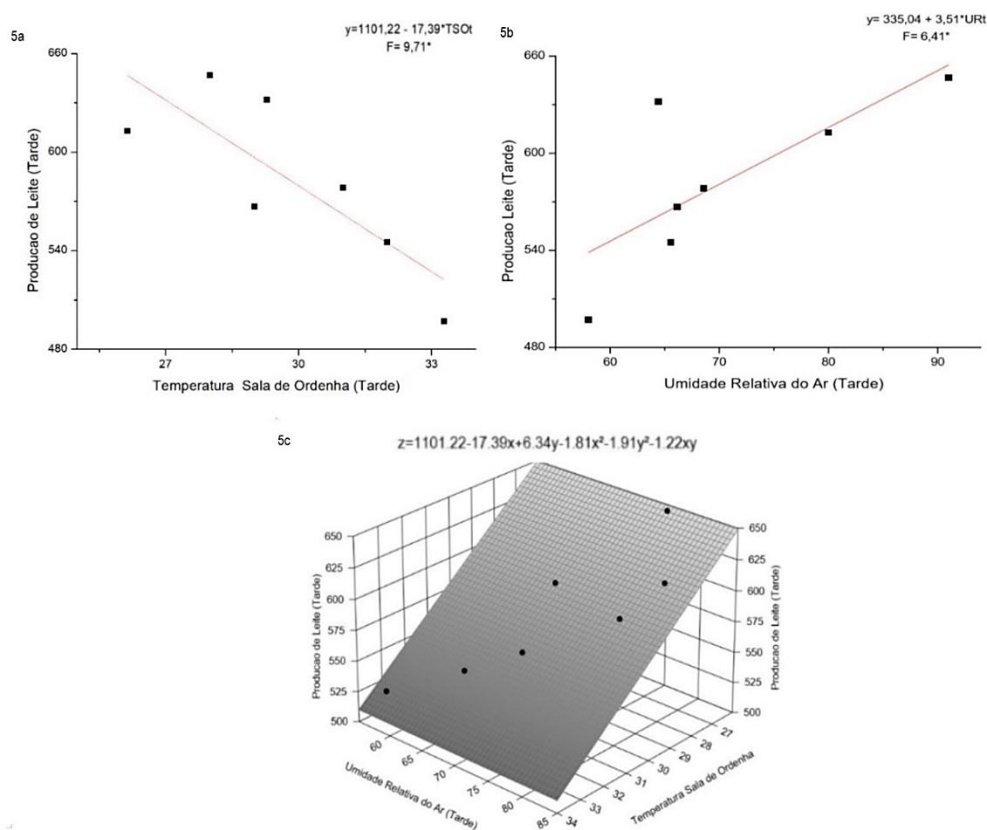
A fig. 4 representa os gráficos de correlação entre produção de leite e temperatura sala de ordenha no período da tarde, sendo o 4b o gráfico de correlação entre temperatura externa máxima e temperatura da sala de ordenha no período da tarde, já o gráfico 4c é da superfície de resposta da relação entre produção de leite, temperatura da sala de ordenha no período da tarde e temperatura externa máxima.

Fig. 4. (a) Gráfico de Correlação entre Produção de Leite e Temperatura Sala de Ordenha no Período da Tarde. (b) Gráfico de Correlação entre Temperatura Externa Máxima e Temperatura da Sala de Ordenha no Período da Tarde. (c) Gráfico da Superfície de Resposta da Relação entre Produção de Leite, Temperatura da Sala de Ordenha no Período da Tarde e Temperatura Externa Máxima



A figura 5 apresenta os gráficos de correlação entre produção de leite e temperatura da sala de ordenha no período da tarde, sendo 5b o gráfico de correlação entre produção de leite e umidade relativa do ar da sala de ordenha no período da tarde e 5c gráfico da superfície de resposta da relação entre produção de leite, temperatura da sala de ordenha no período da tarde e umidade relativa do ar na sala de ordenha no período da tarde.

Fig. 5. (a) Gráfico de Correlação entre Produção de Leite e Temperatura Sala de Ordenha no Período da Tarde. (b) Gráfico de Correlação entre Produção de Leite e Umidade Relativa do Ar da Sala de Ordenha no Período da Tarde. (c) Gráfico da Superfície de Resposta da Relação entre Produção de Leite, Temperatura da Sala de Ordenha no Período da Tarde e Umidade Relativa do Ar na Sala de Ordenha no Período da Tarde



CONCLUSÃO

É conclusivo, que proporcionar conforto e bem-estar aos animais é fundamental para garantir a produção de leite, pois todo investimento no incremento do ambiente irá refletir diretamente nos resultados de desempenho produtivo dos animais. Apesar de ainda existirem poucos estudos voltados para as questões da ambiência na bovinocultura de leite nas regiões de clima tropical. Especificamente,

nesse estudo o desempenho térmico da edificação foi ruim. Aqui foi possível, também, concluir que a temperatura tem grande influência na produção de leite e que a umidade relativa do ar (UR) não influencia de forma virtuosa na produção leiteira. Por fim, recomenda-se que sempre seja feito um planejamento prévio para cada época do ano, visando diagnosticar os principais agentes causadores de estresse nos animais, pois a produção de leite só pode ser sustentável e viável quando bem planejada.

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, M.; PIRES, M. F. A.; SATURNINO, H. M.; LANA, A. M. Q.; SAMPAIO, I. B. M.; MONTEIRO, J. B. N.; MORATO, L. E. 2005 Estimativas de níveis críticos superiores do índice de temperatura e umidade para vacas leiteiras 1/2, 3/4 e 7/8 Holandês-Zebu, em lactação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 34, p. 20002-008.
- BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. *Ambiência em edificações rurais: Conforto animal*. Universidade Federal de Viçosa, 2010.
- BAÊTA, F. C. D.; SOUZA, C. F. D. 2012. *Ambiência em Edificações Rurais*. Conforto Animal. 2. Edição. UFV., 269 p.
- BERMAN, A. 1985. Upper critical temperatures and forced ventilation effects for high yielding dairy cows in a subtropical climate. *Journal of Dairy Science*, 68, 1488-1495. doi:10.3168/jds.S0022-0302(85)80987-5.
- CAMPOS, A. T. et al. Estudo do potencial de redução da temperatura do ar por meio do sistema de resfriamento adiabático evaporativo na região de Maringá-PR. *Acta Scientiarum*, Maringá, v. 24, n. 5, p. 1575-1581, 2002.
- CUNHA, E. G.; SILVA, A. C. S. B. Projeto Eficiente. In: *Seminário de Qualidade em Edificações*. Santa Maria, 2006.
- CORREA, Celina Britto. *Arquitetura bioclimática: adequação do projeto de arquitetura ao meio ambiente natural*. São Paulo, 2002.
- DATALUTA. Relatório Pontal do Paranapanema 2013. Presidente Prudente: UNESP; NERA, 2014. Disponível em: http://www2.fct.unesp.br/nera/projetos/dataluta_pontal_2013.pdf. Acesso em: 16 de março de 2018.
- IBGE 2010. *Censo Demográfico*. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/v4/brasil/sp/anhumas/panorama>. Acesso em: 20/10/17.
- LAMBERTS, Roberto. *Desempenho térmico de edificações*. Disponível em <http://www.labee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/ECV5161%20Aula%203%20-%20Arquitetura%20e%20Clima.pdf>. 2012.
- MARTELLO, 2004. Respostas Fisiológicas e Produtivas de Vacas Holandesas em Lactação Submetidas a Diferentes Ambientes. *R. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 33, n. 1.
- NÄÄS, I. A. 1998. Biometeorologia e construções rurais em ambiente tropical. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA, 2., 1998, Goiânia. *Anais...* Goiânia: Sociedade de Biometeorologia. p. 63-73.
- NBR 15220 *Desempenho Térmico de Edificações Parte 2: Métodos de Cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações*. 2003.
- NBR 15220 *Desempenho Térmico de Edificações Parte 3: Zoneamento Bioclimático Brasileiro e Diretrizes Construtivas para Habitações Unifamiliares de Interesse Social*, 2003.
- NETO, A. A. L.; PANDORFI, H.; ALMEIDA, P. L. G.; GUISELINI, C. 2014. Climatização na pré-ordenha de vacas Girolando no inverno do semiárido. *Revista Brasileira de Engenharia e Agricultura*. V. 18, n.10, p. 1072-1078.
- NIENABER J. A., HAHN G. L. & EIGENBERG R. A. 2004. Engineering and management practices to ameliorate livestock heat stress. In: *Proceedings, International Symposium of The CIGR* (Evora, Portugal). pp.1-18.
- PEREIRA, M. F.. *Construções rurais*. São Paulo: Nobel, 2005.
- PINHEIRO, M. G.; NOGUEIRA, J. R.; LIMA, M. L. P.; LEME, P. R.; MACARI, M.; NÄÄS, I. A.; LALONI, L. A.; TITTO, E. A. L.; PEREIRA, A. F. 2005. Efeito do ambiente pré-ordenha (sala de espera) sobre a temperatura da pele, a temperatura retal e a produção de leite de

bovinos da raça Jersey. *Revista Portuguesa de Zootecnia*, v. 12, p. 37-43.

SÃO PAULO. Governo Estadual Implanta Novo Assentamento no Pontal. Portal do Governo. Disponível em: <http://www.saopaulo.sp.gov.br/spnoticias/governo-do-estado-implanta-novo-assentamento-no-pontal-do-paranapanema/>. Acesso em: 16 de março de 2018.

SALES, M.F.L.; PAULINO, M.F.P.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Composição corporal e requisitos energéticos de bovinos de corte sob suplementação em pastejo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 38, n. 7, p.1355-1362, 2016.

SILVA R. G. 2000. *Introdução à bioclimatologia animal*. São Paulo: Nobel, 286p.

SILVA, I. M.; PANDORFI, H.; ALMEIDA, G. L. P.; GUISELINI, C.; CALDAS, A. M. 2005 Análise Espacial das Condições Térmicas do Ambiente Pré-ordenha de Bovinos Leiteiros sob Regimes de Climatização. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 16, p. 903-909.

SILVA R. G.; MAIA A. S. C. & COSTA L. L. M. 2015. Index of thermal stress for cows (ITSC) under high solar radiation in tropical environments. *International Journal of Biometeorology*. 59: 551-559.

TAKAHASHI L. S.; BILLER J .D.; TAKAHASHI K. M. 2009. *Bioclimatologia zootécnica*. 2. ed. Jaboticabal: Funep, 91p.

1 MARTINS, Moisés da Silva. É doutor em Ciências Ambientais e sustentabilidade área de produção e Estudo de Eficiência – com uso de Dea – Análise Envoltória de Dados pela Universidade Católica Dom Bosco. Mestre em Administração – Área das Ciências Aplicadas em Empreendedorismo e Gestão de Negócios pela UEM/UEL. Possui graduação em Pedagogia – Fac. de Ciências, Letras e Educação de Pres. Prudente (1985). Possui graduação em Física pela Faculdade de Ciências e Educação de Pres. Prudente (1983). Graduação em Matemática – FAFI-UNESP Faculdade de Ciências e Letras de Pres. Prudente (1979). Atualmente é professor do Centro Est. De Educação Tecnológica Paula Souza e professor da Universidade do Oeste Paulista. Tem experiência na área de Economia, com ênfase em Métodos e Modelos Matemáticos, projetos, contabilidade, custos Econométricos e Estatísticos, atuando principalmente no tema negócios. martinsmoises@bol.com.br.

2 SCATOLO, Juliana Domingues.

3 MARQUES, Tadeu Alcides. Possui graduação em Engenharia Agrônômica pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, em 1985, Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, em 1991, no Setor de Açúcar e Álcool, atual LAN. Doutorado em Tecnologia de Alimentos pela Universidade Estadual de Campinas, em 1997, na Faculdade de Engenharia de Alimentos, setor de açucarados. De 1998 a 1999 atuou no pós-doutorado em Tecnologia de Alimentos pelo CPQBA/UNICAMP, elaboração do Programa Multimídia SuKroMedia. Atua desde 1999 como docente na Faculdade de Ciências Agrárias da UNOESTE, atuando com empenho e eficiência na área de produção de biomassa para bioenergia. Iniciou atividades como docente pesquisador no programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas em 2000, e posteriormente no Programa de Mestrado/Doutorado em Produção Vegetal em 2002. Recentemente (2013) no Mestrado em meio ambiente e desenvolvimento regional (MMADRE). Diretor do Centro de Estudos Avançados em Bioenergia e Tecnologia da Unoeste. Professor da Faculdade de Tecnologia de Piracicaba – Deputado “RoqueTrevisan”. tmarques@unoeste.com

4 GODINHO, Angela Madalena Marchizelli. Possui graduação em Licenciatura Plena em Química pela Universidade do Oeste Paulista (1994), graduação em Tecnologia Química - Produção de Açúcar e Álcool pela Universidade Metodista de Piracicaba (1981), mestrado em Agronomia pela Universidade do Oeste Paulista (2007) e doutorado em Agronomia pela mesma Instituição (2019). Atualmente é professora ii - celetista - SECRETARIA DA EDUCAÇÃO DO ESTADO DE SÃO PAULO, coordenadora do Curso sup. tec. agronegócio do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, professor titular do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, membro titular da congregação do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, vice-diretor CENTEC - Centro de estudos avançados da Universidade do Oeste Paulista, coordenadora de pós-graduação da Universidade do Oeste Paulista e professor da Universidade do Oeste Paulista. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em TECNOLOGIA SUCROALCOOLEIRA, atuando principalmente nos seguintes temas: cana de açúcar, cana-de-açúcar, vinhaça, cana-de-açúcar e álcool.

Caracterização dos nutrientes presentes em levedura (*saccharomyces cerevisiae*) submetida a liofilização

França, Tamires
Prada, Marcos Henrique

Resumo

Biomassa de levedura constitui excelente fonte de proteínas, que, devido suas características não-patogênicas, são possíveis de serem utilizadas na alimentação animal e até mesmo humana, como biomassa proteica ou bioproteínas. Seguindo este contexto este trabalho teve como objetivo quantificar os nutrientes em uma levedura utilizada na produção de cerveja artesanal. Amostras da biomassa da levedura *Saccharomyces cerevisiae* foram coletadas em uma cervejaria artesanal da cidade de Piracicaba-SP, sendo submetida a purificação por meio de sucessivas lavagens e em seguida a liofilização por 96 horas. Após quantificou-se os componentes da levedura, sendo realizados ensaios de determinação de umidade pelo método de estufa, cinzas (mufla/calцинаção), lipídeos (Soxhlet), e proteína (Kjedahl). Os minerais foram quantificados por espectrometria atômica de chama determinando os compostos fósforo, potássio, sódio, cálcio, magnésio, alumínio e ferro. O resultado obtido foi conforme o esperado, apresentando quantidades significativas de todos os compostos analisados.

Palavras chave: levedura; purificação; liofilização.

Abstract

Yeast biomass constitutes an excellent source of proteins, which, due to their non-pathogenic characteristics, are possible to be used in animal and even human food, such as protein biomass or bioproteins. Following this context, this work had as objective to quantify the nutrients in a yeast used in the production of artisanal beer. *Saccharomyces cerevisiae* yeast biomass collected from artesian brewery in the city of Piracicaba, São Paulo State, Brazil, the purification was carried out by washing them and subjecting them to lyophilization for 96 hours. After quantifying the yeast components, such as ash, muffle, lipid (Soxhlet), and protein (Kjedahl), the minerals were quantified by flame atomic spectrometry to determine the phosphorus, potassium, sodium, calcium, magnesium, aluminum and iron. The result obtained was as expected, with significant amounts of all compounds analyzed.

Key words: yeast; purification; lyophilization.

Resumen

La biomasa de levadura es una excelente fuente de proteínas que, debido a sus características no patogénicas, es posible de ser utilizadas en la alimentación animal e incluso humana, como biomasa proteica o bioproteínas. Siguiendo este contexto este trabajo tuvo como objetivo cuantificar los nutrientes en una levadura utilizada en la producción de cerveza artesanal. Muestras de la biomasa de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* fueron recolectadas en una cervecería artesanal de la ciudad de Piracicaba-SP, siendo sometida a purificación por medio de susceptibles lavados y luego la liofilización por 96 horas. Después de cuantificó los componentes de la levadura, se realizaron ensayos de determinación de humedad por el método de invernadero, cenizas (mufla / calcinación), lípidos (Soxhlet), y proteína (Kjedahl). Los minerales fueron cuantificados por espectrometría atómica de llama determinando los compuestos fosforo, potasio, sodio, calcio, magnesio, aluminio y hierro. El resultado obtenido fue conforme a lo esperado, presentando cantidades significativas de todos los compuestos analizados.

Palabras clave: levadura; purificación; liofilización.

INTRODUÇÃO

Existe uma demanda para a comercialização da levedura seca, por ser considerada de excelente valor nutricional, pois é uma das fontes mais seguras de proteína nas rações para os animais. O processo de secagem foi à técnica que auxiliou agregação do valor nutricional a esse produto, permitindo assim manter os nutrientes e abastecer tanto o mercado interno como externo (ICON TECH, 2009). O Brasil é considerado como o maior produtor de etanol do mundo (CONAB, 2015; UNICA, 2015).

O Brasil produz atualmente uma grande quantidade de biomassa de levedura, como subproduto das destilarias produtoras de etanol e das indústrias de cerveja. Devido ao rápido crescimento, as leveduras geram um excedente de produção, tornando-se resíduo agroindustrial, no qual é aproveitado, principalmente, como ingrediente nutritivo para alimentação animal (GRANJEIRO et al., 2001, MOREIRA et al., 2002). O processo de liofilização é o melhor método para produzir farinha de levedura.

Liofilização é um processo de estabilização, no qual uma substância é previamente congelada e então a quantidade de solvente (geralmente água) é reduzida, primeiro por sublimação e posteriormente

por dessorção, para valores tais que impeçam atividade biológica e reações químicas; e passam pelos processos de congelamento inicial, secagem primária e secagem secundária (MARQUES, 2008). É um método de desidratação usado na preservação de alimentos perecíveis, que produz alimentos secos com uma elevada qualidade em suas características sensoriais que podem ser percebidos pelos sentidos humanos, tais como cor, brilho, luz, odor, textura, sabor e valor nutricional. Estes produtos são capazes de apresentar uma vida útil prolongada, evitando deste modo a utilização de uma grande quantidade de aditivos.

Este trabalho teve por objetivo avaliar o perfil nutricional e o potencial de utilização de derivados da levedura secundária liofilizada na indústria alimentícia para ser utilizada em produtos como pães, biscoitos na área de panificação massas e salgadinhos.

METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO

Coleta e tratamento das amostras

As amostras de levedura secundária foram coletadas em cervejarias artesanais da região do município de Piracicaba-SP, e se formou da suspensão de células em refrigeração.

Tais amostras ficaram armazenadas a -80°C , até o tratamento de limpeza, que consistiu na adição de um reagente alcalino e sucessivas lavagens para obtenção da biomassa limpa e pronta para o consumo. As lavagens e o tratamento alcalino tiveram como objetivo retirar o excesso de resinas e taninos típico de lúpulo, inerente às amostras. Uma parte de um lote das amostras recebidas foi submetida apenas ao tratamento térmico e centrifugação, para obtenção da biomassa úmida sem tratamento (BMST).

Liofilização da biomassa úmida

O método utilizado teve como referência Sgarbieri et al. (1999) adaptado. A biomassa limpa congelada (-80°C) foi submetida ao processo de liofilização por 96 horas, em Equipamento Liofilizador Liotop L101, no qual será obtido o Liofilizado (BMSTL).

Aplicou-se tratamento térmico nas amostras para inativação de células remanescentes, ainda ativas, compreendendo $98^{\circ}\text{C}/10$ minutos, seguida de primeira lavagem e centrifugação, para recuperação e decantação das células, em Centrífuga modelo Q222t- marca Quimis, a uma velocidade de rotação de 2000 rpm por 10 minutos. As amostras foram armazenadas a -18°C , até o tratamento de limpeza e desamargamento, que consistiu na adição de

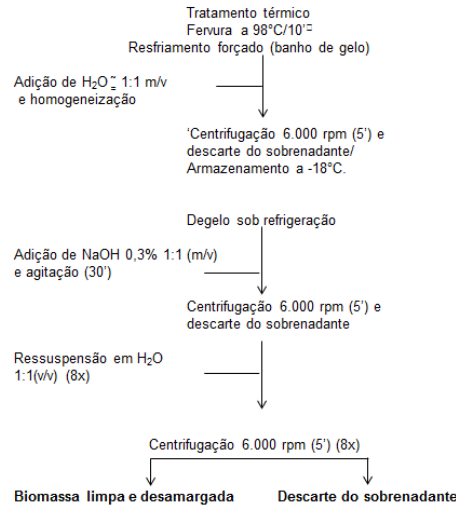
um reagente álcali NaOH a 0,3% e sucessivas lavagens para obtenção da biomassa limpa e desamargada (BMT). As lavagens e o tratamento alcalino tiveram como objetivo retirar o excesso de resinas e taninos e neutralizar o sabor amargo, inerente às amostras.

Uma parte de um lote das amostras recebidas foi submetida apenas ao tratamento térmico e centrifugação, para obtenção da biomassa úmida sem tratamento (BMST).

A biomassa limpa e desamargada foi congelada (-80°C) e submetida ao processo de liofilização por 96 horas, em Equipamento Liofilizador Liotop L101, no qual foi obtido o Liofilizado (BMSTL). A biomassa sem o tratamento será também liofilizada (BMSTL) sendo utilizada para análises de composição centesimal, de minerais e vitaminas.

A determinação da composição centesimal também foi realizada em um lote do BMSTL, em triplicata, para identificação de possíveis perdas nutricionais devido ao tratamento. A figura 1 apresenta o fluxograma do processo para obter a biomassa da levedura desamargada e limpa.

Figura 1. Fluxograma de tratamento da levedura secundária para obtenção da biomassa de levedura



Fonte: adaptado de Sgarbieiri et al, (1999).

O fluxograma apresenta de forma sucinta todo o procedimento realizado para se obter a biomassa. Não se utilizou nenhuma metodologia para preservar a viabilidade da levedura.

Composição centesimal

A composição centesimal foi realizada nas amostras, para determinação de lipídios, proteínas, umidade e cinzas, de acordo com as normas do Instituto Adolfo Lutz (2008). Foram utilizados 5,5 como fator de conversão a proteínas, sugerido por Reed e Nagodawithana (1991), para proteínas de levedura.

Para a determinação utiliza-se a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008).

Umidade

A determinação de umidade ocorre através da estufa.

Pesou 2g da amostra marcando o peso até a quarta casa decimal na balança analítica. Após levou a amostra para estufa a 105°C por 30min. Passado o tempo, retirou a capsula de porcelana deixou esfriar em dessecador por aproximadamente 30 minutos e pesar.

A porcentagem de matéria seca foi dada pela divisão do peso da amostra seca, pelo peso da amostra úmida, multiplicado por 100. O peso da amostra seca é dado pela diferença

entre o cadinho com a amostra seca e o cadinho sem amostra. Enquanto a porcentagem do teor de umidade é dada pela subtração de 100 menos a porcentagem de matéria seca.

Cálculo:

$$\text{Matéria seca \%} = \frac{\text{g amostra seca}}{\text{g de amostra}} \times 100$$

$$\text{Umidade \%} = 100 - \% \text{ matéria seca}$$

Determinação de cinzas

Com o auxílio de uma pinça, para evitar o contato com as mãos, que possam passar umidade e gordura, aquecer o cadinho na mufla a 550°C, por 30min, após esfriou-se em dessecador. Pesou-se o cadinho em balança analítica até a quarta casa decimal. Pesou-se 2g da amostra, após colocar cadinho na mufla e incinerar a amostra a 550°C, até que o material se torne branco ou cinza claro. Após esfriar no dessecador, o cadinho deve ser pesado.

Cálculo:

$$\text{Cinza \%} = \frac{(\text{peso cadinho com amostra} - \text{peso do cadinho})}{\text{peso da amostra}} \times 100$$

Peso da amostra (g)

Determinação do teor de lipídios

A técnica utilizada para a determinação do teor de lipídios foi o

método Soxhlet, que se aplica a produtos e subprodutos de origem vegetal e animal.

Para a análise é foi dobrado um papel filtro ao meio e em seguida dobrado em 3 vezes, pesou-se 2g de amostra no papel filtro e dobrar envolvendo a amostra. Logo, colocou dentro de um cartucho de Soxhlet e colocou algodão. O copo coletor foi numerado e pesado, previamente seco, em balança analítica até a quarta casa decimal. Após, o cartucho foi colocado dentro do aparelho de Soxhlet e adicionado hexano p.a, no copo coletor e encaixado no equipamento, após abriu a água e ligou o extrator de gordura começou a gotejar (60 gotas/min), a partir desse momento marcou a hora. Após 2h de extração, subiu a haste do equipamento e continuou a extração por mais 2h, depois fechou a torneira e recuperou o solvente. Por fim, colocou os copos coletores na estufa a 105°C durante 1h. Colocou no dessecador e pesou após esfriar.

Cálculo:

$$\text{Teor de óleo \%} = \frac{(\text{balão} + \text{óleo} - \text{balão})}{\text{peso da amostra}} \times 100$$

Peso da amostra (g)

Determinação de proteína

A determinação de proteína ocorreu através da metodologia de Kjeldahl, sendo

umas das análises mais importantes para este trabalho.

Para a digestão da amostra:

Pesou 0,1g da amostra em papel de seda e colocou no tubo digestor, adicionou 5ml de solução digestora: 175ml de H₂O destilada, 21,39g de Na₂SO₄ (anidro), 4,0g de CuSO₄.5H₂O, 200ml H₂SO₄ (conc), feito o branco (só a solução digestora). Colocou-se os tubos no bloco digestor ao centro. Na cabine de exaustão ligou-se a exaustão e o ligou ao bloco digestor à temperatura 100°C, após o material atingir o ponto de ebulição, aumentou-se a temperatura gradativamente até 350°C. Após o resfriamento, adicionou 10ml de H₂O em cada tubo.

Para a destilação da amostra digerida:

Colocou-se um tubo com a amostra digerida no destilador, conectando ao erlenmeyer com 10ml da solução de ácido bórico: 20g de ácido bórico, 15ml verde de bromocresol, 6 ml vermelho de metila, 1000ml água destilada, com indicador bem próximo a saída do condensador. Posteriormente colocou 20ml da solução de NaOH 40%, abriu a torneira bem lentamente pois a soda em contato com a amostra libera vapor. Após lavou o copo dosador de entrada de NaOH com o mínimo de água possível, e ligado o aquecimento com a torneira fechada. E

virou no erlenmeyer de rosa para verde esperou atingir 20ml.

Para a titulação:

Titular H₂SO₄ 0,05 N até a viragem de verde para rosa.

Cálculo:

$$\%N = \frac{(\text{ml amostra} - \text{ml branco}) \times N \times 14 \times 100}{100}$$

P(mg)

$$\% P = \%N \times f$$

Determinação de fósforo

O fósforo é um elemento mineral que pode ser encontrado amplamente difundido pelos alimentos sejam de origem animal ou vegetal. Possui funções vitais para os seres vivos, é um elemento químico essencial.

Pipetou alíquotas de 1, 2, 3, 4 e 5mL, em balão volumétrico de 50mL (fazer em triplicata). Colocou 12,5mL de vanadato-molibdato de amônio, e completar o balão volumétrico com água destilada a 20°C. Homogeneizar e esperar 10 minutos. Fez o branco com 12,5mL de vanadato-molibdato de amônio, e completou o balão volumétrico com água destilada a 20°C. Homogeneizou e esperou 10 minutos. Fez a leitura em espectrofotômetro a 420nm.

Amostra

Ocorreu através da utilização das cinzas previamente pré-preparadas. Dissolveu as cinzas em Becker de 500mL com 40mL de ácido clorídrico (1:3) e 1mL de ácido nítrico (HNO₃) concentrado. Lavar o cadinho com água destilada. Levar à ebulição, deixar esfriar, transferir para balão volumétrico de 100mL, completar o volume.

Retirou-se uma alíquota (1mL) e verteu-se para balão volumétrico de 50mL.

Colocou 12,5mL do reagente vanadato-molibdato de amônio. Completar o volume com água destilada a 20°C. Homogeneizou e esperou 10min. Leu em espectrofotômetro a 420nm.

Composição mineral

Foi determinada a composição de minerais pela metodologia Adolfo Lutz conforme a designação: 394/IV Determinação de minerais por

espectrometria de absorção atômica com chama.

O método apresentado refere-se a quantificação dos minerais: ferro, cobre, cálcio, magnésio, zinco, e potássio em alimentos. Baseia-se na determinação por espectrometria de absorção atômica com chama dos referidos minerais em uma amostra representativa do alimento, previamente digerida.

RESULTADOS

As figuras 2 ou 3 e 4 representam as leveduras que foram lavadas por 6 vezes com um intervalo de 24 horas. A figura 2 ou 3 mostra quando a levedura foi homogeneizada com a água para aguardar a decantação em 24 horas, já a figura 2 representa sua decantação após 24 horas.

Figura 2 - Lavagem da Levedura em Suspensão



Figura 2 - Levedura decantada (Lavagem/Purificação)



Fonte: própria, 2018.

Conforme as figuras ou 2 e 3 apresentam as leveduras se precipitam após 24 horas, sendo a lavagem o fator crucial para tirar impurezas e ajudar na remoção do amargor da levedura, para não possuir sabor residual na farinha de levedura, pois quando adicionada em alimentos ou ração animal

não será percebida no momento do consumo. A última lavagem ficou 75 horas para a precipitação total da levedura, após foi descartado a água em excesso e realizado a centrifugação no equipamento Q222t-conforme apresenta a figura 3.

Figura 3 - Levedura antes e pós centrifugação



Fonte: própria, 2018

A figura 3 nos mostra que saiu um alto teor de água que estava ainda solubilizado junto a levedura. Após a centrifugação a levedura foi armazenada em potes de plástico e congelada a -80° para a liofilização. O período de liofilização das

leveduras foi de 96 horas no liofilizador Liotop L101.

A figura 4 representa a levedura é após 96 horas de liofilização, pronta para quantificar os minerais.

Figura 4: Levedura pós Liofilização



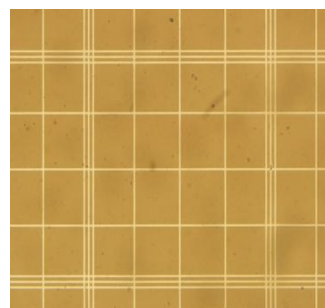
Fonte: própria, 2018.

A figuras 5 e 6 são das células de levedura apresentadas no microscópio ótico utilizando a ampliação de 250x.

Figura 5: Células da Levedura I



Figura 6: Células levedura II



Fonte: Própria, 2018.

As células, na maioria, se romperam, entretanto não alterou a quantificação de nutrientes, já que o foco do trabalho não é a viabilidade das células.

A tabela 1 apresenta as composições dos nutrientes da levedura *Saccharomyces cerevisiae*, com os resultados dos compostos analisados.

Tabela 1 - Composição da levedura

Composto	Quantidade %
Umidade	6%
Proteína	44%
Lipídeos	1%
Cinzas	2,43%

Fonte: Própria, 2018

A tabela 1 nos mostra que o teor é de em média 40% de proteína.

Em comparação com o trabalho de Yamada et. al (2003) a quantidade de lipídeos possui 3,44%; já a levedura liofilizada obteve-se em torno de 1%; a quantidade de cinzas foi de 8,33% a levedura liofilizada ficou em torno de 2,43%.

A tabela 2 apresenta os dados da composição mineral da farinha de levedura.

A quantidade de minerais encontrada comparada com Yamada et. al (2003) nos mostra que a levedura liofilizada se sobressai já que ela possui 647mg, o trabalho apresentou em torno de 16,94mg/100g de fósforo. O mesmo se repete com o potássio, na levedura liofilizada 66mg, e no trabalho 13,56mg. A levedura liofilizada possui 31mg de sódio já a biomassa de levedura integral possui 8,95mg é uma diferença considerável, já em comparação de cálcio a levedura

Tabela 2 - Composição dos Minerais da Levedura

Composto	Quantidade/100g
Fósforo	647 mg
Potássio	66 mg
Sódio	31 mg
Cálcio	329 mg
Magnésio	56 mg
Alumínio	7,2 mg
Ferro	6,1 mg

Fonte: Própria, 2018

liofilizada possui 329 mg e a biomassa de levedura integral possui 0,73 são quantidades bem discrepantes, a quantidade de magnésio a levedura liofilizada possui 56mg já a biomassa de levedura integral possui 2,10mg, no ferro levedura liofilizada possui 6,1 e a biomassa de levedura integral possui 0,10.

A variação da composição da levedura varia de tipo de cerveja, método de estocagem, tipo de levedura dentre outros, porém pode-se dizer que a levedura

liofilizada possui compostos com maior teor em comparação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se com base nos dados coletados durante a realização do trabalho, que a levedura possui quantidades significativas de proteínas e minerais, a qual é viável utilizar a levedura que é um subproduto do processo de produção da cerveja artesanal e das usinas de etanol cuja produção é elevada, e que pode prejudicar o meio ambiente. Por ser rica em nutrientes, contamina a água e o solo criando condições para a proliferação de bactérias e fungos que contaminam o meio ambiente.

Os dados se aproximaram da literatura sendo que o teor da proteína no qual a literatura diz que de média a levedura possui 40%, e o método de liofilização foi eficiente pelo teor de umidade encontrada.
Explicar

A levedura liofilizada poderá ser utilizada para enriquecer produtos

alimentícios, e também ração animal, o enriquecimento e a fortificação de produtos alimentícios é uma estratégia utilizada pela Política Nacional de Alimentação e Nutrição (PNAN) para a prevenção de doenças relacionadas à carência alimentar em proteínas e sais minerais.

Esse trabalho foi apenas uma contribuição para confirmar a literatura, no qual ainda poderá ser explorado como futuras informações já que comparado com outros bancos de dados os valores variam podendo assim serem explorados novos tipos de levedura e unidades de cervejarias diferentes.

REFERÊNCIAS

- BOZE H, MOULIN G, GALZY P. Production of food and fodder yeasts. *Crit Rev Biotechn*, 1992; 12: 65 – 86.
- BUTOLO J. E. Uso de biomassa de levedura em alimentação animal: propriedades, custo relativo a outras formas de nutrientes. In: Workshop Produção de Biomassa de Levedura em Alimentação Animal e Humana; Agosto, Campinas. *Anais*. Campinas: ITAL; 1996.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. *Levantamento da safra de grãos, café, cana-de-açúcar e laranja (área plantada, produtividade e produção)*. Brasília, Distrito Federal, dezembro de 2015. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&>. Acesso em: 22 dez. 2015.
- GRANGEIRO, M.G.A. et al. Inclusão da levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) em dietas para frango de corte. *Rev. Bras. Zootec.*, v. 30, n. 3, p. 766-773, 2001.
- HAMMAMI, C., RENÉ, F., AND MARIN, M. (1999) Process–quality optimization of the vacuum freeze-drying of apple slices by the response surface method. *International Journal of Food Science and Technology*, 34: 145–160.
- ICON TECH (2009). *Sangria de levedura*. Disponível em: Acesso em: 05 DEZ. 2015.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. *Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz*. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. São Paulo, 2008
- MARQUES A.; OETTERER, M.; HORII, J. Caracterização de leveduras e seu uso na alimentação. *Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 32, n. 1, p. 89-98, 1998.
- MIYADA, V. S. *A levedura seca na alimentação de suínos: estudos adicionais sobre o seu valor proteico e vitamínico*. 1987. (Tese de livre docência).
- MOREIRA, J. A., MIYADA, V.S., et al. Uso da Levedura Desidratada como Fonte Proteica para Suíno em Crescimento e Terminação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 27, n. 6, p.1160-1167, 1998.
- UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR - UNICA. *Maior produtor mundial de cana-de-açúcar*. 2015. Disponível em: <http://www.unica.com.br/faq/>. Acesso em: 22 dez. 2015.
- YAMADA, Eunice Akemi et. al. *Rev.Nutr.* Vol.16, n. 4, Campinas Oct./Dec. 2003.

1 Tamires FRANÇA possui Graduação em Tecnologia em Alimentos pela Faculdade de Tecnologia de Piracicaba Dep. “Roque Trevisan”- Fatec Piracicaba. Curso técnico em alimentos pela Escola Técnica Rubens de Faria e Souza concluído em 2015.

2 Marcos Henrique PRADA. Possui graduação em Ciências Biológicas pela Faculdade Metodista de Piracicaba (UNIMEP-2004), com especialização em Gestão de Produção e Manutenção em Bioenergia (UFISCAR-2012). Desde 2012 é professor da Faculdade de Tecnologia de Piracicaba (FATEC) “Deputado Roque Trevisan” vem ministrando aulas no Curso de Biocombustíveis. Tem experiências de 21 anos nas áreas de Produção e Manutenção em indústrias Sucroalcooleiras e desenvolve trabalhos de graduação nas áreas de Tecnologias em Biocombustíveis e Alimentos.

Gestão do aproveitamento de resíduos recicláveis e não recicláveis de um condomínio – estudo de caso

Mazzonetto, Alexandre Witier
Gentil, Maria Cláudia Garcia
Marchetti, Rebeca

Resumo

O lixo ou resíduo sólido é um problema para a sociedade, da coleta, tratamento e a destinação final do mesmo. Os resíduos provenientes das atividades humanas produzem problemas sociais e sanitários, por isso leis foram criadas para regulamentarem o destino adequado para os resíduos. A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), criada em 2010, estabelece o prazo até 2020 para que todo o país dê destinação adequada para os resíduos sólidos. O resíduo sólido não precisa ser apenas um problema de difícil solução, mas pode ser uma fonte de recursos e matéria prima. Pesquisou-se um condomínio de apartamentos no município de Piracicaba/SP. Coletaram-se amostras de resíduos ao longo dos dias úteis do mês de março 2018, com o objetivo de separar e mensurar os tipos de resíduos - recicláveis e não recicláveis. As quantidades levantadas possibilitaram estimativas de uma potencial economia mensal reciclando plástico, metal, vidro e *tetra pak*; os resíduos não reciclados poderiam gerar 7.069 kW.h por mês de energia elétrica ou uma economia de R\$ 4.760,33 por mês. Concluiu-se que é vantajoso para o condomínio separar, tratar e utilizar o resíduo gerado como fonte de energia.

Palavras chave: Resíduos sólidos, reciclagem, lixo, energia, potencial energético.

Abstract

Garbage or solid waste is a problem for society, the collection, treatment and final destination of it. Waste from human activities produces social and sanitary problems, so laws have been created to regulate the proper disposal of waste. The National Solid Waste Policy (PNRS), created in 2010, sets the deadline until 2020 for the whole country to provide adequate disposal for solid waste. Solid waste need not only be a problem of difficult solution, but can be a source of resources and raw material. An apartment condominium was investigated in the municipality of Piracicaba/SP. Waste samples were collected during the working days of March 2018, in order to separate and measure the types of waste - recyclable and non-recyclable. The quantities raised allowed estimates of potential monthly savings by recycling plastic, metal, glass and tetra pak; the non-recycled waste could generate 7,069 kWh per month of electricity or an economy of R \$ 4,760.33 per month. It was concluded that it is advantageous for the condominium to separate, treat and use the waste generated as an energy source.

Keywords: Solid waste, recycling, waste, energy, energy potential.

Resumen

La basura o residuo sólido es un problema para la sociedad, la recolección, el tratamiento y el destino final del mismo. Los residuos provenientes de las actividades humanas producen problemas sociales y sanitarios, por lo que se crearon leyes para regular el destino adecuado para los residuos. La Política Nacional de Residuos Sólidos (PNRS), creada en 2010, establece el plazo para 2020 para que todo el país dé destino adecuado a los residuos sólidos. El residuo sólido no necesita ser sólo un problema de difícil solución, pero puede ser una fuente de recursos y materia prima. Se buscó un condominio de apartamentos en el municipio de Piracicaba / SP. Se recogieron muestras de residuos a lo largo de los días laborables del mes de marzo de 2018, con el objetivo de separar y medir los tipos de residuos - reciclables

y no reciclables. Las cantidades levantadas posibilitar estimaciones de una potencial economía mensual reciclando plástico, metal, vidrio y tetra pak; los residuos no reciclados podrían generar 7.069 kW.h por mes de energía eléctrica o un ahorro de R \$ 4.760,33 al mes. Se concluyó que es ventajoso para el condominio separar, tratar y utilizar el residuo generado como fuente de energía.

Palabras clave: Palabras clave: Residuos sólidos, reciclaje, basura, energía, potencial energético.

INTRODUÇÃO

Um dos grandes desafios para a sociedade moderna é a destinação adequada para os resíduos provenientes das atividades humanas, pois o consumo cresce junto com o desenvolvimento econômico e demográfico. Todo agrupamento de pessoas gera resíduos (lixo), quer seja um *shopping center*, um hotel, um hospital, um condomínio ou um município. Um condômino pode gerar muito resíduo sólido ao longo dia e o seu descarte pode ser um problema para a administração do condomínio.

Pela Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS (2010), o resíduo passará a ser um problema com custo para seus geradores, pois os geradores serão responsáveis pelo tratamento e destinação adequada do resíduo para os 30% que não forem recicladas ou tratadas.

Empresas, pessoas jurídicas, toda sociedade terá que adequar-se as normas estabelecidas, adotando opções de reutilização, reciclagem, opções de tratamento e destinação adequada. Este trabalho avaliou opções para transformar o resíduo em uma oportunidade de receita e geração de energia.

Assim, realizou-se um estudo de caso e as opções possíveis para destinação dos resíduos gerados pelo condomínio, que foram caracterizados, separados e quantificados; em resíduos recicláveis, não recicláveis e orgânicos; assim foram feitas estimativas do potencial energético e de reciclagem.

REVISÃO DE LITERATURA

Resíduos

Resíduos são os descartes das atividades humanas, provenientes das indústrias, comércio e residências. Resíduo é diferente de lixo, enquanto o lixo é tudo aquilo que não tem mais utilidade, o resíduo pode ser reutilizado. De acordo com a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), NBR 10.004:2004, resíduos sólidos são resultados das atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Também são incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água (ETA), aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos (ETE) ou corpos de água.

Segundo a Norma Brasileira - NBR 1004 (ABNT, 2004), resíduos sólidos são aqueles em estado sólido e semissólido resultantes de atividades de origem doméstica, industrial, hospitalar, agrícola, comercial de serviços e varrição, bem como os lodos resultantes do tratamento de água, equipamento e instalações de controle de poluição e alguns líquidos cuja propriedade torne viável o seu lançamento na rede pública de esgoto ou cursos de água.

A Lei nº 12.305/2010, que instrui a Política Nacional de Resíduos Sólidos os resíduos sólidos têm a seguinte classificação (MMA, 2010):

- a) Resíduos Domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;
- b) Resíduos de Limpeza Urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;
- c) Resíduos Sólidos Urbanos: os englobados nas alíneas "a" e "b";
- d) Resíduos de Estabelecimentos Comerciais e Prestadores de Serviços: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos nas alíneas "b", "e", "g", "h" e "j";
- e) Resíduos dos Serviços Públicos de Saneamento Básico: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos na alínea "c";
- f) Resíduos Industriais;
- g) Resíduos De Serviços De Saúde;
- h) Resíduos Da Construção Civil;
- l) Resíduos Agrossilvopastoris;
- j) Resíduos De Serviços De Transportes;
- k) Resíduos De Mineração.

Os resíduos podem ser classificados de acordo com suas características, conforme a NBR 1004 apresenta no Quadro 1.

Quadro 1. Classificação dos resíduos sólidos

CARACTERÍSTICA FÍSICA		CARACTERÍSTICA QUÍMICA	
SECOS	MOLHADOS	ORGÂNICO	INORGÂNICO
Papeis	Restos de comida	Restos de alimentos	Plástico
Plásticos	Cascas de frutas	Ovos	Vidro
Espuma	Verduras	Ossos	Borracha
Tecido	Legumes	Cabelos	Tecido
Vidro	Alimentos estragados	Pó de café	Metal
Madeira	Ovos	Podas de jardim	Isopor

Fonte: Adaptado da NBR 1004 (ABNT 2004).

Desde 2010, o Brasil possui uma Política Nacional de Resíduos Sólidos, que estabelece o prazo até 2020 para que o país tenha toda estrutura necessária para destinação adequada dos resíduos sólidos, conhecido como lixo. Para isso será preciso agir nas áreas políticas, econômicas ambientais, culturais e sociais, para que essa meta seja cumprida. Com isso, a palavra

lixo, não serve mais para definir o material descartado pelas residências, empresas e órgãos públicos, passando a ser chamado atualmente de resíduo sólido (SEBRAE, 2017).

A Gestão dos Resíduos no Brasil

De acordo com a ABRELPE (2017), em 2017 o Brasil coletou 71,6 milhões de toneladas de resíduos sólido, com um índice de cobertura de 91,2% para o país; cerca de 42,3 milhões de toneladas de RSU, ou 59,1% do coletado foram dispostos em aterros sanitários. O restante, que corresponde a 40,9% dos resíduos coletados, foi despejado em locais inadequados, assim, mais de 29 milhões de toneladas de resíduos em lixões ou aterros controlados, sem sistemas e medidas para proteção do meio ambiente contra danos e degradações. A geração de RSU aumentou 1% em relação a 2016 e passou para uma geração de RSU per capita de 1,035 kg/hab./dia.

A maior parte dos órgãos públicos já implementa ações que estão se inserindo no projeto Coleta Seletiva Solidária, conforme o Decreto nº 5940, de 25 de outubro de 2006, que estabelece a separação dos resíduos recicláveis descartados pelos órgãos e entidades da administração pública federal direta e indireta, na fonte geradora, e a sua destinação às associações e cooperativas dos catadores de materiais recicláveis, constituindo-se em exemplo na busca da inclusão social de cidadãos brasileiros, de acordo com o Ministério do Meio Ambiente - MMA (2017).

De acordo com dados do Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS, 2010), apesar de 30% de todo o lixo produzido no Brasil ter potencial de reciclagem, apenas 3% de fato é reaproveitado.

Coleta e logística reversa

Atualmente em Piracicaba a coleta é destinada para área de transbordo no antigo Aterro Sanitário do Pau Queimado e encaminhada para Aterros licenciados pela CETESB, e o Aterro Sanitário do Município de Rio das Pedras. Conforme o CADRI do Aterro do Município de Rio das Pedras, Piracicaba pode encaminhar até 60 ton/dia, sendo o restante encaminhado para o Aterro em Paulínia (PMGIRS, 2014).

Para o MMA (2017), coleta seletiva é uma forma de separar os resíduos de acordo com sua caracterização ou composição, ou seja, resíduos com as mesmas características são selecionados pelo gerador, seja o cidadão, uma empresa ou outra instituição, e disponibilizados para a coleta separadamente. A logística reversa é a obrigação dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de determinados tipos de produtos como: pneus, pilhas e baterias, entre outros.

Composição dos resíduos sólidos

Vessalli, Favarin Neto e Oliveira (2013), coletaram amostras de resíduos sólidos de dez bairros do município de Piracicaba/SP, a fim de caracterizar a composição do resíduo sólido desses bairros e, com isso, terem uma estimativa da composição do resíduo sólido municipal. Como apresentado a pela Tabela 1, a maior parte do resíduo sólido é orgânico com 62,498%; os recicláveis totalizam 28,534%, lembrando-se que

os recicláveis precisam de coleta seletiva para poder usar papéis, e que os polímeros podem gerar energia e/ou serem reciclados. As frações

de materiais orgânicos, papel, plásticos (polímeros) e têxteis podem gerar energia.

Tabela 1. Composição do resíduo sólido de bairros de Piracicaba/SP

MASSA DO RESÍDUO [KG]-MÉDIAS DE 10 BAIRROS – Piracicaba/SP									
Bairro	Orgânico¹	Plástico^{1,2}	Metal²	Papel^{1,2}	Vidro²	Têxteis¹	Tetra Pak²	Outros	Total
1	1,918	0,319	0,190	0,406	0,207	0,390	0,278	0,362	4,07
2	1,828	0,357	0,073	0,891	0,116	0,353	0,236	0,113	3,97
3	2,576	0,183	0,042	0,091	0,047	0,058	0,094	0,041	3,13
4	2,914	0,139	0,033	0,099	0,066	0,043	0,109	0,070	3,47
5	1,060	0,178	0,156	0,221	0,188	0,084	0,154	0,136	2,18
6	2,579	0,237	0,022	0,172	0,058	0,039	0,173	0,048	3,33
7	1,389	0,329	0,113	0,170	0,195	0,071	0,095	0,233	2,60
8	1,808	0,382	0,088	0,781	0,462	0,481	0,211	0,265	4,48
9	3,060	0,335	0,055	0,172	0,154	0,076	0,047	0,051	3,95
10	2,346	0,126	0,114	0,112	0,178	0,028	0,151	0,138	3,19
Médias	2,148	0,259	0,089	0,312	0,167	0,162	0,155	0,146	3,437
[%]	62,498	7,522	2,578	9,064	4,865	4,723	4,504	4,243	100,00

Fonte: Adaptado de Vessalli, Favarin Neto e Oliveira (2013). 1- Energéticos; 2- Recicláveis.

Opções de Tratamento

Incineração

Essa prática é bastante difundida em nível mundial - a tecnologia de aproveitamento do resíduo urbano para a geração de energia via incineração -, haja vista a União Europeia, onde a participação deste tratamento no resíduo doméstico e similar passou de 13,5% em 1996 para 22% em 2010, segundo a agência europeia de estatísticas Eurostat (EUROSTAT, 2014).

Pirólise

Dentre os processos termoquímicos de conversão da biomassa em energia, a pirólise é um dos mais promissores. A pirólise pode ser

definida como a degradação térmica de qualquer material orgânico sólido na ausência total de um agente oxidante, ou em uma quantidade tal que a gaseificação não ocorra totalmente (FIGEUIREDO, 2011).

A pirólise de biomassa forma carvão, gases, líquidos leves e pesados e água em quantidades variadas. A produção depende particularmente do material pirolisado, das dimensões do material, da taxa de aquecimento, da temperatura, tempo de reação e do tipo de processo (PÉREZ, 2004).

A pirólise é um processo físico-químico no qual a biomassa é aquecida a temperaturas de (500 - 800° C) em atmosfera não oxidante, para a formação de três produtos principais: um resíduo sólido rico em carbono (carvão), os licores pirolenhos ou bio-óleo, e gases voláteis

não condensáveis (SOUZA, ALENCAR e MAZZONETTO, 2016).

Gaseificação

A gaseificação vem sendo intensivamente estudada como processo alternativo de conversão da energia química contida em materiais de origem orgânica em gases para aproveitamento como combustível, ou como matéria-prima para processos químicos. Outro aspecto positivo é que a aplicação de resíduos para a geração de energia envolve a redução, ainda que em termos relativamente pequenos, da dependência dos combustíveis fósseis, e permite o desenvolvimento de unidades de geração de energia autônomas em comunidades afastadas, ou de pequeno porte, que quando comparadas com os centros urbanos já organizados e estruturados (PARODI & SÁNCHEZ, 2002).

Sánchez (2010) define gaseificação como a conversão de biomassa, ou de qualquer combustível sólido em um gás energético ou de síntese, através da oxidação parcial a temperaturas elevadas (700° C a 1000° C). Esta conversão pode ser realizada em vários tipos de reatores. Já para Lora et al (2008), a gaseificação é o processo termoquímico de converter um insumo sólido (a biomassa) em um gás apresentando vantagens significativas sobre os demais processos de geração de energia, por que dispensa o ciclo a vapor, podendo o gás ser queimado diretamente em motor de combustão interna.

Biodiesel

Como opção de reutilização do óleo gerada pelos moradores, temos o biodiesel. O biodiesel é um combustível biodegradável composto de alquil ésteres de ácidos carboxílicos de cadeia longa e produzido a partir de fontes renováveis, como óleos vegetais e gorduras animais, por um processo reacional chamado de transesterificação. O biodiesel é não tóxico e essencialmente livre de compostos sulfurados e aromáticos, sendo considerado um combustível ecológico. Não é um derivado do petróleo, mas pode ser adicionado a ele, formando uma mistura. Não é poluente e o seu uso em um motor diesel convencional tem como resultado uma redução do monóxido de carbono quando comparado com a queima de diesel mineral, além de hidrocarbonetos não queimados (ANP, Resolução nº 14, 2012).

Reciclagem

Para Stephanou (2013) reciclar é a transformação física e química de um produto, ou seja, o formato físico e suas características químicas são alterados para a confecção de um novo produto. Com isso a necessidade de extrair novos recursos naturais, usa a matéria-prima que já foi gerada e aumenta a vida útil dos aterros sanitários.

Segundo o MMA (2017), reciclagem são técnicas de reaproveitamento dos materiais descartados, sendo uma das alternativas para o tratamento de resíduos sólidos. O Quadro 2

apresenta os materiais recicláveis e não

recicláveis de acordo com o MMA (2017)

Quadro 2. Materiais recicláveis e não recicláveis

PAPEL		PLÁSTICO	
RECICLÁVEL	NÃO RECICLÁVEL	RECICLÁVEL	NÃO RECICLÁVEL
Papel de escritório	Carbono	Sacos	Plásticos termofixos
Papelão	Celofane	CDs	Embalagens plásticas
Jornais	Termo fax	Disquetes	Metalizadas
Revistas	Papel Higiênico	PET	
Livros	Guardanapos	Canos	
Cadernos	Fotografias	Tubos	
Cartolinas	Papel Vegetal	Plásticos em geral	
Embalagens Longa Vida	Etiquetas adesivas		
VIDRO		METAL	
RECICLÁVEL	NÃO RECICLÁVEL	RECICLÁVEL	NÃO RECICLÁVEL
Garrafas	Espelhos	Latas de alumínio	Clips
Frascos	Cristais	Tampas de garrafas	Grampos
Potes	Lâmpadas	Embalagens Metálicas	Esponjas de aço
Copos	Cerâmicas	Latas de Produtos Alimentícios	Canos
	Porcelanas		Tachinhas

Fonte: Adaptado do Ministério do Meio Ambiente (2017).

Mercado de reciclagem

No Brasil a matéria prima mais reciclada é o alumínio. Segundo pesquisas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2012), mais de 90% das latas de alumínio são recolhidas para reciclagem, ficando em 2º lugar as embalagens PET, com mais 60%, e em seguida 50% vidros e 48% papéis.

A Tabela 2 mostra os valores em reais, e a massa em toneladas, dos materiais recicláveis de três cidades no estado de São Paulo. Esses preços variam mensalmente, e os valores são praticados por cooperativas e programas de coleta seletiva.

TABELA 2. Preço do material Reciclável no estado de São Paulo (05/2018 e em R\$)

Resíduo\ Cidade	São Paulo [R\$]	Morungaba [R\$]	Lorena [R\$]
Papelão	460 PL	450 PL	370 P
Papel Branco	460 PL	400 L	300 P
Latas de Aço	550 L	450 L	350 L
Alumínio	4.750 P	4.200 L	3750
Vidro Incolor	180	120 L	120 L
Plástico Rígido	1.750 L	450 PL	1.100 P
Pet	1.900 P	1.550 P	1.350 P
Plástico filme	600	2.100 L	400 P
Longa Vida	250 P	180 PL	200 P

Fonte: Adaptado de CEMPRE (2018).

Legenda: P= PRENSADO; L= LIMPO.

O Compromisso Empresarial para Reciclagem – CEMPRE é uma associação sem fins lucrativos dedicada à promoção da reciclagem, fundada em 1992. O CEMPRE é mantido por empresas privadas de diversos setores, voltada para redução, reutilização e reciclagem do lixo (CEMPRE, 2018).

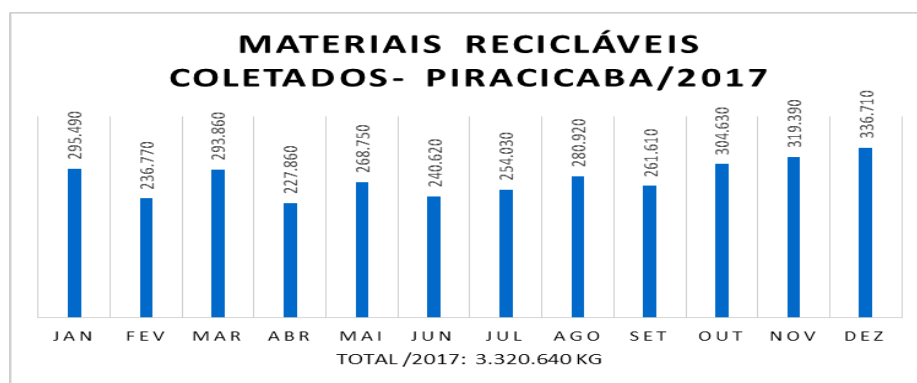
Para o SEBRAE (2017), a reciclagem é importante setor da economia nacional, muita coisa precisa ser feita, porém o Brasil está progredindo, buscando a sustentabilidade ambiental e social, como mostra os indicadores. As empresas de reciclagem buscam parcerias com outras empresas e indústrias, que produzem grande quantidade de rejeito, que podem servir como matéria prima para o negócio. O Brasil perde cerca de R\$ 8 bilhões por ano, por falta de coleta e reciclagem adequada de matérias primas, esse aspecto está melhorando e as empresas de reciclagem tem um papel muito importante nessa atividade.

Destinação dos resíduos sólidos em Piracicaba/SP

A Secretaria de Defesa do Meio Ambiente (SEDEMA) gerencia a destinação adequada a cada um deles: lixo orgânico; lixo reciclável; lixo hospitalar; resíduos da varrição de ruas e logradouros; entulho de construção; bens inservíveis; resíduos volumosos; lixeiras; remédios, pneus, pilhas, baterias; lâmpadas fluorescentes e lixo eletrônico. Nos últimos anos, a SEDEMA implantou pontos de recebimento de pneus, pilhas, baterias, lâmpadas fluorescentes e material eletroeletrônico, disciplinou o gerenciamento de entulho de construção civil, ampliou o Programa Cata cacareco, que recolhe bens inservíveis nas residências, a coleta seletiva já atende 100% dos bairros urbanos de Piracicaba (SEDEMA, 2017).

A Figura 1 apresenta os valores em kg, de resíduos sólidos recicláveis coletados em 2017, com acompanhamento mensal dos resultados (SEDEMA, 2017).

Figura 1. Materiais Recicláveis Coletados – Piracicaba/ SP- 2017

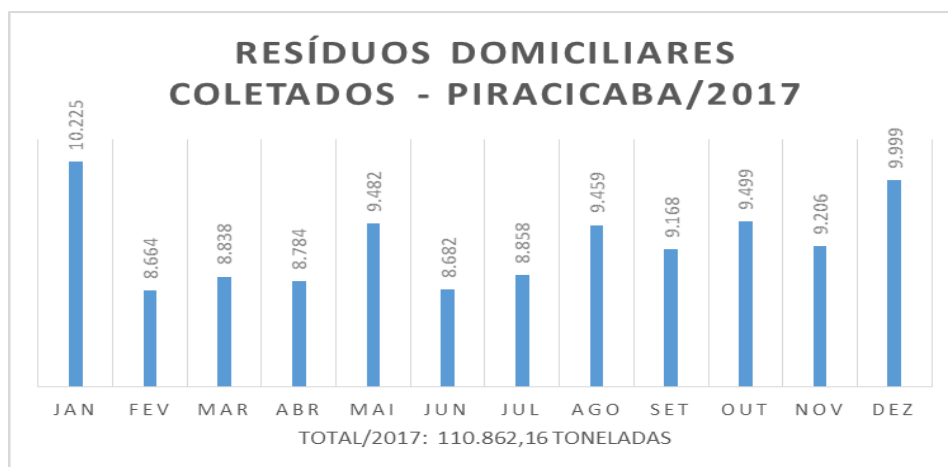


Fonte: Adaptado de Sedema (2017).

A SEDEMA (2017) apresenta os valores dos resíduos domiciliares coletados em 2017, conforme a Figura 2, assim, calculou-se a

média de resíduos produzidos pelos habitantes de Piracicaba.

Figura 2. Resíduos Domiciliares Coletados – Piracicaba/ SP- 2017



Fonte: Adaptado de Sedema (2017).

A coleta é destinada para área de transbordo no antigo Aterro Sanitário do Pau Queimado e encaminhada para Aterros licenciados, como o de Paulínia/SP, pela CETESB, e o Aterro Sanitário do Município de Rio das Pedras/SP. Conforme o CADRI do Aterro do Município de Rio das Pedras, Piracicaba pode encaminhar até 60 toneladas ao dia, sendo o restante encaminhado para o Aterro em Paulínia (PMGIRS, 2014).

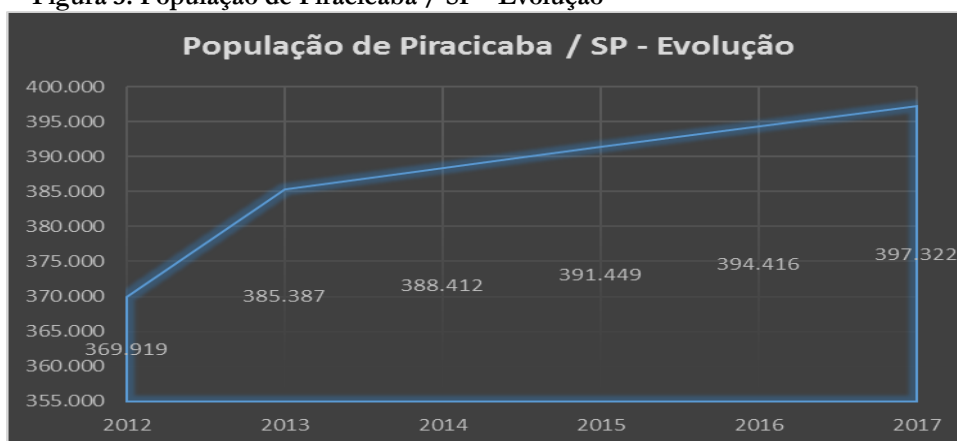
Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos

O DECRETO N° 15935, de 01 de dezembro de 2014 aprova a revisão do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), parte integrante do Plano de Saneamento Básico do Município de Piracicaba/SP, que trata o

Decreto nº 14.206/2011; que consiste em um diagnóstico sobre a situação atual do conjunto de resíduos gerados no município e define diretrizes, estratégias e metas para serem desenvolvidas as ações. A PNRS determina a elaboração do PMGIRS como condição para os municípios acessarem a recursos federais destinados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos. O

plano de Piracicaba/SP apresenta as informações de forma clara e objetiva, é um plano muito bem estruturado e poderá servir de referência para outros municípios (ROMANINI, 2016). A Figura 3 mostra a evolução da população de Piracicaba de 2012 a 2017.

Figura 3. População de Piracicaba / SP - Evolução



Fonte: Adaptado de Sedema (2017).

A população de Piracicaba é estimada em 397.322 habitantes (IPPLAP, 2017) e o total coletado de resíduos sólidos domiciliares anualmente foi de 110.862,16 toneladas (SEDEMA, 2017).

A Importância de Separar os Resíduos Sólidos

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2017), existem vários tipos de resíduos, cada um tem seu próprio processo de reciclagem. Conforme esses diversos tipos de resíduos sólidos vão se misturando,

sua reciclagem se torna cara ou até mesmo inviável, pela dificuldade de separá-los de acordo com sua constituição ou composição.

A reciclagem de uma lata de alumínio, é diferenciada da reciclagem de uma caixinha de papelão, por esse motivo, a Política Nacional de Resíduos Sólidos estabelece que as coletas seletivas nos municípios devem fazer a separação dos resíduos recicláveis secos e rejeitos (SEBRAE, 2017).

Condomínio

O condomínio geral é aquele previsto no Código Civil, mais especificamente nos seus artigos 1.314 a 1.330. Configura-se, em síntese, quando duas ou mais pessoas, físicas ou jurídicas, são proprietárias, simultaneamente, de um mesmo bem de raiz, cada uma titulando parte, fração ou quota ideal sobre o todo. São, portanto, condôminos, devendo submeter-se às regras de utilização da coisa comum estipuladas no Código Civil. O condomínio edilício, horizontal ou vertical, está disciplinado nos artigos 1.331 a 1.358 do Código Civil e na Lei Federal nº 4.591/64 (PLANALTO, 2002).

Como um condomínio não se trata de uma empresa, seu objetivo não é ter lucro, mas

sim evitar déficits. Considerando esse objetivo é necessária uma boa e organizada gestão, um adequado planejamento, um plano de contas bem elaborado e uma previsão financeira e orçamentária adequada às reais necessidades e compatível com a receita. Podem-se classificar as despesas de um condomínio como despesas ordinárias e despesas extraordinárias, onde: as despesas ordinárias são as consideradas rotineiras, necessárias à manutenção do condomínio, as quais são respondidas por todos os condôminos, incluindo os locatários. Despesas extraordinárias são os gastos imprevistos e os gastos com benfeitorias, ambos nas áreas de uso comum (MACHADO E ANTONIO JUNIOR, 1998).

O Quadro 4 apresenta alguns exemplos das despesas de um condomínio, ordinárias e extraordinárias.

Quadro 4. Despesas ordinárias e extraordinárias

DESPESAS ORDINÁRIAS	DESPESAS EXTRAORDINÁRIAS
Salários ou encargos	Indenizações trabalhistas
Consumo de água, luz gás	Aquisição de mobiliário
Manutenção do elevador, piscina, jardim entre outros.	Instalações- novos sistemas de segurança
Honorários de administradoras	Fundo de obras
Material de limpeza e elétrico	Projetos de paisagismo e decoração

Fonte: Adaptado de Contribuição da Contabilidade para a Eficácia da Gestão e Controle de condomínios.

METODOLOGIA

Realizou-se um estudo de caso em um condomínio residencial, na cidade de Piracicaba/SP – 164 km de São Paulo (capital), com 46 blocos, totalizando 736 apartamentos, com 1167 moradores, no

período da coleta das amostras. As amostras foram coletadas no mês de março de 2018, de segunda a sexta feira.

Foram coletados seis sacos de lixo por dia com aproximadamente 50 kg, onde realizaram-se a separações e pesagem de cada classe de resíduo coletado; utilizou-se

com base na Tabela 1 de massa do resíduo de Vessalli, Favarin Neto e Oliveira (2013), preenchida de acordo com cada tipo de resíduo encontrado.

Os resíduos foram separados, pesados e agrupados em recicláveis e não recicláveis, conforme o Quadro 5, de acordo com o Manual de gerenciamento de resíduo sólido de saúde (2011).

Quadro 5. Tipos de resíduos recicláveis e não recicláveis

Resíduos Recicláveis	Resíduos Não Recicláveis
Vidros	Resíduos orgânicos (restos de comida, cascas de frutas, poda de grama e arbustos); Roupas e calçados; Baterias, pilhas; Lâmpadas (quebradas)
Metais	
Polímeros (plásticos)	
Lâmpadas (inteiras)	
Tetra Pak	

Fonte: Adaptado de Manual de Gerenciamento de resíduo sólido de saúde - RSS (2011).

A separação possibilitou a estimativa dos potenciais econômicos e energéticos desses resíduos, com base no mercado de reciclagem de alumínio, de polímero, metais e vidros. Os demais não reciclados foram quantificados e avaliados de acordo com as opções de tratamento e possibilidades de destinações - material orgânico, estimando o potencial de geração energia.

próximos dos conseguidos por Vessalli, Favarin Neto e Oliveira (2013) coletados em dez bairros de Piracicaba/SP.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os materiais coletados foram separados conformes apresentados pela Tabela 3; as pilhas e baterias foram coletas em alguns dias (dias com * na Tabela 3), separaram-se os materiais com potencial energético, reciclável e os que não servem nem para reciclagem nem para gerar energia.

As porcentagens obtidas no condomínio apresentaram resultados diferentes, porém

Tabela 3. Resíduos coletados no condomínio estudado e respectivas porcentagens

Dias	Orgânico ¹	Polímeros ²	Metal ²	Papel ²	Vidro ²	Tecido ¹	Tetra Pak ²	Pilha e Bateria ^s	Outros	total coletado
1	12,85	4,50	2,60	0,80			2,58		6,20	59,06
2	16,10	3,60	1,90	1,60	0,90		3,70		4,50	66,35
3*	10,98	2,50	2,10	3,50	1,80	0,85	2,50	0,11	2,80	55,77
4	14,40	1,90	1,30	2,90	0,60		1,70		2,10	50,70
5	14,28	3,25	2,43	1,50		0,60	0,95		3,50	54,04
6	10,15	4,30	1,90	0,68	0,86		0,80		2,60	43,55
7	12,00	2,90	2,17	1,80		0,60	1,60		3,80	51,53
8*	14,10	3,30	1,60	2,10			1,40	0,36	5,30	57,56
9	11,95	2,75	2,10	1,60	0,70	0,35	2,50		4,10	52,95
10	13,45	1,30	2,35	2,60			1,30		1,90	46,34
11	13,18	3,70	1,80	1,58	0,65	0,52	1,60		3,92	54,45
12	14,42	1,38	3,15	0,68		0,90	0,96		6,60	56,65
13*	9,99	3,12	2,68	1,63			1,72	0,48	7,11	54,46
14	6,30	1,98	3,40	0,35			1,85		4,82	37,66
15	7,97	2,74	2,10	0,95	3,52	5,32	1,80		3,72	56,91
16	12,33	1,25	1,20	0,69			0,98		4,86	43,29
17	11,56	3,15	2,30	1,72			1,09		3,22	48,12
18*	8,31	2,70	1,52	2,00	1,34		0,90	0,24	5,10	44,62
19	14,32	4,07	0,56	0,90	2,35		2,04		3,97	56,66
20	12,62	1,79	1,20	1,00			0,90		6,29	49,78
21	10,05	2,70	1,90	1,50		0,80	0,54		5,50	48,53
22	15,81	3,98	2,40	0,72	1,54	0,97	1,15	0,10	6,04	65,67
Total	267,12	62,86	44,66	32,80	14,26	10,91	34,55	1,29	97,95	1154,63
[%] Total	47,16	11,10	7,88	5,79	2,52	1,93	6,10	0,23	17,29	100,00
Média	12,14	2,86	2,03	1,49	1,43	1,21	1,57	0,26	4,45	54,20
Desvio Padrão	2,55	0,96	0,65	0,80	0,93	1,55	0,75	0,16	1,47	7,04
[%]	44,25	10,40	7,39	5,43	5,19	4,41	5,72	0,94	16,21	100,00

Fonte: Autores, 2018. 1- potencial energético; 2- potencial de reciclagem.

A Tabela 4, apresenta a energia [kW.h] consumida pelo condomínio e respectivos valores [R\$] das contas mensais; com as informações calcularam-se as médias do

consumo de energia elétrica e do valor pago pela energia, respectivamente 7.069 kW.h e R\$ 0,67/kWh; com média diária de 232,06 kW.h.

Tabela 4. Valores da conta de energia anual

Meses	Energia [KWh]	Valores	Meses	Energia [KWh]	Valores
Mar/18	6.272	R\$ 4.139,52	Ago/17	7.394	R\$ 4.880,04
Fev/18	6.692	R\$ 3.669,62	Jul/17	7.008	R\$ 4.625,28
Jan/18	7.050	R\$ 4.653,00	Jun/17	8.032	R\$ 5.301,12
Dez/17	7.323	R\$ 4.833,18	Mai/17	7.466	R\$ 4.927,56
Nov/17	7.299	R\$ 4.817,34	Abr/17	6.820	R\$ 4.501,20
Out/17	7.282	R\$ 4.806,12	Mar/17	7.850	R\$ 5.181,00
Set/17	5.408	R\$ 5.549,28			
Média			Média	7.069	R\$ 4.760,33

Fonte: Contas de energia do Condomínio (2017 e 2018).

As componentes do resíduo que podem ser usados para geração de energia por processos térmicos foi indentificados com índice “1” na Tabela 3; somando as componentes com índices

“1” obteve-se 310,83 kg de resíduo por mês. Assim as componentes somadas: orgânica + papel + têxteis; com média diária total de 14,13 kg; que representa 54,88% do total de resíduo

coletado e podendo ser utilizado para produção de biogás. Polímeros podem gerar energia por processo térmico, mas não por processo anaeróbio.

Pela equação do IPCC (2006):

$$E = \text{Popurb} * \text{taxa RSU} * \text{RSUf} * \text{FCM} * \text{COU} * \text{COUF} * F * 16/12$$

Onde:

$$\text{Popurb} = \text{população do condomínio} = 1167 \text{ pessoas}$$

Taxa RSU = 0,775 kg/hb.dia = taxa de Piracicaba (Fig. 3)

$$\text{RSUf} = 100\% = 1,0$$

$$\text{FCM} = 1,0$$

COU = COD (Carbono Orgânico degradável) = 54,88% = 0,549

COUF = fração do carbono orgânico degradável que se degradará = 55% = 0,55

F = fração de metano no biogás = 50% = 0,5

16/12 = taxa de conversão do carbono em biogás.

$$E = 1167 \times 0,787 \times 1 \times 1 \times 0,549 \times 0,55 \times 0,5 \times 16/12 = 184,88 \text{ Kg de metano por dia}$$

Convertendo o resultado da equação do IPP, para metro cúbico por dia, o valor será igual a 258,21 m³ por dia de metano.

Pela USEPA (2002) tem-se a equação:

$$Q = \text{População} \times \text{Taxa de RSD} \times \text{RSDf} \times F$$

Onde:

$$\text{População} = \text{população do condomínio} = 1167 \text{ pessoas}$$

Taxa de RSD = 0,787 kg/hb.dia = taxa de Piracicaba

RSDf = 100% (100% coletado no condomínio)

F = fração de metano no biogás = 50% = 0,5

$$Q = 1167 \times 0,775 \times 1,0 \times 0,45 \times 0,5 = 206,65 \text{ m}^3 \text{ de metano por dia}$$

Considerando-se os materiais coletados e as equações do IPCC (2006) e da USEPA (2002), estimou-se o potencial de geração de biogás e produção de eletricidade, apresentado na Tabela 5.

Tabela 5. Estimativas de produção de energia elétrica por meio de biogás de acordo com o IPCC e USEPA

Período	Biogás [m ³]	IPCC		Valor pago		Valor para venda	
		kW.h	MW.h	R\$ ¹	R\$ ²		
Dia	258,21	438,957	0,439	294,10	63,77		
Mês	7.746,30	13.168,710	13,169	8.823,04	1.913,15		
Ano	93.988,44	159.780,348	159,780	107.052,83	23.212,89		
Período	Biogás [m ³]	USEPA		Valor pago		Valor para venda	
		kW.h	MW.h	R\$ ¹	R\$ ²		
Dia	206,65	351,305	0,351305	235,37	51,04		
Mês	6.199,50	10.539,15	10,53915	7.061,23	1.531,13		
Ano	75.220,60	127.875,02	127,875	85.676,26	18.577,68		

Fonte: autores, usando-se as equações do IPCC (2006) e USEPA (2002); 1- considerando o valor médio pago pelo condomínio de R\$ 0,67/kWh = R\$ 670,00/MWh; 2- CCEE (Abril/2019) valor da energia vendida em leilões, CCEE – Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (R\$ 145,28).

De acordo com os valores de energia da Tabela 4, o consumo mensal médio foi de 7.069 kW.h no condomínio estudado e 232,06 kW.h por dia. Pelos resultados obtidos na Tabela 5, tanto pela os resultados da equação do IPCC como da USEPA, é possível suprir a demanda de energia do condomínio [kW.h], podendo “exportar”/comercializar o excedente de energia que pode ser gerado pelos resíduos do condomínio.

Conforme o preço estipulado pelo CEMPRE em maio/2018, pode-se estimar o potencial do valor dos resíduo reciclavel do condomínio no mercado de reciclagem do estado de São Paulo. A Tabela 6 mostra o resultado dos valores obtidos com base em três cidades do estado de São Paulo, resultou-se em uma média de R\$ 280,13 no mercado de reciclagem.

Tabela 6. Resultado em (R\$) dos resíduos recicláveis

RESULTADOS EM R\$ DOS RESÍDUOS RECICLÁVEIS				
Materiais	Quant. Kg	São Paulo	Morungaba	Lorena
PLÁSTICO	62,86	R\$ 110,00	R\$ 28,29	R\$ 69,14
METAL	44,66	R\$ 212,13	R\$ 187,57	R\$ 167,47
PAPEL	32,8	R\$ 15,09	R\$ 13,12	R\$ 9,84
VIDRO	14,26	R\$ 2,57	R\$ 1,71	R\$ 1,71
TETRA PAK	34,55	R\$ 8,64	R\$ 6,21	R\$ 6,91
TOTAL	189,13	R\$ 348,43	R\$ 236,90	R\$ 255,07
MÉDIA	R\$ 280,13			

Fonte: Autores, baseado na Tabela 2, CEMPRE.

De acordo com a Secretaria de Defesa do Meio Ambiente de Piracicaba - SEDEMA (2017) a população de Piracicaba é de 397.322 habitantes e produziu 3.320.640 kg de materiais recicláveis 110.862.160 ton. de resíduos domiciliares no ano de 2017. Assim calculou-se a média de resíduo produzido pelos habitantes de Piracicaba/ano.

$$\text{Resíduo médio de Piracicaba} = \frac{[(\text{Total de resíduo (kg)} / \text{população})]}{365}$$

$$= \frac{[(3.320.640 + 110.862.160)]}{397.322} / 365$$

$$= 287,381 / 365 = 0,787 \text{ kg/hab.dia}$$

Com os valores calculados pode-se estimar a produção de média de resíduo do condomínio e assim estimar o potencial de produção de energia por processos térmicos, de acordo com Young (2010), apresentada na Tabela 7.

Tabela 7. Potencial de geração de energia por processos térmicos e valores

Processo Térmico	TAXA [kWh/ton RSU]	RSU/dia [ton]	kWh/dia	kWh/mês	R\$/mês ¹	R\$/mês ²
Incineração (EPA)	523	0,918429	480,34	14.410,15	9.654,80	2.093,51
Incineração	493	0,918429	452,79	13.583,56	9.100,99	1.973,42
Pirólise	518	0,918429	475,75	14.272,39	9.562,50	2.073,49
Pirólise/ Gaseificação	621	0,918429	570,34	17.110,33	11.463,92	2.485,79
Gaseificação Convencional	621	0,918429	570,34	17.110,33	11.463,92	2.485,79
Gaseificação a plasma	740	0,918429	679,64	20.389,12	13.660,71	2.962,13

Fonte: Autores, considerando o valor médio pago pelo condomínio de R\$ 0,67/kWh (1) ou R\$ 670,00/MWh (CCEE Jun 2018) e valores levantados por Young (2010). 1 Valor pago pelo condomínio pela eletricidade R\$ 670,00/MW.h; 2- Valor para veno na CCEE (R\$ 145,28).

Uma vez que não há metais pesados, nem material com risco de contaminação nos resíduos domiciliares, não há a necessidade do uso da gaseificação a plasma; no caso de produção de energia elétrica para o próprio condomínio poderia se produzir 17.110 kWh por mês, ou 10,041 Kwh a mais que a necessidade média mensal do condomínio, podendo tornar-se um exportador de energia elétrica para o sistema elétrico.

De acordo com a Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (ABIOVE) uma família consome de 12 a 15 litros de óleo ao longo de um ano no Brasil, em média para cada litro consumido 100 mL tornam-se óleo usado (ECÓLEO, 2018).

Assim pode-se estimar que o condomínio em estudo com 1167 moradores, com aproximadamente 292 famílias (sendo cada família com quatro pessoas, em média) e por mês cada família produz 100 mL ou 0,1 L de óleo residual, totalizando 29,2 litros de óleo

residual. Considerando-se uma eficiência reacional de 96 a 98% - cada 1 litro de óleo residual produz de 0,96 a 0,98 litros de biodiesel. Esses valores produziriam, aproximadamente; 28,3 litros de biodiesel.

Como a média de consumo de energia do condomínio é de 7.069 kW.h/mês (Tabela 4), uma média de 232,06 kWh/dia, ou aproximadamente 10 kWh por hora de consumo. Desta forma um motogerador a biodiesel, de 11 a 12 kVa (10 kWh), pode suprir o condomínio todo em situações de apagões (blackout), pois a produção de biodiesel (com o óleo residual do condomínio) poderá abastecer o motogerado por volta de doze (12) horas gerando energia elétrica. Assim, nenhuma situação de *black out* prejudicaria a rotina do condomínio.

CONCLUSÕES

Foi possível determinar o potencial energético dos resíduos gerados pelo condomínio, estimando a geração de energia. A energia gerada pode ser opção para minimizar os gastos com energia elétrica e /ou GLP usado no condomínio.

Além de poder tornar o condomínio autossuficiente energeticamente, há o resíduo que pode ser reciclado.

A estimativa de produção de energia por mês seria 2,5 maior que a necessidade do condomínio, podendo tornar-se um exportador de energia elétrica.

O óleo usado pode produzir biodiesel e este manter um moto gerador funcionando por doze horas e assim suprir eventuais casos de apagões (blackout) ou necessidade de manutenção.

O trabalho mostrou que há m grande potencial para tornar o condomínio autossuficiente e sustentável, dando destinações melhores que as atuais e enquadrando-se com a PNRS.

REFERÊNCIAS

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13591: Compostagem – Terminologia. Rio de Janeiro, 1996.

ABNT NBR, *Resíduos Sólidos- Classificação*. 3 Ed. 2004. Disponível em <http://www.unaerp.br/documentos/2234-abnt-nbr-10004/file>. Acesso em 25/04/2019.

ABRELPE. *Panorama dos resíduos sólidos no Brasil*, 2017. Edição Especial. Disponível em abrelpe.org.br. Consultado em 23/04/2019.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, Gás Natural e

Biocombustíveis (ANP). Resolução nº 14/2012.

AMBIENTAL, Serviços. *Coleta de Resíduos Sólidos*. Disponível em: <http://www.ambiental.sc/servicos/limpeza-urbana/coleta-de-residuos-solidos/>. Acesso em 22/04/2019.

ANA AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. *Cooperativa dos catadores de lixo*. Disponível em <http://a3p.ana.gov.br/Paginas/MaisColetaColetiva.aspx>. Acesso em 07/10/2018.

BRASIL. Lei 10.406, de 10 de janeiro de 2002. *Das pessoas naturais*, Brasília, DF, jan. 2002.

CASTRO, S. M. E. *Compostagem de Lixo em Pequenas Unidades de Tratamento*; Viçosa, CPT, 2000 82p.

CEMPRE, Compromisso Empresarial para Reciclagem. *Mercado - Preço do Material Reciclável*, 2018. Disponível em <http://cempre.org.br/servico/mercado>. Acesso em 27/05/2018.

CETESB. *Resíduos Sólidos*. Disponível em: <http://residuossolidos.cetesb.sp.gov.br/>. Acesso em 23/04/2019.

CONCEIÇÃO, M. G. *Os empresários do lixo: um paradoxo da modernidade: análise interdisciplinar das cooperativas de reciclagem*. Campinas: Átomo, 2003.

ECÓLEO. *Reutilizar o óleo de cozinha é tão simples quanto parece*. Disponível em <http://ecoleo.org.br/7580-2/>. Acesso em 03/04/2019.

FACHIN, L. C. *A reciclagem de resíduos como meio de geração de emprego e renda*, análise dos problemas socioambientais e do custo de oportunidade. Trabalho de Graduação de curso. UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004. Disponível em <http://tcc.bu.ufsc.br/Economia296204>. Acesso em 02/12/2018.

FARBER, J. C.; SEGRETI, J. B. *Contribuição da Contabilidade para a Eficácia da Gestão e Controle de Condomínios*. Disponível em: <http://www.congressosp.fipecafi.org/anais/art>

igos42004/an_resumo.asp?cod_trabalho=219.
Acesso em 20/12/2018.

FIESP. *Resíduos Sólidos*. Disponível em
<http://www.fiesp.com.br/temas-ambientais/ver-todos/residuos-solidos/>. Acesso em 21/12/2018.

FIGUEIREDO, R. A. *Caracterização dos produtos da pirólise da casca de castanha de caju*: influência da taxa de aquecimento e da temperatura. Campinas, SP. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, Faculdade de Engenharia Mecânica. 106 p., 2011.

FONSECA, L. H. A. Reciclagem: o primeiro passo para a preservação ambiental. *Artigo. Centro Universitário de Barra Mansa*. Disponível em <http://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/reciclagem.pdf>. Acesso em 25/01/2019.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE DE MINAS GERAIS (FEAM). *Aproveitamento Energético de Resíduos Sólidos Urbanos*: Guia de orientações para os governos municipais de Minas Gerais. Maio/2012. Disponível em:
http://www.em.ufop.br/ceamb/petamb/caribost_files/aproveitamento_20energ_c3_a9tico.pdf. Acesso em: 11/02/2019.

GOMES, M. B. *Uma Contribuição ao Estudo da Utilização da Informação Contábil para Aprimoramento da Eficiência e Eficácia da Gestão das Entidades Condominiais*. Dissertação (Mestrado) apresentada ao Centro Universitário Álvares Penteado - FECAP, para obtenção do Título de Mestre em Controladoria e Contabilidade Estratégica. São Paulo: 2003.

GOVERNO do Brasil. *Meio Ambiente*. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2017/06/cartilha-online-oferecidas-para-compostagem-de-lixo>. Acesso em 30/01/2019.

IBAMA. *Política Nacional dos resíduos sólidos*. Disponível em:
<http://www.ibama.gov.br/residuos/controlde-residuos/politica-nacional-de-residuos-solidos-pnrs>. Acesso em 15/03/2019.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Saneamento Básico. *Aspectos gerais da gestão política de saneamento básico 2017*. Disponível em
<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101610.pdf>. Acesso em 28/03/2019.

IPPLAP. *Estimativa, contagem e população censitária do município de Piracicaba -2017*. Disponível em <http://www.ipplap.com.br/docs/Estimativa%20Populacional%20do%20Municipio%20%201872%20a%202017.pdf>. Acessado em 15/02/2019.

JUS BRASIL, *Lei 12528/2007*. Disponível em:
<https://governop.jusbrasil.com.br/legislacao/132502/lei-12528-07>. Acesso em 15/05/2018.

IPCC 2014, 2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands. HIRAIISHI, T., KRUG, T., TANABE, K., SRIVASTAVA, N., BAASANSUREN, J., FUKUDA, M. and TROXLER, T. G. (eds). Published: IPCC, Switzerland. Disponível em: http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/wetlands/pdf/Wetlands_Supplement_Entire_Report.pdf. Acesso em 02/03/2019.

LEANDRO, E. F.; MENDES, P. R. S.; PEIXOTO, T. da C. *Proposta de Gerenciamento dos Resíduos Sólidos do Condomínio Horizontal Parque do Lago no Município de Formosa (GO)*. TCC - Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.

LORA, E. E. S.; ANDRADE, R. V.; SANCHES, C. G.; GÓMEZ, E. O.; SALES, C. A. V. B. de. Gaseificação. In: CORTEZ, B; LORA, S; GÓMEZ, O. (Org.). *Biomassa para energia*. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2008. Cap. 9. p. 241 – 332.

MANUAL de Gerenciamento de Resíduo Sólido de Saúde (2011), Prefeitura de São Paulo. Disponível em
[http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/servicos/Manual_de_Residuos%20\(ECOURBIS\).pdf](http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/servicos/Manual_de_Residuos%20(ECOURBIS).pdf). Acesso em 27/03/2019.

MACHADO, J. F. e ANTÔNIO JUNIOR, J. *Como administrar um condomínio*. Goiânia: Editora AB, 1998.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. *Gestão de Resíduos*. Disponível em

<http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/a3p/eixos-tematicos/gest%C3%A3o-adequada-dos-res%C3%ADduos>. Acesso em 18/12/2018.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. *Lixo, um grave problema no mundo moderno*. Disponível em:

http://www.mma.gov.br/estruturas/secex_cons_umo/_arquivos/8%20-%20mcs_lixo.pdf. Acesso em 03/03/2019.

MMA. *Catadores de materiais recicláveis*. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/catadores-de-materiais-reciclaveis/reciclagem-e-reaproveitamento>. Acesso em 04/12/2018.

MMA. *Reciclagem*. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/informma/item/7656-reciclagem#content>. Acesso em 19/02/2019.

PARODI, F. A.; SÁNCHEZ, C. G. “ASPECTOS DA CO-GASEIFICAÇÃO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS E MUNICIPAIS”. *AGRENER 2002 – 4º Encontro de Energia no Meio Rural*, 10p.

PEDROZA, M. M. Balanço energético da pirólise de lodo de esgoto: uma abordagem das propriedades termodinâmicas do processo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA, 18. Foz do Iguaçu: *Anais...* Foz do Iguaçu: ABEP, 2010.

PÉREZ, J. M. M. *Testes em uma planta de pirólise rápida de biomassa em leito fluidizado: critérios para sua otimização*. Tese (Doutorado). Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, 2004, 189 p.

PRESIDENCIA DA REPÚBLICA, **Política Nacional dos resíduos sólidos**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-010/2010/lei/112305.htm. Acesso em 19/02/2019

REVISÃO do plano municipal de gestão integrada resíduos sólidos de Piracicaba – São Paulo. Piracicaba, outubro de 2014.

ROMANINI, C. de O. *Plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos em Piracicaba 2016*. Disponível em:

http://www.esalq.usp.br/acom/docs/Coleta_Seletiva_PMGIRS.pdf. Acesso em 15/05/2018.

SÁNCHEZ, C. G. (org.). *Tecnologia da gaseificação de biomassa*. Campinas, SP: Átomo, 2010, p. 49 – 137, 189 – 214.

SEBRAE. *Comércio e serviços: Reciclagem de resíduos*. Disponível em: <https://m.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/BA/Anexos/Reciclagem%20de%20res%C3%ADduos%20na%20Bahia.pdf>. Acesso em 25/03/2019.

SEBRAE. *Gestão de Resíduos*. Disponível em [http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/5E98B08FE732528F832579D700530F1D/\\$File/NT00047502.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/5E98B08FE732528F832579D700530F1D/$File/NT00047502.pdf). Acesso em 05/12/2018.

SEBRAE. *Mercado de recicláveis*. Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ideias/como-montar-uma-empresa-de-reciclagem,0f287a51b9105410VgnVCM1000003b74010aRCRD>. Acesso em 02/12/2018.

SEBRAE. *Gestão de Resíduos Sólidos*. Disponível em <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/bis/gestao-de-residuos-solidos,1293438af1c92410VgnVCM100000b272010aRCRD>. Acesso em 20/12/2018.

SECRETARIA DE ENERGIA E MINERAÇÃO. *Resíduos Sólidos*. Disponível em <http://www.energia.sp.gov.br/energias-renovaveis/residuos-solidos/>. Acesso em 18/12/2018.

SEDEMA. Resíduos Sólidos, *PMGIRS*. Disponível em: <http://www.sedema.piracicaba.sp.gov.br/?pag=texto&id=3>. Acesso em 29/03/2019.

SINIR - Ministério do Meio Ambiente. *Resíduos Sólidos Urbanos*. Disponível em <http://sinir.gov.br/web/guest/residuos-solidos-urbanos>. Acesso em 12/09/2018.

SINIR - Ministério do Meio Ambiente. *Tipos de Resíduos*. Disponível em <http://sinir.gov.br/web/guest/tipos-de-residuos>. Acesso em 12/09/2018.

SOUZA, N. R. D. de; ALENCAR, L. S.; MAZZONETTO, A. W. Potencial energético do resíduo das podas de árvores no município de Piracicaba – SP. *Revista Energia na Agricultura*. Vol. 31, n. 3, p. 237 – 245, julho – setembro de 2016.

STEPHANOU, J. *Gestão de Resíduos Sólidos*: Um modelo integrado que Gera benefícios econômicos, sociais e ambientais. Arquivo. UFRGS- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Cap.1, 2013. Disponível em <https://www.ufrgs.br/sustentabilidade/?cat=15>. Acesso em 05/10/2018.

U.S EPA, Environmental Protection Agency – *Solid Waste Management and Green House Gases – A Life-Cycle Assessment of Emissions and Sinks*. US.EPA. 2002.

VESSALLI, B. A.; NETO, H. F.; OLIVEIRA, L. H. A. *Caracterização do Potencial Energético dos Resíduos Sólidos Urbanos do Município De Piracicaba*. TCC (Graduação – Tecnologia) - Faculdade de Tecnologia de Piracicaba, Tecnologia em Biocombustíveis, junho de 2013.

YOUNG, G. C. *Municipal solid waste to energy conversion processes: economic, technical, and renewable comparison* John Wiley & Sons. Hoboken, New Jersey, 2010, 394p.

1 Alexandre Witier Mazzonetto. Possui Graduação em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual de Campinas FEAGRI/UNICAMP. Mestrado em Engenharia Agrônômica – Máquinas Agrícolas/Biomassa – Colheita Integral de Cana, pela Universidade de São Paulo – ESALQ-USP, Doutorando pela Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas – Departamento de Energia – FEM/UNICAMP (Cogaseificação de biomassas residuais). Na Graduação envolveu-se em Pesquisa/Desenvolvimento de processos térmicos, desenvolvendo um secador rotativo de sementes e outro de leite fluidizado. Desde o Mestrado vem trabalhando com fontes renováveis de energia, biomassas residuais (tratamento e geração de energia), levando-o a cursar Química na Universidade Mackenzie (Bacharel, Licenciatura e Industrial). Processos térmicos para obtenção de biocombustíveis, gaseificação e pirólise e combustíveis sustentáveis, gás de síntese (Syngas), produção e uso do biogás, bem como condicionamento do biogás e syngas. Atualmente é Professor nas FATEC de Piracicaba (Biocombustíveis e Gestão Empresarial).

2. Maria Cláudia Garcia Gentil é Tecnóloga em Gestão Empresarial pela FATEC Faculdade de Tecnologia Dep. “Roque Trevisan”. E-mail: maryclaudiagentil@gmail.com

3. Rebeca Marchetti é Tecnóloga em Gestão Empresarial pela Fatec Piracicaba Dep. “Roque Trevisan”. E-mail: marchettirebeca@gmail.com

Potencial de geração de biogás a partir de resíduos sólidos urbanos da região noroeste paulista por diferentes modelos técnicos de previsão

Silva, Thaise Fernanda da
Freitas, Irene Rodrigues

Resumo

As fontes de energia não renováveis são altamente poluidoras e tem contribuído para a adoção de métodos alternativos para produção de energia. O biogás, mistura de gases gerados a partir da decomposição anaeróbica de material orgânico, depende do teor de gás metano em sua composição, sendo diretamente utilizado na produção de energia elétrica ou mecânica através da queima. Diante desse contexto, este trabalho estudou os aspectos técnicos, que estão associados à captação do biogás e o seu aproveitamento a partir dos resíduos sólidos urbanos, pois a matéria orgânica é abundante e possui um grande potencial energético. Este projeto teve como objetivo estimar a produção de biogás, utilizando modelos técnicos de estimativa como ferramenta de previsão do volume de metano. Para isso foi considerado como objeto de estudo os aterros sanitários da região noroeste paulista no período de 2015-2016. Foi realizado um mapeamento dos municípios que possuem aterros sanitários, e junto com a CETESB foram coletados dados das quantidades depositadas, e realizada a estimativa através dos modelos USEPA e IPCC. Foram aplicadas as metodologias propostas pelo United States Environment al Protection Agency (USEPA) e Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) para a estimativa de geração de CH₄. O percentual de biogás gerado nos aterros durante este período foi igualmente avaliado, de forma que os resultados apontaram para um aumento de 0,51% na geração de biogás para o aterro com maior volume de resíduos sólidos urbanos. Ao avaliar os resultados obtidos pelos diferentes métodos de previsão de biogás, os modelos apresentados mostraram diferenças entre os valores obtidos devido aos parâmetros adotados. Portanto, os modelos podem ser usado como um pressuposto para a avaliação da viabilidade de geração de gás metano.

Palavras-chave: Energia, gás metano, potencial energético.

Abstract

Non-renewable energy sources are highly polluting and have led to the adoption of alternative energy production methods. Biogas, a mixture of gases generated from the anaerobic decomposition of organic material, depends on the content of methane gas in its composition, being directly used in the production of electric or mechanical energy through burning. In this context, the present research studied the

technical aspects associated with the capture of biogas and its use from municipal solid waste, because organic matter is abundant and has a great energetic potential. The objective of this project was to estimate the biogas production using technical estimation models as prediction tool of methane volume. For this purpose, the sanitary landfills of northwest São Paulo during the period 2015-2016 were considered as the object of study. A mapping of the municipalities that have sanitary landfills was carried out, and together with CETESB data were collected of the deposited quantities, and the estimation was done using USEPA and IPCC models. The methodologies proposed by the United States Environment Protection Agency (USEPA) and the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) for estimating CH₄ generation were applied. The percentage of biogas generated in the landfills during this period was also evaluated, such that the results pointed to a 0.51% increase in the biogas generation for the landfill with the largest volume of urban solid waste. When evaluating the results obtained by the different methods of biogas forecasting, the presented models showed differences between the values obtained due to the parameters adopted. Therefore models can be used as a prerequisite for assessing the viability of methane gas generation.

Keywords: Energy, methane gas, energy potential.

Resumen

Las fuentes de energía no renovables son altamente contaminantes y han contribuido a la adopción de métodos alternativos para la producción de energía. El biogás, mezcla de gases generados a partir de la descomposición anaeróbica de material orgánico, depende del contenido de gas metano en su composición, siendo directamente utilizado en la producción de energía eléctrica o mecánica a través de la quema. En este contexto, este trabajo estudió los aspectos técnicos, que están asociados a la captación del biogás y su aprovechamiento a partir de los residuos sólidos urbanos, pues la materia orgánica es abundante y posee un gran potencial energético. Este proyecto tuvo como objetivo estimar la producción de biogás, utilizando modelos técnicos de estimación como herramienta de previsión del volumen de metano. Para ello se consideró como objeto de estudio los rellenos sanitarios de la región noroeste paulista en el período de 2015-2016. Se realizó un mapeo de los municipios que poseen rellenos sanitarios, y junto con la “Compañía de Saneamiento del Estado de São Paulo” (CETESB) fueron recolectados datos de las cantidades depositadas, y se realizó la estimación a través de los modelos USEPA e IPCC. Se aplicaron las metodologías propuestas por la “United States Environment al Protection Agency” (USEPA) y el “Panel Intergubernamental de Cambio Climático” (IPCC) para la estimación de generación de CH₄. El porcentual de biogas generado en los rellenos sanitarios durante este periodo fue igualmente evaluado, de forma que los resultados apuntaron a un aumento de 0.51% en la generación de biogas para el relleno sanitario con mayor volumen de residuos sólidos urbanos. Al evaluar los resultados obtenidos por los diferentes métodos de previsión de biogas, los modelos presentados mostraron diferencias entre los valores obtenidos debido a los parametros adoptados por lo tanto los modelos puede ser usado como un pre-supuesto para la evaluación de la viabilidad de generación de gas metano.

Palabras clave: Energía, gas metano, potencial energético.

INTRODUÇÃO

As principais fontes de energia do mundo são representadas pelos combustíveis fósseis, tais como petróleo, carvão e gás natural. No entanto, por não serem renováveis, estas fontes de energia são finitas e, portanto, a busca por outras fontes de energia em substituição aos combustíveis fósseis tem se tornado evidente, não só sob o aspecto sustentável, mas também sob o ponto de vista ambiental. Neste contexto, as fontes de energia renováveis como hídrica, nuclear, eólica, fotovoltaica e a proveniente da biomassa (como lenha, biodiesel e biogás) se apresentam como alternativas potenciais nos âmbitos energético, ambiental e estratégico para substituição dos combustíveis fósseis (VIEIRA et al. 2015).

O biogás é o gás natural produzido pela ação das bactérias nos resíduos. Trata-se de uma mistura gasosa, combustível, resultante de fermentação anaeróbica da matéria orgânica. A natureza das matérias-primas e o funcionamento condições utilizadas durante a digestão anaeróbica determinam composição química do biogás. O biogás cru consiste principalmente de metano (40-75%) e CO₂ (15-60%). E uma quantidade de outros componentes, como água (5-10%), sulfeto de hidrogênio (0,005-2%), amônia (1%), oxigênio (0,1%),

monóxido de carbono (0,6%) e nitrogênio (0-2%). Essa energia contribui para a redução de CO₂ na atmosfera e consequentemente redução do efeito estufa (MARTINS et al. 2015).

Em função deste contexto, é crescente o desenvolvimento de biogás, produzido nos aterros sanitários por ser uma opção de aproveitamento, devido ao seu poder energético e à quantidade disponível. A captação do gás produzido em aterros é de grande importância, pois diferentes fontes de energia alternativa podem diversificar ou incrementar a geração do biogás em aterros sanitários. O aproveitamento energético do biogás gerado em aterro constitui-se numa alternativa interessante, uma vez que o crescimento econômico do país demanda cada vez mais a disponibilização de energia. Comparativamente a outros combustíveis fósseis, a queima do metano (CH₄) gera menos poluentes atmosféricos por unidade de energia gerada, por isso, é caracterizado como um combustível limpo e o seu uso em equipamentos, veículos, aplicações industriais e geração de energia tende a aumentar (BRAZ, 2014).

Sob estas condições, estimativas teóricas de geração de biogás são realizadas por meio de modelos matemáticos que dependem de reações bioquímicas que modelam a conversão dos resíduos em gases, líquidos e compostos bioestabilizados.

Estas reações estão relacionadas com o tipo de resíduo (ex.: composição, idade, tamanho) e com a forma de deposição (ex.: compactação, eficiência de captação do Em IPCC (Intergovernmental Panel On Climate Change), é um método de decomposição de primeira ordem, que permite um perfil de emissões e tem dependência do tempo transcorrido e reflete as reais pautas do processo de degradação ao longo do tempo (ABIOGÁS, 2014). Este método admite que a taxa de produção de metano dependa apenas da quantidade de carbono remanescente nos resíduos, uma vez que a emissão de metano a partir de resíduos depositados em um aterro é mais alta nos primeiros anos após a disposição, em seguida, diminui gradualmente conforme o carbono degradado no resíduo pelos microrganismos responsáveis (ABRELPE, 2013).

United States Environment al Protection Agency – USEPA, é usado para uma avaliação preliminar para aproveitamento de gás metano nos aterros. Porém, não há considerações da redução da quantidade de gás ao longo do tempo (REGATTIERI, 2009). Diante das informações obtidas, o objetivo deste trabalho foi verificar o potencial de geração do biogás a partir de resíduos de sólidos urbanos na Região Noroeste Paulista por diferentes modelos técnicos de previsão.

metano), fatores que influenciam na temperatura, na umidade e no pH do meio (ANDRADE et al. 2016).

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido, com base em dados referentes à quantidade de Resíduos Sólidos Urbanos depositados em aterros sanitários na Região Noroeste Paulista referente ao ano de 2015-2016, obtidos junto a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), onde foi feito o levantamento das cidades que possuem aterros e a quantidade de sólidos depositados (Figura 1).

Figura 1 - Microrregiões que possuem aterro sanitário na Região Noroeste Paulista



Fonte: Adaptado de Arranjo Educacional Paulista, 2013.

A partir da quantidade de resíduos gerados foram utilizados diferentes modelos USEPA (2005) e IPCC (2006) para quantificar o potencial de geração de biogás através da biodigestão de resíduos sólidos.

Esses modelos variam em sua complexidade, e de acordo com os dados que necessitam, apresentam vantagens como resultados rapidamente observáveis.

Para estimativa preliminar de produção de gás metano, foi utilizado o método conhecido como Aproximação Simples da United States Environment al Protection Agency (USEPA, 2005), modelo de primeira ordem que utiliza: potencial de geração (L_0), que depende unicamente do tipo de composição do resíduo; e a constante de geração de CH_4 (k), que varia em função da umidade, temperatura, pH, tipo de resíduo, disposição de nutrientes para o processo anaeróbico, influenciando na geração do biogás conforme a Equação 1.

$$E_{CH_4} = Gr.MSWd$$

(Equação 1)

Onde:

E_{CH_4} = geração anual de gás metano (m^3 /ano);

Gr = geração de gás metano por quantidade de resíduos de 0,7805 (m^3 /kg ano).

MSWd = quantidade de resíduo disposto (kg).

O modelo de primeira ordem de Scholl Canyon que é o método recomendado pelo Banco Mundial para estimar a geração de metano no aterro, foi utilizado conforme a Equação 2.

$$Q_{(CH_4)i} = k \times L_0 \times m_i \times e^{-k.t_i}$$

(Equação 2)

Onde:

$Q_{(CH_4)i}$ = metano produzido do ano i a partir da seção i do resíduo, (m^3 /ano).

k = taxa de geração de metano (anos⁻¹).

L_0 = potencial da geração de metano (m^3 CH_4 /t resíduo).

m_i = massa de resíduo despejada no ano i (t/ano).

t_i = anos após o fechamento.

O potencial de geração de metano (L_0) que representa a produção total por tonelada de lixo foi utilizado o recomendado pelo Banco Mundial, cujo valor preestabelecido de L_0 é de 170 m^3 de metano/tonelada de resíduos.

A metodologia Intergovernmental Panel On Climate Change (IPCC, 2006), que tem como base a suposição de que o total de metano liberado durante o ano em que se produz a disposição de resíduos, foi utilizada de acordo com as equações 3,4 e 5.

$$CH_4(t/ano) = (RSU_T * RSU_F * L_0 - R(t)) * (1 - OX) \quad \text{(Equação 3)}$$

$$CH_4 \text{ gerado (t/ano)} = \sum [A * k * RSU_T(x) * RSU_F(x) * L_0(x) * e^{-k(t-x)}] \quad \text{(Equação 4)}$$

Onde:

t = ano de realização do inventário.

x = ano de contribuição (desde início de atividade até t).

A = (1-e-k)/k; fator de normalização para corrigir soma.

k = constante de geração, ano 1.

RSU_T(x) = total de RSU gerados no ano x, t/ano.

RSU_F(x) = fração de RSU depositada no aterro no ano-x.

RSU_T(x) * RSU_F(x) = massa de resíduos despejada no ano x, t/ano.

L₀ = potencial de geração de metano (t CH₄/t RSU).

$$L_0 = F_{CH_4} \cdot COD \cdot COD_F \cdot F \cdot 16/12$$

(Equação 5)

Onde:

L₀: Potencial de geração de metano. (m³/tRSU)

F_{CH₄}: Fator de correção de metano. (%)

COD: Carbono orgânico degradável. (t C / t RSU)

COD_F: Fração de carbono orgânico degradável dissociado. (%)

16/12 = conversão de carbono a metano.

F = fração de metano no gás do aterro, na ausência de dados é utilizado 0,5.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

- Modelo técnico de previsão da United States Environment al Protection Agency

Para estimar a geração de metano e não as emissões, pois parte do metano em sua migração para a atmosfera é captado e degradado nas camadas mais superficiais do terreno, com isso considera-se que todo o metano gerado é emitido à atmosfera através de fissuras ou vias de evacuação existente no local (SOUZA et al. 2014). Os resultados do potencial de geração de biogás pelo modelo da United States Environment al Protection Agency (USEPA) para o cenário do ano de 2015 e 2016, estão demonstrados na Tabela 1

Tabela 1 – Potencial de geração de biogás pelo modelo USEPA (2005)

Municípios	Ano de 2015			Ano de 2016		
	ton/dia	ton/ano	E _{CH₄} (m ³ /ano)	ton/dia	ton/ano	E _{CH₄} (m ³ /ano)
Adolfo	2,28	832,20	649,53	2,28	832,20	649,53
Bálsamo	5,62	2.051,30	1.601,04	5,67	2.069,55	1.615,28
Catanduva	106,67	38.934,60	30.388,42	107,22	39.135,30	30.545,10
Catiguá	4,91	1.792,15	1.398,77	4,94	1.803,10	1.407,31
Elisiário	2,21	806,65	629,59	2,24	817,60	638,13
Ibirá	7,65	2.792,25	2.179,35	7,73	2.821,45	2.202,14
Icém	4,80	1.752,00	1.367,44	4,84	1.766,60	1.378,83
Irapuã	4,85	1.770,25	1.381,68	4,89	1.784,85	1.393,07
Marapoama	1,69	616,85	481,45	1,71	624,15	487,14
Mirassolândia	2,76	1.007,40	786,28	2,68	978,20	763,48
Onda Verde	2,31	843,15	658,08	2,33	850,45	663,77
Poloni	3,63	1.324,95	1.034,12	3,67	1.339,55	1.045,51
Potirendaba	10,51	3.836,15	2.994,12	10,60	3.869,00	3.019,75
Sales	3,78	1.379,70	1.076,86	3,83	1.397,95	1.091,09
Tanabí	16,11	5.880,15	4.589,46	16,19	5.909,35	4.612,24
Uchoa	6,48	2.365,20	1.846,04	6,51	2.376,15	1.854,58
União Paulista	0,94	343,10	267,79	0,95	346,75	270,63
Total	187,20	68.328,05	53.330,00	188,28	68.722,20	53.637,58

Fonte: Elaborado pelos autores.

Baseado nos resultados obtidos pode ser observado que o aterro sanitário da cidade de Catanduva possui a maior quantidade de resíduos sólidos depositados, onde houve uma crescente na quantidade desses resíduos de aproximadamente 208 toneladas em relação ao ano de 2015. No ano de 2016 foi estimada uma geração de 30545,10 m³/ano de CH₄, o que corresponde um aumento de 0,51 % no potencial de geração de gás metano em comparação com o ano de 2015.

O aterro sanitário da região Noroeste Paulista que menos recebeu resíduos sólidos é o da cidade de União Paulista, mas houve

aumento na quantidade de lixo depositado comparado com o ano de 2015.

Pela Tabela 1 a quantidade de material depositado nos aterros da região pesquisada foi de 68.328,00 e 68.722,20 toneladas para os referidos anos de estudos, sendo que a emissão do gás metano (CH₄) pelo modelo técnico utilizado foram 53.330,00 e 53.637,58 m³/ano, o que corresponde a 0,57 % a mais na geração de gases que contribuiu para o efeito estufa.

- Modelo técnico de previsão pelo Intergovernmental Panel On Climate Change (IPCC)

Uma vez que o método envolve a estimativa da quantidade de carbono orgânico degradável que está presente no resíduo, e utiliza características dos resíduos sólidos urbanos (NECKER; ROSA, 2013), a composição gravimétrica de Resíduos Sólidos Urbanos da Região Noroeste Paulista, obtida através de quarteamento e sua relação com o carbono orgânico degradável presente nos resíduos (COD) presente em cada componente do lixo, está representada na Tabela 2.

Tabela 2 - Composição gravimétrica de Resíduos Sólidos Urbanos

Componentes	Total (%)	% COD (massa)
Papel / Papelaço	6,92	40
Matéria Orgânica	79,64	15
Têxtil	1	40
Madeira	1	30

Fonte: Jaco (2015).

CÁLCULO DO COD

O valor de COD é obtido a partir da composição do material depositado no aterro e da Tabela 2.5 do Módulo 5 – Resíduos, do Guia do IPCC de 2006, volume 2: Geração de Resíduos, conforme apresentado na Tabela 2.

$$\text{COD} = \sum (\text{COD}_i * W_i)$$

$$\text{COD} = 0,15414$$

CÁLCULO DO L₀

A unidade de L₀ calculado a partir da Equação 5, será kg CH₄/kg RSD. Portanto, para que a unidade seja transformada para m³/ton biogás, deve-se dividir pela densidade do metano, que corresponde a 0,0007168 ton/m³.

$$L_0 = \text{FMC} \cdot \text{COD} \cdot \text{COD}_F \cdot F \cdot 16/12$$

$$L_0 = 88,2 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{t RSD}$$

Para a realização do cálculo de emissão de metano, foi realizado um levantamento de dados das licenças ambientais (Tabela 3) de cada cidade da Região Noroeste Paulista, fornecidos pela CETESB (2015). Para que seja feito o cálculo dos anos de funcionamento de cada aterro, bem como para a determinação do potencial de biogás pelo modelo IPCC (2006).

Tabela 3 - Licenças ambientais, em aspecto operacional dos aterros sanitários da Região Noroeste Paulista.

Municípios	Licenças Ambientais
Adolfo	12/03/2002
Bálsamo	13/12/2010
Catanduva	16/01/2014
Catiguá	15/09/1999
Elisiário	29/09/2004
Ibirá	19/06/2001
Icém	13/07/2012
Irapuã	16/04/2002
Marapoama	08/12/2002
Mirassolândia	21/09/2012
Onda Verde	28/07/1999
Poloni	30/09/2003
Potirendaba	08/08/2003
Sales	17/01/2001
Tanabí	02/03/1999
Uchoa	03/01/2005
União	29/01/2001
Paulista	

Fonte: Adaptado de Inventário de resíduos sólidos urbanos (CETESB, 2015).

Cálculo da emissão de metano

Os resultados do potencial de emissão de metano pelo modelo Intergovernmental Panel On Climate Change (IPCC, 2006) estão apresentados na Tabela 4.

Os resultados indicam para o aterro sanitário da cidade de Catanduva onde

possui a maior quantidade de resíduos sólidos depositados, e pelo modelo técnico IPCC, a emissão de gás metano foi de 282.462,18 m³/ano de CH₄ e 283.918,21 m³/ano de CH₄, para os anos de 2015 e 2016, cujo aumento da geração de CH₄ foi de 0,51%, percentual semelhante ao encontrado pelo modelo USEPA, no entanto, a estimativa da produção de metano foi inferior ao encontrado por Necker e Rosa (2013) ao estimar teoricamente o potencial de um aterro sanitário de Ji-Paraná (RO) para o ano do aterro de 2015, essa diferença pode estar relacionada a população estimada e a quantidade de resíduos sólidos depositados e a fração de carbono dissociada utilizada.

Pela Tabela 4 a quantidade de material depositada nos aterros da região pesquisada foram de 68.328,00 e 68.722,20 toneladas para os referidos anos de estudos, visto que o modelo IPCC utiliza um potencial de geração de metano menor (L₀), sendo a emissão do gás metano (CH₄) pelo modelo técnico utilizado foram 367.604,35 e 337.714,10 m³/ano nos anos de 2015 e 2016. A comparação quantitativa entre os resultados pode ser visualizada na Tabela 5.

Tabela 4 - Potencial de geração de biogás pelo modelo IPCC (2006)

Municípios	Ano de 2015			Ano de 2016		
	ton/dia	ton/ano	E _{CH₄} (m ³ /ano)	ton/dia	ton/ano	E _{CH₄} (m ³ /ano)
Adolfo	2,28	832,20	2.050,29	2,28	832,20	1.873,82
Bálsamo	5,62	2.051,30	10.382,64	5,67	2.069,55	9.573,44
Catanduva	106,67	38.934,60	282.462,18	107,22	39.135,30	259.481,71
Catiguá	4,91	1.792,15	3.370,55	4,94	1.803,10	3.099,28
Elisiário	2,21	806,65	2.379,28	2,24	817,60	2.204,01
Ibirá	7,65	2.792,25	6.287,16	7,73	2.821,45	5.806,12
Icém	4,80	1.752,00	10.616,61	4,84	1.766,60	9.783,70
Irapuã	4,85	1.770,25	4.361,35	4,89	1.784,85	4.018,85
Marapoama	1,69	616,85	1.519,73	1,71	624,15	1.405,36
Mirassolândia	2,76	1.007,40	6.104,55	2,68	978,20	5.417,42
Onda Verde	2,31	843,15	1.585,74	2,33	850,45	1.461,80
Poloni	3,63	1.324,95	3.571,68	3,67	1.339,55	3.300,24
Potirendaba	10,51	3.836,15	10.341,15	10,60	3.869,00	9.532,03
Sales	3,78	1.379,70	3.106,60	3,83	1.397,95	2.876,77
Tanabí	16,11	5.880,15	11.058,99	16,19	5.909,35	10.157,35
Uchoa	6,48	2.365,20	7.633,33	6,51	2.376,15	7.008,63
União Paulista	0,94	343,10	772,54	0,95	346,75	713,53
Total	187,20	68.328,00	367.604,35	188,28	68.722,20	337.714,10

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 5. Resultados do potencial de geração de biogás pelos diferentes modelos técnicos

Anos de estudo	Modelos matemáticos USEPA		IPCC	
	2015	2016	2015	2016
Potencial de geração de biogás (m ³ /ano)	53.330,00	53.637,58	367.604,35	337.714,10

Fonte: Elaborado pelos autores.

A diferença observada entre os resultados apresentados na Tabela 5 pode ser justificada pelas diferentes variáveis consideradas em cada modelo técnico

(composição, idade, tamanho). Considerando que a desvantagem do modelo USEPA dá-se pelo fato de não se

considerar as diferenças na composição do material depositado (% COD).

Os resultados da emissão de metano pelo método de inventário desenvolvido pelo IPCC foram maiores do que o método USEPA, caso também observado por Mendes e Sobrinho (2005) ao estudar métodos de estimativa de geração de biogás em aterro sanitário. Estas variações podem ocorrer devido ao método IPCC utilizar a composição gravimétrica do resíduo depositado, e este pode ser variável (PEDOTT; AGUIAR, 2014), e no presente trabalho foi utilizado o COD estimado de 88,2 m³de CH₄.

CONCLUSÃO

As conclusões deste trabalho decorrem de um processo de ampliação das percepções por meio da quantidade de resíduos como parâmetro de entrada, principalmente pelo fato de expandir as possibilidades de representar a realidade.

Evidencia-se, portanto, que de acordo com os modelos apresentados, a geração de biogás proveniente de aterros trata-se de um pressuposto para a avaliação de viabilidade. De acordo com as estimativas de gás produzidas, considerando-se um percentual igual na geração de biogás para a cidade de Catanduva entre os dois modelos técnicos. Entretanto, na cidade de União Paulista também avaliada, não apresentou o

mesmo potencial de geração em ambos os modelos, sendo esta verificação de viabilidade facilmente comprovada por meio dos modelos técnicos de previsão propostos.

No entanto, esta estimativa é apenas teórica e pode ser utilizada como fonte de conhecimento prévio da quantidade de biogás que pode ser produzido por aterros sanitários. Ambos os modelos estudados estimaram a produção de biogás, porém, o modelo IPCC (2006) apresentou maior estimativa do potencial de geração de biogás.

REFERÊNCIAS

ABIOGÁS. Associação Brasileira de Biogás e de Biometano. Disponível em: <https://www.abiogas.org.br/biogas-e-biometano>. Acesso em: 10 de junho 2018.

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil – 2013.

ANDRADE, F. C. A.; MEDEIROS, B. R.; LISBOA, M. H. Estimativa de potencial energético de biogás proveniente do aterro sanitário Tijuquinhas (Município de Biguaçu/SC). *Revista Monografias Ambientais – REMOA*, v. 15, n.1, jan-abr. 2016, p.189-197.

ARRANJO EDUCACIONAL PAULISTA. Disponível em: <http://arranjoeducacionalpaulista.blogspot.com/>. Acesso em: 20 de maio de 2019.

BRAZ, J. A. *Avaliação do potencial energético do biogás de aterro sanitário gerado pelos resíduos sólidos domésticos do município de Rio Claro, Rio Claro – São Paulo*, 2014.

CESTESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2018.

IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change. *Guia para inventários nacionais de gases de efeito estufa*. Módulo 6: Lixo. Volume 2: Livro de trabalho, 2006. Disponível em: <http://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/gl/invs6.html>. Acesso em: 02 de maio de 2018.

JACO, R. O.; FIGUEREDO, B. L.; CLAUDINO G. O.; BEZERRA J. D. S.; CAVALCANTE R. F. *Estimativa teórica da produção de biogás do aterro controlado*. QUIXADÁ – CE, 2015.

MARTINS, S. O. L.; SILVA, T. L., DORES, O. D.; CARNEIRO, F. A. R. Potencial de geração de energia a partir de resíduos sólidos urbanos visando o uso do biogás como fonte alternativa de energia renovável no estado da Bahia. *XXVI ENANGRAD*. Foz do Iguaçu- PR – Brasil, 2015.

NECKER, H. S.; ROSA, A.L.D. da. Estimativa teórica da geração de biogás do futuro aterro sanitário de Ji-Paraná – RO. *REGET* - v. 17 n. 17, p. 3416- 3424, 2013.

PEDOTT, J.G.J.; AGUIAR, A.O. Biogás em aterros sanitários: comparando a geração estimada com a quantidade verificada em projetos de mecanismo de desenvolvimento limpo. *HOLOS*, v. 4, 2014, p.195-211.

REGATTIERI, R. C. *Quantificação da Emissão de Biogás em Aterro Sanitário* – Estudo de Caso do Aterro Sanitário de São Carlos. São Carlos, SP, 2009.

SOUZA, R. M. de; SERRA, J. C. V. ZUKOWSKI JUNIOR, J. C; SANTOS, D. R. R. dos. Análise do potencial energético do biogás proveniente do aterro sanitário de

Palmas/TO para geração de energia elétrica. *Revista Científica da Ajes*, v. 2, n.5, 2011.

UNITED STATES ENVIRONMENT PROTECTION AGENCY (USEPA). Air Emissions from Municipal Solid Waste Landfills – Background Information for Proposed Standards and Guidelines. *Emission Standards Division*. March 2005. EPA-450/3-90-011a.

VIEIRA, G. E. G., CAMPOS, A. E. C., TEIXEIRA, F. L., COLEN, N. G. A. Produção de biogás em áreas de aterros sanitários: uma revisão. *Revista Liberato*, Novo Hamburgo, v. 16, n. 26, p. 101-220, jul./dez. 2015.

1 Irene Rodrigues Freitas. Possui graduação em Engenharia de Alimentos pela Fundação Universidade Federal do Tocantins (2003), mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos pela Universidade Federal do Rio Grande (2011) e doutorado em Engenharia e Ciência de Alimentos pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (2015). Tem experiência na área de Ciência e Tecnologia de alimentos e Engenharia Química, nos temas, garantia da qualidade, segurança alimentar, tecnologia de produtos de origem animal, tecnologia de óleos, compostos bioativos, tecnologia de alimentos, operações unitárias, laboratório de engenharia. Tem experiência docente na área de Engenharia de Produção, nos temas: gestão da qualidade, qualidade em serviços, gestão de projetos, melhoria contínua, engenharia no entretenimento. Atua em projeto e pesquisa nas áreas de Operações Unitárias, Gestão da Qualidade, Engenharia de Produção e Energia Renovável. Especificamente nas linhas de desenvolvimento de projetos, processos e produtos, gerenciamento da qualidade com aplicação de sistemas de melhoria contínua em processos e serviços, gestão da qualidade, mercado e produtos em entretenimento, gestão da qualidade na agroindústria, sistema de gestão da qualidade em serviços, proposição de metodologias para processos/produtos/serviço/qualidade, análise e aplicação do gerenciamento de projetos, qualidade de sistemas energéticos, geração de biogás, planejamento energético e Engenharia de Alimentos/Engenharia Química (Extração de óleos, produção de bebidas, cobertura comestível, tecnologias não convencionais, bioprocessos e Operações Unitárias). Atua como revisora de periódicos internacionais, e é membro de corpo editorial do periódico Journal of Bioenergy and Food Science. E-mail: irfreitas@yahoo.com.br.

2 Thaíse Fernanda da Silva é graduanda em Engenharia Química pelo Centro Universitário do Norte Paulista – UNORP – Brasil. E-mail: thaise.6_fernanda@hotmail.com

Análise do aproveitamento da energia das ondas no Brasil com ênfase no litoral de Angra dos Reis

Reis, W. A.
Boly, R. M. A.
Madeira, J. G.
Pereira, A. L.
Santos, L. F. dos

Resumo

Este artigo apresenta situações e análises sobre a viabilidade para implementação de uma forma de energia limpa e renovável e com amplo potencial teórico a ser explorado: a Energia oceânica. Em seu contexto, existem diversas formas de se aproveitar as energias dos oceanos para conversão em energia elétrica: através das marés, correntes marítimas, gradientes de temperaturas e as ondas, este último será o assunto abordado no referido trabalho. Ao longo da pesquisa será apresentado como ocorre o fenômeno, mostrando as fortes influências dos fatores climático e geográficos sobre as ondas e as características básicas de uma onda. Serão realizadas análises no Brasil e no mundo em relação às tecnologias utilizadas para a conversão, mostrando empresas que atuam na área do aproveitamento da energia das ondas e no desenvolvimento de protótipos. Posteriormente será avaliado se há ou não formas de se aproveitar a energia das ondas no litoral do município de Angra dos Reis, sul do estado do Rio de Janeiro, apresentando dados, comparações e ideias.

Palavras chave: Angra dos Reis, energia oceânica, ondas oceânicas

Abstract:

The aim of this article is the analysis on a form of clean renewable energy and broad theoretical potential to be explored: the Ocean Energy. In context, there are several ways to harness the energy of the oceans for conversion into electricity: through the tides, currents, temperature gradients and waves, the latter will be the subject matter in that work. During the research will be presented as is the phenomenon, showing the strong influence of climatic and geographical factors on the waves and the basic characteristics of a wave. Analyzes will be carried out in Brazil and in the world in relation to the technologies used for the conversion, showing companies operating in the exploitation of the area of wave energy and the development of prototypes. After that it will be assessed whether there are ways to harness the energy of waves on the coast of the city of Angra dos Reis, south of the state of Rio de Janeiro, presenting information, comparisons and ideas.

Keywords: Angra dos Reis, oceanic energy, waves.

Resumen

Este artículo presenta situaciones y análisis sobre la viabilidad para la implementación de una forma de energía limpia y renovable y con amplio potencial teórico a ser explorado: la Energía oceánica. En su contexto, existen diversas formas de aprovechar las energías de los océanos para la conversión en energía eléctrica: a través de las mareas, corrientes marítimas, gradientes de temperaturase las olas, este último será el tema abordado en dicho trabajo. A lo largo de la

investigación será presentado como ocurre el fenómeno, mostrando las fuertes influencias de los factores climático y geográfico sobre las ondas y las características básicas de una onda. Se realizarán análisis en Brasil y en el mundo en relación a las tecnologías utilizadas para la conversión, mostrando empresas que actúan en el área del aprovechamiento de la energía de las olas y en el desarrollo de prototipos. Posteriormente se evaluará si hay o no formas de aprovechar la energía de las olas en el litoral del municipio de Angra dos Reis, sur del estado de Río de Janeiro, presentando datos, comparaciones e ideas.

Palabras-clave: Angra dos Reis, energía oceánica, ondas.

INTRODUÇÃO

Desde meados do século XIX, após a revolução industrial, a busca de fontes de energia se tornou essencial no mundo [27]. Com base nisso, temos um crescente desenvolvimento tecnológico, muito além da conscientização da preservação ambiental. A quantidade de CO₂ disposta na atmosfera a partir da primeira revolução industrial pode ter sido a grande causadora de aumento de temperatura da atmosfera e dos oceanos se comparada com a era pré-industrial [1]. As fontes de energia mais utilizadas são aquelas que se apresentam com mais facilidade de exploração, não importando se renováveis ou não ou com os impactos ambientais. Esse equívoco existencial coloca em risco todo o ecossistema, as reservas dessas fontes de energia, bem como o ritmo do desenvolvimento humano. A humanidade precisa ter um olhar de sustentabilidade sobre sua matriz de geração de energia, buscando, em paralelo, fontes de geração de energia a partir dos recursos renováveis. As energias renováveis são virtualmente inesgotáveis, entretanto em termos da quantidade de

energia que é possível se converter num determinado período, existem limites.

Em 2008 a porcentagem de produção das fontes de energia primária, para a geração de eletricidade, foi cerca de 81.6% apresentado por combustíveis fósseis (não renováveis) somado com a energia nuclear, e apenas 18.4% decorrente de fontes renováveis, das quais 0.005% é energia oceânica [10]. De acordo com Schaeffer [22], “Os oceanos contêm o maior de todos os recursos naturais e que podem contribuir de forma significativa para as necessidades crescentes de energia a nível global, devido ao seu potencial energético enorme, principalmente para os países com grandes áreas costeiras”.

Problemática

Apesar da pequena participação da energia oceânica na demanda energética mundial, existem algumas iniciativas mundo afora para promover seu desenvolvimento. Com base em estudos realizados pela Associação Europeia de Energias Oceânicas (*European Ocean Energy Association – EU-OEA*), que por sua vez, desenvolveu em 2010 uma pesquisa para este tipo de energia, resultados afirmaram que a energia dos oceanos tem o potencial de atingir 3,6 GW instalados até

2020 e 188 GW instalados até 2050, o que representaria 0,3% e 15% da demanda projetada, respectivamente [10], podendo gerar até 400 mil empregos em toda a União Europeia.

Os custos de produção de uma usina maremotriz, ou conversor de energia das ondas, assim como sua manutenção, ainda tem estudos em fase inicial e por isso atualmente ainda têm altos custos. Um dos maiores obstáculos a este tipo de aproveitamento energético é a falta de investimento e pesquisa na área; outro problema está ligado ao fluxo de embarcações, pois o maquinário, referente a esse tipo de energia, apresenta um obstáculo ao trânsito naval com os equipamentos de conversão sendo *offshore* ou/e *nearshore*, além dos custos de instalações serem bem elevados.

Os diferentes tipos de clima junto com aspectos ambientais e geográficos diversificados de cada região (locais mais frios ou quentes, ventos mais fortes ou fracos e entre outros fatores), também geram um problema, pois existem áreas onde o aproveitamento e a conversão da energia oceânica será realizada de forma mais eficaz do que em outras, tendo regiões que o seu aproveitamento não será possível, mesmo sendo áreas costeiras.

Importância do Desenvolvimento do Presente Artigo

A energia das ondas tem grande potencial energético teórico inexplorado, com base nessa informação vemos o quão importante pode ser seu aproveitamento na geração de energia elétrica por se tratar de uma energia alternativa limpa, renovável e de grande capacidade de exploração. Muitos países do mundo já realizam diversas pesquisas de protótipos e locais para utilização dessa matriz energética. Alguns países, inclusive, já utilizam energias provenientes das ondas, principalmente os países do litoral Europeu, onde se tem uma ampla capacidade de exploração da energia oceânica devido aos aspectos geográficos. Por tais fatos, serão discutidos, de forma concisa e sucinta, estudos pertinentes à região do litoral de Angra dos Reis, agregando informações, se possível, para futuros métodos de aproveitamento energético.

Tecnologias inovadoras para aproveitamento de ondas oceânicas estão em fase de desenvolvimento. Já se conhece sistemas que apresentam custos mais baixos de instalação comparados a de outras fontes renováveis: estima-se que o custo de instalação para produção de 1MW de energia elétrica seja

de US\$1,50 M para sistemas fotovoltaicos; US\$1,75 M para sistemas eólicos em terra; US\$3,00 M para um sistema eólico *off-shore*; e em até US\$1,00 M para uma das tecnologias sistemas maremotrizes [20] já instalada na península da Criméia em 2012 [14] , uma região já de conhecido interesse em aplicações de tecnologias semelhantes [2]. É interessante notar que o MW instalado de uma PCH no Brasil [11].

Este trabalho tem como objetivo apresentar a importância e as formas de se aproveitar e converter a energia das ondas no mundo e também no Brasil, dando ênfase ao litoral da cidade de Angra dos Reis, sul do estado do Rio de Janeiro, mostrando se há ou não formas de se aproveitar a energia oceânica. Do qual será colocado em pauta o aproveitamento das ondas dos oceanos, mostrando os tipos de tecnologias desenvolvidas e seu aproveitamento no Brasil e no mundo, explicando suas características desde como ocorre o fenômeno até sua conversão em energia elétrica.

ENERGIA DAS ONDAS

A energia das ondas dos oceanos também pode ser chamada de energia solar, pois todo o processo se origina com a energia solar aquecendo de forma desigual a superfície

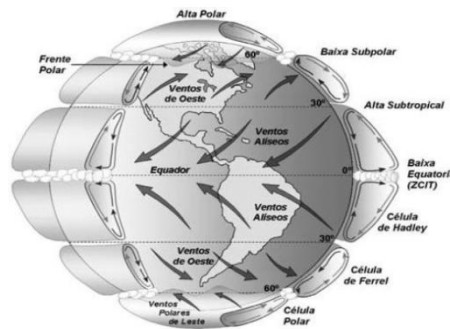
terrestre, acarretando a formação de ventos que ao soprarem paralelos à superfície e, através da viscosidade da água e de sua tensão superficial, transferem energia cinética para o mar e parte desta energia gera as ondas [24], enquanto outras porções de energia são transformadas irreversivelmente em outras formas de energia. De acordo com Fleming [10] “A quantidade de energia transferida do vento para a superfície do mar vai depender: (i) da intensidade do vento, (ii) do tempo de atuação deste vento e (iii) da área sobre a qual está atuando”. Enquanto o vento se mantiver, as ondas vão tomando forma até certo momento quando, devido aspectos geográficos e de ressonância [13] passam a ser independentes, não mais dependendo unicamente do vento. As ondas formadas assumem diversas formas, como longitudinais, ideais para o uso de geradores [21] de pás realmente grandes, as quais ficam em regiões relativamente profundas; ondas transversais são usadas para modelagem de geradores que trabalham como forma semelhante à de uma colheitadeira piezoelétrica [26]. Outras ondas muito interessantes são os sólitons, que podem percorrer muitos quilômetros sem perder energia através de efeitos não lineares [11]; estas, contudo, representam riscos às

construções, tanto nas on-shore quanto nas off-shore [25].

Como as ondas são geradas pelos ventos, sabe-se que o vento não é sempre o mesmo em todo o planeta (Figura1), devido ao clima e aspectos geográficos de cada região, portanto as ondas variam ao longo do ano de

acordo com o clima. Com base nestas variações no clima, as características das ondas variam de acordo com a região, isso é um fator importante para um empreendimento de conversão de energia de ondas, pois está diretamente relacionado com o potencial local [10].

Figura 1. Modelo de circulação atmosférica global, baseado nos meridianos e direções dos ventos.

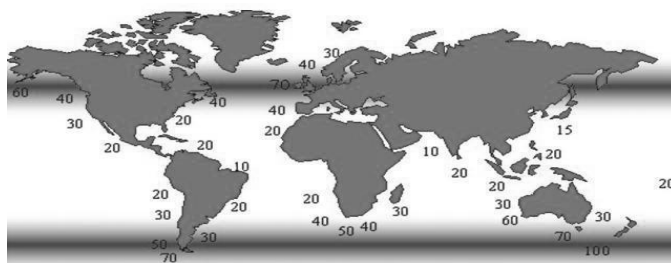


Fonte: [10].

Para comprovar essa forte influência dos ventos no aproveitamento energético das ondas, a Figura 2 mostra a distribuição global do potencial energético em kW/m (kiloWatts por mês), de acordo com as localidades e o hemisfério, o que permite notar mais claramente a grande influência dos fatores

climáticos do globo como um todo sobre a geração de ondas e, conseqüentemente, em relação à energia dessas ondas que auxiliam portanto a determinar a viabilidade da implantação.

Figura 2. Distribuição Global do potencial energético das ondas (kW/m, média anual em águas profundas).



Fonte: [22].

MATERIAIS E MÉTODOS

Metodologia de Conversão da Energia das Ondas em Energia Elétrica

O principal aspecto no aproveitamento da energia das ondas é como será feita a conversão em energia elétrica. Portanto, têm que ser levado em conta diversos aspectos: os dados geográficos de cada local, o lugar onde será aproveitado este recurso energético, ou seja, informações sobre amplitude e comportamento das ondas, potencial teórico de energia da região entre outros. Os dispositivos de conversão também têm um papel importante neste meio, pois ele realizará funções de conversão de formas distintas e em diversos locais diferentes, de acordo com a forma em que ele foi projetado.

Estes locais onde serão colocados os dispositivos são divididos em três regiões [24]:

- A. Dispositivos costeiros (*shoreline* ou *onshore*): Localizados fixados na costa.
- B. Dispositivos próximos à costa (*nearshore*): Localizados fixados na costa.
- C. Dispositivos afastados da costa (*offshore*): Localizados a mais de 25 metros de distância da costa.

Dispositivos de Conversão

De acordo com Souza [24], uma forma de classificar os dispositivos de conversão é através de seu funcionamento, ou seja, como ele realiza a tarefa de conversão de energia das ondas para energia elétrica. Partindo desse princípio, foi desenvolvido o Quadro 1 abaixo, para melhor definição e compreensão de seu funcionamento.

Quadro 1: Classificação dos conversores de energia das ondas conforme o princípio

	Posição	Características/Exemplos
Corpos oscilantes	Submersos	Translação (vertical) Ex.: <i>AWS</i> Rotação – Placas articuladas no fundo Ex.: <i>Oyster</i>
	Flutuantes	Translação (vertical) Ex.: Aquabuoy Rotação Ex.: <i>Pelamis</i>
Colunas de água Oscilantes	Fixas	Isolada Ex.: <i>LIMPET</i> Integrada em quebra-mar Ex.: Foz do Douro
	Flutuantes	Flutuam em alto mar Ex.: <i>Ocean Energy</i>
Galgamento	Fixas	Na costa Ex.: <i>Tapchan</i> Em quebra-mar Ex.: <i>S&S</i>
	Flutuantes	No mar Ex.: <i>Wave Dragon</i>

Fonte: adaptado de [24]

Corpos Oscilantes

São dispositivos que dependem somente do movimento e direção de propagação da onda para captação de energia, podendo ser submersos ou flutuantes. Os principais dispositivos de conversão são:

-*Pelamis* (atenuador), um dispositivo *offshore* semi-submerso, geralmente localizado em águas com profundidades entre 50m a 70m de profundidade para melhor eficiência e com uma potência de 750 kW [19].

-*Oyster* (pêndulo), um equipamento *nearshore*, pois ficam fixados em locais de profundidades entre 10 a 15 metros e com uma potência de 315 kW (*Oyster 1*), mas a empresa está em um projeto de

aperfeiçoamento do dispositivo que terá uma potência de 800 kW [3].

-*Powerbuoy* (absorção pontual), um dispositivo *nearshore*, sua distância em relação à costa é de até 25 metros e uma potência na ordem de 150 kW, como o implantado na Escócia em 2011 [18].

-*AWS* (absorção pontual submerso), um dispositivo *nearshore* e *offshore*, dependendo de sua aplicação, tem uma potência de 250 kW que foi implantada pela empresa em 2010 [5].

Coluna de Água Oscilante

São dispositivos que além de utilizar como base a onda para captação de energia, também utiliza a pressão do ar que se altera de acordo com o volume de água que aumenta e

diminui com o movimento das ondas, podendo ser flutuantes ou estruturas fixas na costa. Seus principais dispositivos de conversão são:

-*Limpet*, um dispositivo *shoreline*, ou seja, fixo na costa e tem uma potência de 500 kW, e oferece energia a 400 habitações da ilha escocesa de Islay [4].

-*Ocean Energy*, um dispositivo *offshore*, pois foi criado para resistir às severas condições impostas pelo oceano e suas tempestades com um poderoso sistema de amarração [17].

Galgamento

São dispositivos que se baseiam no movimento da onda para encher uma espécie de laje ou reservatório, com a saída dessa água retida movimentando-se uma turbina e a captação de energia é realizada. Podem ser flutuantes ou estruturas fixas na costa. Seu principal dispositivo de conversão é o *Wave Dragon*, um dispositivo *offshore* que preferencialmente pode ser instalado em locais acima de 40 metros da costa e apresenta uma potência nominal entre 4 a 11 MW [28].

Aplicação dos Dispositivos de Conversão no Brasil

O Brasil tem uma costa que se estende pelo oceano Atlântico, cobrindo 7.367 km e com a Plataforma Continental estendida (911 mil km²), cuja área equivale a cerca de 52% da superfície continental brasileira com base no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Desta forma, com o intuito de aproveitar essa vasta área marítima para a geração de energia, o Brasil vem realizando estudos na área de conversão da energia das ondas em eletricidade com desenvolvimento de protótipos.

No Brasil, dois projetos se destacam, ambos desenvolvidos pela COPPE, o Centro de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Baseado em testes realizados na COPPE, “o potencial energético das ondas no Brasil é estimado em 87 gigawatts. Esses dados indicam que é possível converter cerca de 20% desse potencial em energia elétrica, o que equivale a cerca de 17 % da capacidade total instalada no país” [8]. O Brasil, por suas características geográficas, nunca foi incluso em debates ou fóruns especializados nos temas de geração de eletricidade através das ondas.

A resiliência inerente do Brasil no que se refere à investimentos em ciência, tecnologia e desenvolvimento reforça o atraso

do investimento em novas tecnologias de geração de energia, como também em captação de energia das ondas; todavia o potencial desse tipo de energia no Brasil não pode ser desprezado, principalmente pela constância desse fenômeno e também por possuir um litoral com 8 mil km. Estefen, professor de Engenharia oceânica da COPPE, em uma entrevista realizada pela “O Globo”, com relação à exploração da energia limpa das ondas, afirma que “não basta ter ondas grandes, elas atuam em apenas 20% do ano. Já as ondas brasileiras batem de forma constante em 70% do ano” [8].

O primeiro projeto no Brasil, uma usina próxima a um quebra-mar, trata-se de um dispositivo *onshore*, localizado no Porto de Pecém/CE em parceria com a empresa Tractebel Energia SA, foi testado em 2012 e está agora em fase de aprimoramento e com uma potência nominal de 50 kW (Figura3), que equivale à produção de 180MWh. A própria energia gerada pelo dispositivo é consumida no porto onde está localizada, porém há planos de ampliação e mais pesquisas pertinentes a maior eficiência energética do mesmo a partir de 2017 [8]

Figura 3. Dispositivo da COPPE/RJ em operação no porto de Pecém/CE.



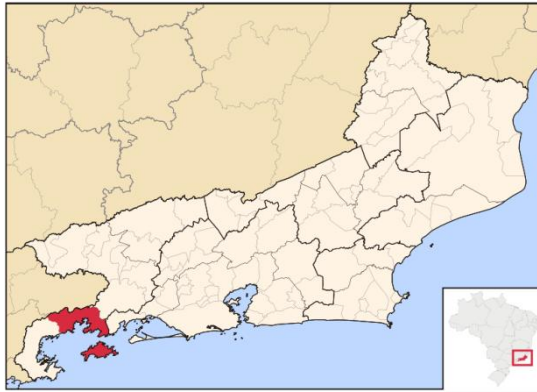
Figura 4. Esquema de funcionamento do dispositivo de Ilha Rasa [8].



Situação da Energia das Ondas em Angra dos Reis

Angra dos Reis é uma cidade localizada ao sul do Estado do Rio de Janeiro na região Sudeste do Brasil, tem uma área territorial de 825.082 km² e uma população de aproximadamente 184.940 habitantes de acordo com o IBGE conforme mostra a Figura 5. A cidade possui um vasto litoral contido na baía da Ilha Grande e é composta por centenas de ilhas.

Figura 5. Mapa da localização de Angra dos Reis



A zona costeira de Angra dos Reis apresenta características fisiográficas favoráveis à instalação de terminais portuários e atividades de apoio à indústria naval. Fatores como um litoral altamente recortado, com muitas enseadas, ilhas, áreas abrigadas e canais naturais profundos. Aspectos que por sua vez, necessitam de uma maior capacidade energética para atender, com eficiência, as empresas e a crescente população decorrente da alta atividade industrial, pesca e turismo. Portanto, a região apresenta uma alta capacidade de crescimento industrial e populacional, e o aproveitamento da energia das ondas iria ajudar a suprir essa grande demanda [16].

As empresas em destaques são de atividade naval e portuária, caso haja algum futuro investimento nesta região, a transmissão e a implantação de um sistema de geração de eletricidade através das ondas oceânicas iria ser facilitada por serem

empresas costeiras [16]. As empresas em destaque são:

- O estaleiro Brasfels, que têm contribuído para a autossuficiência na área de petróleo e gás natural, construindo plataformas, embarcações de apoio, e realizando reparos nas plataformas operantes na bacia de Campos.
- O terminal portuário de Angra dos Reis, administrado pela *Technip*, é um importante centro logístico para a movimentação de cargas e apoio a projetos *offshore*, especializado em carga geral, produtos siderúrgicos, trigo, petróleo e seus derivados.
- O terminal marítimo da baía da Ilha Grande (TEBIG), que atua no recebimento e exportação de petróleo, realizando operações de transporte duto viário de petróleo e derivados, carregamento e descarregamento de navios-tanque, abastecimento de combustíveis para navios e

armazenamento e transferência de petróleo e derivados.

A região de Angra dos Reis apresenta as únicas usinas nucleares do Brasil, Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (Angra 1, 2 e 3), sendo que somente a Angra 3 está em fase de construção e está prevista para entrar em operação somente em 2018. Estas usinas estão localizadas na costa leste de Angra dos Reis, especificamente na praia de Itaorna, é considerada um tipo de energia limpa, ou seja, praticamente não emite poluentes. Angra 1 apresenta cerca de 657 MW de potência e Angra 2 cerca de 1350 MW de potência [7], e toda a energia gerada é distribuída para a rede nacional, nenhuma porcentagem dessa energia é consumida em Angra dos Reis.

Dessa maneira, a energia proveniente das ondas teria um papel ímpar na região, pois essas demandas industriais localizadas, próximas à costa, poderiam ser supridas de forma similar ao porto de Pecém/CE. Pequenas vilas situadas ao longo da Ilha Grande também poderiam ser supridas, no ponto de vista energético, por essa energia proveniente das ondas, o que geraria certa autonomia energética e, também, uma facilidade no que se refere às linhas de transmissão.

Tendo em mente o conceito de energia das ondas e os mecanismos de como se converter a energia cinética das ondas em energia elétrica, é necessário realizar alguns estudos, analisando condições primordiais, tais como: fatores climáticos e aspectos geográficos de Angra dos Reis.

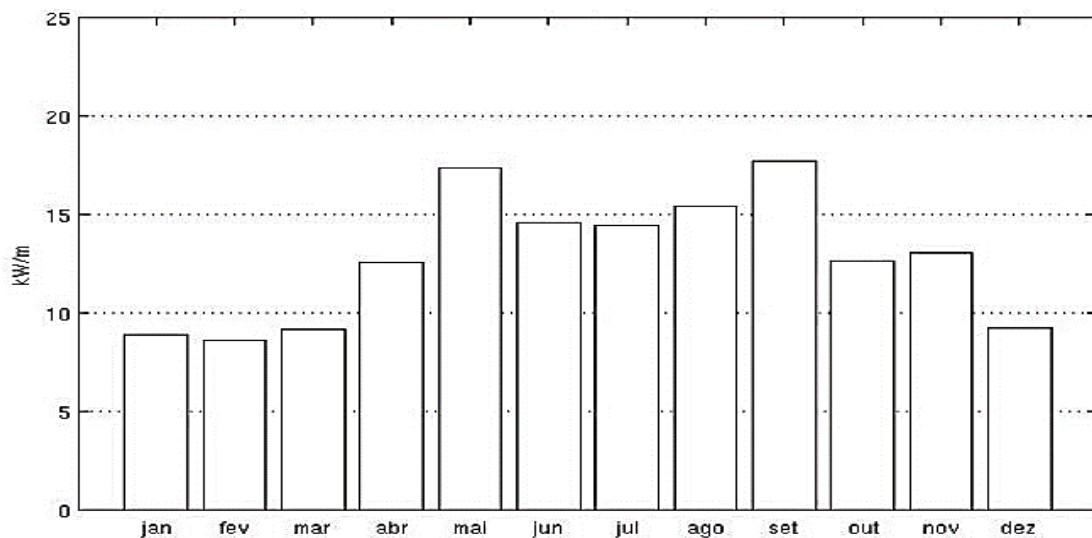
Como mostrado nas Figuras 1 e 2, os ventos são fatores primordiais na geração das ondas, os Ventos Alíseos são os que predominam nesta região, que por sua vez, geram ondas com baixas alturas e, conseqüentemente, não remetem uma grande eficiência no aproveitamento energético.

A análise do potencial teórico das ondas em Angra dos Reis baseia-se nas Bibliografias [10] e [4], onde se utilizam o modelo numérico espectral *Wave Watch* III (WW3), para obter dados sobre altura, pico e direção de onda através do espectro, que descreve as condições de uma onda em um determinado momento, por influência dos ventos locais e oceânicos.

A partir das informações supracitadas, foi adaptado um gráfico (Figura 6) que se estende de Santa Catarina ao Sul do Rio de Janeiro, que abrange a região do litoral de Angra dos Reis onde se mostra as médias mensais em 15 kW/m entre maio e setembro, com um pico nestes dois meses. Nota-se que

no verão esses valores caem para 10 kW/m. A média anual do potencial energético, proveniente das ondas, é de 12,73 kW/m [10].

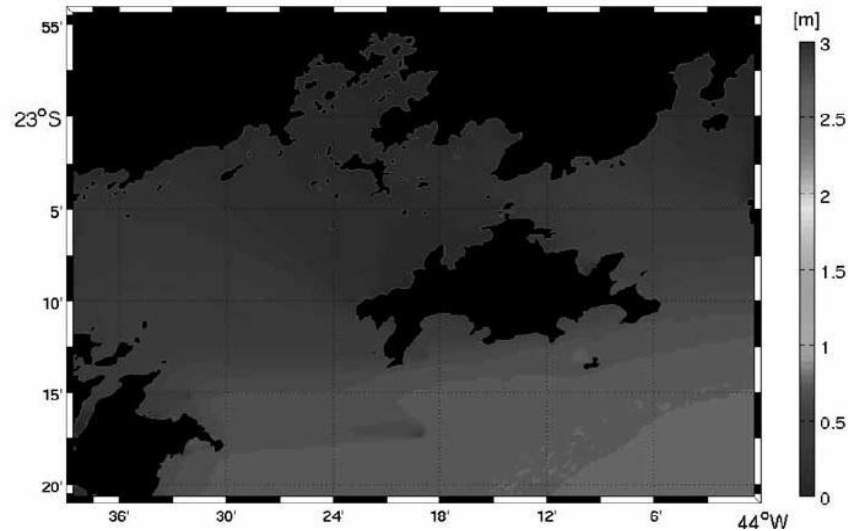
Figura 6. Médias Mensais de energia das ondas entre Santa Catarina ao Sul do Rio de Janeiro, abrangendo o litoral de Angra dos Reis [10].



Foram realizados estudos sobre a propagação das ondas geradas pelo vento, via modelagem numérica, na baía da Ilha Grande, diante de dois cenários diferentes: em situação recorrente e em situação de ressaca. Esse estudo permite entendermos melhor o comportamento e a altura significativa de uma onda na região de Angra dos Reis [12].

A Figura 7 mostra a altura significativa da onda no dia 04/01/2009, encontrada na baía da Ilha Grande na ausência de eventos de ressacas. Apresentam alturas médias de 0,5m a 1m em águas marinhas que abrange Angra dos Reis[12]

Figura 7: Altura significativa de onda em situação normal na Baía da Ilha Grande no dia 04/01/2009 [12].

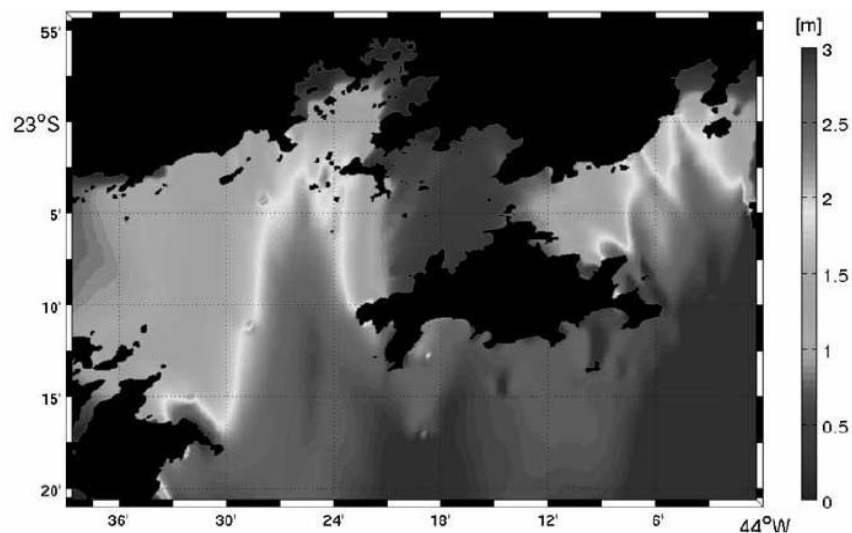


A Figura 8 mostra a altura significativa das ondas no dia 08/04/2009, obtidas na baía da Ilha Grande com a presença de um intenso evento de ressaca. Apresentam alturas médias de 0,5 m a 2,5m em águas marinhas que abrange Angra dos Reis [12].

Claramente é visto um campo de ondas heterogêneo, com uma zona de sombra ao norte da Ilha Grande, na enseada de Angra dos Reis. Essa sombra é devida ao fato da Ilha

servir como anteparo, ou seja: a Ilha Grande bloqueia parte dos ventos do Atlântico, bloqueando, conseqüentemente, as ondas, fazendo com que essa área seja de baixo aproveitamento energético. É possível observar também que as ondas diminuem gradativamente à medida que penetram na Baía, sugerindo a influência dos fenômenos não conservativos presentes em águas rasas, acarretando perda de energia [12].

Figura 8. Altura significativa de onda com ressaca na baía da Ilha Grande no dia 08/04/2009 [12].



Com base no referido estudo sobre a energia das ondas em Angra dos Reis e, em detrimento da falta de dados oceanográficos na cidade em questão serão descritas três áreas que apresentam condições, aparentemente, propícias para o aproveitamento e conversão da energia das ondas de acordo com aspectos

econômicos, proximidades à população e potencial teórico. São elas: Baía do Retiro, Baía ou Enseada de Angra dos Reis e Sul da Ilha Grande. Será discutido, em paralelo, vantagens/desvantagens e os tipos de dispositivos que poderiam ser utilizados nessas áreas, dado o perfil de cada local.

Figura 9: Mapa satélite de Angra dos Reis, mencionando áreas de possíveis aproveitamentos da energia das ondas



A- Área 1

Localizada na baía, ou enseada, de Angra dos Reis, abrangendo toda a parte frontal do centro de Angra dos Reis e grande parte das atividades econômicas do município como o turismo, pesca, indústrias portuárias e navais.

Vantagens da Utilização de Conversores de Ondas

Trata-se de uma área com intensa atividade industrial, reparos de plataformas, descarregamento de petróleo, importação e

exportação de produtos portuários e com grande densidade demográfica. O uso de conversores de ondas em eletricidade neste local poderia suprir parte da demanda de energia nessa região, principalmente, por questão de proximidade ao mar e das indústrias próximas à costa.

Desvantagens da Utilização de Conversores de Ondas

É uma área com grande fluxo de embarcações. A implementação dos conversores poderia atrapalhar o tráfego naval

ou até mesmo acarretar acidentes. Além disso, essa região apresenta uma baixa altura de onda, como observado na Figura 8, cerca de 0,5m, decorrente do bloqueio natural da Ilha Grande que faz com que os ventos, e as ondas, cheguem com menos intensidade nessa área.

Dispositivos de Ondas que Poderiam ser Utilizados

Com base nos aspectos apresentados, os dispositivos que poderiam ser utilizados na área 2 também podem ser utilizados na área 1, devido à semelhança dos dados geográficos e demográficos. De uma forma geral, os aspectos geográficos locais fariam com que os dispositivos de conversão não operassem em sua capacidade total, tendo em vista o baixo potencial energético das ondas locais. Apesar dos dados locais não serem favoráveis à captação da energia das ondas de uma forma abrangente e com grande potencial, a utilização de um dispositivo de conversão, conforme o ilustrado na Figura 4 poderia suprir a demanda de uma empresa, pequenos bairros e ilhas presentes na região.

B- Área 2

Localizada na baía da Ribeira, a maior reentrância da costa dentro da baía da Ilha

Grande. Em seu interior ficam as enseadas da Japuíba, do Ariró e de Bracuí. Tem como características grande número de ilhas rochosas e com vegetação abundante, geralmente rodeada por pedras descobertas e submersas, com profundidades de 3m a 14m [22].

Vantagens da utilização de Conversores de Ondas

Trata-se de uma área onde se tem uma grande porcentagem da população de Angra dos Reis, conseqüentemente grande demanda de energia domiciliar, abrangendo os bairros mais populosos como Japuíba, Frade e Bracuí. Portanto a geração de energia elétrica através das ondas poderia suprir parte da demanda de energia das residências locais. Outro aspecto relevante é que essa área apresenta um fluxo de embarcações moderado.

Desvantagens da Utilização de Conversores de Onda

Apresenta uma característica em comum com a área 1: apresentam ondas de alturas significativas baixas decorrentes da geografia local. Outro aspecto da região é que as margens são muito sinuosas, podendo ser

um obstáculo à utilização de dispositivos costeiros.

Dispositivos de ondas que poderiam ser utilizados

A escolha do dispositivo será baseada de acordo, basicamente, em cima de dois fatores: geografia da região e potência nominal. Critérios baseados no mesmo princípio dos dispositivos criados pela COPPE/RJ foram desenvolvidos propriamente para atuar naquela região, realizando estudos prévios a respeito de amplitude de onda, ventos, margens, leito marinho e entre outros, para o desenvolvimento e o anexo do dispositivo. Com isso, os dispositivos que poderiam ser instalados nesta área apresentariam características para captação da energia em medianos ou baixos regimes de ondas comparados aos dispositivos utilizados nos mares europeus. Levando em consideração esses fatores, os dispositivos poderão ser flutuantes ou submersos. Com exceção dos costeiros que podem não ser um bom investimento, decorrente de margens sinuosas e de manguezais, com áreas de proteção ambiental por parte do Instituto Estadual do Ambiente (INEA) e com o projeto da APA Tamoios, é necessário um licenciamento

prévio para utilização destas áreas costeiras para fins industriais. Assim como na área 1, os dispositivos não operariam em sua capacidade total devido às características das ondas locais.

C- Área 3

Localizada na parte sul da Ilha Grande, abrangendo todo litoral sul da ilha com praias exuberantes, grandes reservas ecológicas e áreas de preservação da biodiversidade e do bioma local. Também tem como característica uma área voltada ao mar aberto com apenas uma ilhota no Sudeste, chamada Jorge e Grego.

Vantagens da utilização de conversores de ondas

Trata-se de uma área voltada ao alto mar, portanto, estão sujeitos a grandes ventos e maiores regimes de ondas. As médias de ondas nesta área variam entre 1m e 3m, fazendo com que a área 3 tenha uma maior rentabilidade energética, comparada às áreas 1 e 2, de um equipamento conversor. Por ser uma área que oferece uma captação de energia das ondas de uma forma mais rentável, a utilização de um conversor nesta área supriria a população da Ilha Grande de forma eficiente.

No Brasil a média do consumo de energia elétrica por pessoa atualmente é

aproximadamente 49 kWh/mês [15], além disso, de acordo com dados (2010) do IBGE, estima-se que a população da Ilha Grande seja aproximadamente 7.000 habitantes [6], ou seja, através da aplicação desses dados na Equação (1), concluímos que o consumo total de energia na Ilha Grande é cerca de 343.000 kWh/mês

$$E = E_1 * H \quad (1)$$

Para obter um resultado que facilite na identificação de um tipo de equipamento conversor necessário para suprir a demanda energética da Ilha, é necessário que transforme a unidade de kWh para kW^(P)(P), conforme mostra a equação (2), sendo T o tempo de 720 horas que equivale a 1 mês (30 dias).

$$P = \frac{E}{T} \quad (2)$$

Concluímos que o potencial total da Ilha Grande é aproximadamente 476 kW.

Desvantagens da Utilização de Conversores de Ondas

Por ser uma área mais distante do continente, os gastos com manutenção de equipamentos e transmissão de energia através de cabos submarinos poderia ser mais elevado, isso ocorreria se a energia fosse direcionada

até a região continental de Angra dos Reis. Dessa forma, a produção de energia, a partir dos equipamentos de conversão, seria restrita, a princípio, à Ilha Grande.

Dispositivos de Ondas que Poderiam ser Utilizados

Baseado nos dados obtidos do potencial de 476 kW da Ilha Grande, os dispositivos poderiam ser desde submersos como o *AWS* que tem uma potência de 250 kW com a capacidade de suprir metade da Ilha Grande, ou flutuantes como o *Pelamisque* tem uma potência de 750 kW com capacidade para suprir totalmente a Ilha Grande. Os dispositivos costeiros apresentam um entrave nessa área, como já citado, o litoral sul da Ilha Grande apresenta grandes áreas de proteção ambiental, algumas com o bioma totalmente preservado, utilizado apenas para estudos da biodiversidade terrestre e marinha, outras áreas utilizadas apenas para o turismo. Com base no contexto já apresentado, é sugerido que sejam feitos estudos prévios mais precisos sobre dados da região para a escolha do dispositivo de conversão, para que ele opere em sua capacidade total de acordo com o aspecto da área em que o mesmo está localizado.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Neste artigo foram feitas análises sobre o aproveitamento da energia das ondas, para a conversão em energia elétrica, no Brasil e no mundo, com ênfase no litoral de Angra dos Reis. Mesmo com escassos materiais para pesquisas referenciais, foram coletados dados teóricos, gráficos, estudos geológicos e ambientais, para melhor compreensão das regiões estudadas. Não foram apresentados cálculos sobre energia cinética, potencial e características de uma onda e nem sobre o melhor dispositivo a ser usado com os tipos de ondas/correntes a serem encontradas na região.

De acordo com os dados coletados, podemos constatar o grande potencial da energia dos oceanos, que tem como característica o seu amplo potencial para produção de energia. O referido trabalho debate sobre a constante evolução desse tipo de aproveitamento energético. Gradativamente têm-se aprimorado os dispositivos de conversão de energia, possibilitando, então, diminuir os custos de produção e aumentar o rendimento energético. Estimativas mostram que a energia elétrica proveniente dos oceanos irá abranger, aproximadamente, 15% da demanda mundial

em 2050 com base em pesquisas realizadas pela *European Ocean Energy Association* (EU-OEA).

No Brasil, o potencial teórico energético das ondas é estimado em 87 GW, desse potencial é possível converter cerca de 20% em energia elétrica, o que equivale a cerca de 17% da capacidade total do país. Além disso, de acordo com Fleming [10] “as ondas possuem um fator de capacidade consideravelmente alto no Brasil, maior do que o de outras energias renováveis, como da eólica, por exemplo”. Essa capacidade pressupõe um aspecto muito promissor no que se refere à utilização desse tipo de matriz energética no país, servindo de motivação para novos estudos e investimentos na área.

Foram apresentados métodos para conversão da energia das ondas em diversos locais, com base nas características de ondas de cada região, pois vimos que aspectos geográficos e climáticos, como os ventos, têm grande influência no potencial e rentabilidade do aproveitamento da energia das ondas. Um exemplo dessa influência é o caso dos países mais ao norte ou ao sul do globo, que apresentam condições mais favoráveis à captação da energia das ondas do que os países mais ao centro do globo.

O recomendável seria desenvolver um dispositivo próprio através de estudos e dados do referido local, como os dois dispositivos de conversão criados e desenvolvidos pela COPPE/RJ, dispositivos nos quais foram projetados levando em consideração condições específicas do local.

No desenvolvimento do presente estudo percebeu-se a falta de dados oceanográficos do local escolhido, que no caso da energia de ondas foram utilizados dados gerados por um modelo numérico, que podem servir de subsídio para levantamentos de climas de ondas reais. Portanto, é claramente notável que as energias das ondas estão em um estado de poucos avanços e desenvolvimento. Entretanto, há um oceano de possibilidades e um potencial que não pode ser ignorado. Com base nesse contexto, recomenda-se que sejam feitos estudos, pesquisas e levantamento de dados mais precisos das energias, assim como também das formas, das ondas em Angra dos Reis e, mostrando áreas específicas, potenciais técnicos e teóricos.

AGRADECIMENTOS

O apoio financeiro fornecido pelo Centro Federal de Educação Tecnológica do

Rio de Janeiro -CEFET /RJ- Campus Angra dos Reis

REFERÊNCIAS

- [1]. ABRAHAM, N. J, et. al. *Early onset of industrial-era warming across the oceans and continents*, Nature, volume 536, 2016.
- [2]. ARKHIPKIN, V. S., et. al. Assessing the potential of wave energy in coastal waters of Crimea península. *Al'tern. Energy Ekol.*, N. 20, 25–35, 2015
- [3]. AQUA Marine Power. Disponível em <http://www.aquamarinepower.com/>. Acesso em: maio 2019.
- [4]. AQUARET. Disponível em: <http://www.aquaret.com/index.php?lang=pt>. Acesso em: maio 2019.
- [5]. AWS Oceanenergy. Disponível em <http://www.awsocan.com/home.aspx?ln=3>. Acesso em: maio 2019.
- [6]. BAÍA da Ilha Grande. Disponível em: <http://www.mar.mil.br/dhn/chm/box-publicacoes/publicacoes/rotcs/077-104b-Baia-da-Ilha-Grande.pdf>. Acesso em: maio de 2019.
- [7]. CENTRAL Nuclear de Angra dos Reis. Disponível em: <http://www.eletronuclear.gov.br/AEmpresa/CentralNuclear.aspx>. Acesso em: maio 2019.
- [8]. MOTTA, Cláudio, *País começa a explorar energia limpa das ondas*. In: O Globo. Disponível em: <http://oglobo.globo.com/sociedade/ciencia/pais-comeca-explorar-energia-limpa-das-ondas-5122838>. Acesso em: maio de 2019.

[9]. Empresa de Pesquisa Energética (EPE). *Estudo de eficiência energética, consumo de energia elétrica no Brasil*. Análises setoriais, Rio de Janeiro, 116p, junho 2014.

[10]. Fleming, F. *Avaliação do potencial de energia oceânica no Brasil*. 2012. 100f. Dissertação de mestrado – UFRJ/ COPPE/ Programa Planejamento Energético, 2012.

[11]. GLOBAL Ocean Associates. *An Atlas of Oceanic Internal Solitary Waves*. 2002.

[12]. Godoi, V. A.; Calado, L.; Watanabe, W. B.; Yaginuma, L. E. & Bastos M. Evento extremo de ondas na Baía da Ilha Grande: um estudo de caso. *Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego*, Campos dos Goytacazes/RJ, 2011.

[13]. HAMMACK, J. L., HENDERSON, D. M. Resonant interactions among surface water waves. *Annu. Ver. Fluid Mech.* 25, 55-97, 1993.

[14]. HISTORY of EWP unit design. Disponível em <https://www.ecowavepower.com/history-of-ewp-unit-design/>. Acesso em: maio 2019.

[15]. ILHA Grande. Disponível em <http://www.ilhagrande.com.br/ilha-grande/localizacao-e-dados/>. Acesso em: maio 2019.

[16]. Instituto Estadual do Ambiente (INEA). *Diagnóstico do setor costeiro da baía da ilha grande: subsídios à elaboração do zoneamento ecológico-econômico costeiro*. Rio de Janeiro, 244 p. 2015.

[17]. OCEAN Energy, a world of energy. OE Buoy. Disponível em

<http://www.oceanenergy.ie>. Acesso em: maio 2019.

[18]. OPT's Power Bouy. Disponível em: <http://www.oceanpowertechnologies.com>. Acesso em: maio 2019.

[19]. PELAMIS Wave Power. Disponível em <http://www.pelamiswave.com>. Acesso em: maio 2019.

[20]. Reis, Pedro. Nova tecnologia reduz custo de geração de eletricidade a partir da energia das ondas. *Portal da Energia: energias renováveis*. 2017. <https://www.portal-energia.com/nova-tecnologia-reduz-custo-geracao-eletricidade-energia-das-ondas/>. Acesso em: maio 2019.

[21]. RENZI, E., Dias, F. Motion Resonant modes of large articulated damped oscillators in waves. *Journal of Fluids and Structures*. V. 49, 705-715, 2014.

[22]. RONCHI, F. P.; SCHAEFFER L. Classificação das tecnologias para conversão de energia das ondas. *Classificação ondas*, 2010.

[23]. SAAVEDRA, O. R. *Potencial Energético do Maranhão: Energia Oceânica*. Disponível em <http://www.seme.ma.gov.br/files/2016/11/Energias-de-Oce%C3%A2nicas-nov2016.pdf>. Acesso em: maio 2019.

[24]. SOUZA, R. A. *Escolha da tecnologia de conversão da energia das ondas em energia elétrica*. 2011. 121f. Dissertação de mestrado. Curso de pós-graduação em Engenharia Oceânica. Universidade Federal do Rio Grande. Rio Grande, 2012.

[25]. STAGG, A.; GOFF, M., JEANS, G.; HARRINGTON-MISSIN, L.; BASCHENIS, C. *Soliton Early Warning System for Offshore Applications*. 2010. Disponível em

http://www.ofeg.org/np4/file/85/Soliton_Early_Warning_System.pdf. Acesso em: maio de 2019.

[26]. XIE, X.D.; WANG, Q., WU, N. Energy harvesting from transverse ocean waves by a piezoelectric plate. *International Journal of Engineering Science*, V. 81, 41-48, 2014.

[27]. WAGNER, Felipe. Quais são as principais fontes energéticas na indústria? *RW Engenharia*. 2015. Disponível em <https://www.rwengenharia.eng.br/quais-sao-as-principais-fontes-energeticas-na-industria/>. Acesso em: maio 2019.

[28]. WAVE Dragon. Disponível em <http://www.wavedragon.net/>. Acesso em: maio 2019

1 Wellerson A. REIS. Graduação em Engenharia Mecânica. Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, CEFET/RJ, Brasil. wellerson.reis@gmail.com

2 Ronney M. A. BOLOY. Possui graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade de Oriente (UO). Santiago de Cuba. Cuba. Mestre e Doutor em Engenharia Mecânica na área de Transmissão e Conversão de Energia pela Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá (FEG) da Universidade Estadual Paulista (UNESP) Júlio de Mesquita Filho . Professor DIII-III associado ao Departamento de Engenharia Mecânica do CEFET/RJ sede Maracanã. Líder do Grupo de Pesquisa em Empreendedorismo, Energia, Meio Ambiente e Tecnologia (GEEMAT/CNPq). Atua principalmente nos seguintes temas de pesquisa: Modelagem e Simulação Computacional, Energias Renováveis, Sistemas de Cogeração de Energia, Termoeconomia, Eficiência Ecológica, Análise de Ciclo de Vida, Produção de Biocombustíveis, Produção de Bioenergia. Professor Permanente do Programa de Pós-Graduação de Engenharia de Produção e Sistemas - PPPRO CEFET/RJ. Integrante do Comitê Institucional de Sustentabilidade do CEFET/RJ. Membro do Grupo Nacional de Aproveitamento Energético dos Resíduos Agropecuários para Produção de Biogás da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (REPCT). Coordenador Regional de Biocombustíveis na REPCT. Responsável pelos Programas de Dupla Diplomação no CEFET/RJ. Desde 2018, integra o Banco de Avaliadores do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior - BASis INEP-MEC. Desde 2018 é pesquisador do Grupo VALORIZA-IPPORTALEGRE, Portugal. ronney.boloy@gmail.com

3 Luis Fernando dos SANTOS. Possui graduação em Licenciatura Plena em Física pela Universidade Federal de Mato Grosso (2006), mestrado em Física pela Universidade Federal de Mato Grosso (2009) e doutorado em Doutorado em Física pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2013). Atualmente é professor ebtt do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca. Tem experiência na área de teoria quântica de campos, com ênfase em Sistemas integráveis. IFSANTOS18@gmail.com

4 Jonni Guiller Ferreira MADEIRA. Jonni Guiller Ferreira Madeira is a mathematician with a Masters degree in Nuclear Engineering and PhD in Applied Math. He is a researcher and teacher at the Federal Center for Technological Education Celso Suckow da Fonseca (CEFET-Angra dos Reis(Brazil)). Experience in following scientific areas: - Biofuels production (Biogas, Syngas from Biomass, Biohydrogen); - Bioenergy production ; Thermoeconomic tools; Life Cycle Analysis; Ecological Efficiency, Mathematical Modeling, Nuclear Energy. researcher associated to the following research groups: Researcher at Group Nanoscience and the Environment (<http://dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/7334092806079383>) Researcher at Group Agromatemática (<http://dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/2905785665606353>) gaiada123@hotmail.com

5. A. L. PEREIRA

Da produção de teares a maior montadora do mundo - pontos chave da Toyota

Mazzonetto, Alexandre Witier
Amaral, Lucas do

Resumo

Este trabalho fundamenta-se em uma ampla revisão bibliográfica tendo a finalidade de mostrar como uma empresa que produzia teares no início do século 20 para a *Toyota Motor Company* tornando-se uma das maiores montadoras de automóveis do mundo, com vendas de mais de 10 milhões de unidades em 2017, representando quase 11% do mercado (AB INTELIGÊNCIA, 2018). Fez-se uma contextualização histórica relatando os acontecimentos que levaram a essa mudança de paradigma, tendo como foco o período anterior e posterior à Segunda Guerra Mundial; momento em que ocorreram as maiores mudanças na organização, permeando a vida de seus fundadores e suas principais decisões para a mudança do tear ao automóvel e como isso ocorreu na empresa. Apresentam-se as vantagens da metodologia de produção criada pela *Toyota*, que seria conhecida mundialmente como Sistema Toyota de Produção (STP), e abordam alguns de seus princípios – criados para suprir suas necessidades ao longo de sua história. Posteriormente foram agregadas ao seu modo de produzir aumentando suas vantagens competitivas em relação a outros sistemas em determinadas áreas e alguns estudos de casos da implementação deste sistema em outras empresas. O trabalho mostra os resultados que o STP trouxe a organização e em sua posição no mercado mundial no ano de 2017, para afirmar como os métodos criados pela *Toyota* a transformaram, proporcionando um crescimento exponencialmente desde o final da segunda guerra mundial.

Palavras Chaves: Toyota, Sistema Toyota de Produção, *Just in Time*, *Kanban*, 5S.

Abstract

This work is based on a comprehensive literature review aimed at showing how a company that produced looms in the early 20th century became the Toyota Motor Company. Becoming one of the largest automakers in the world selling more than 10 million units in 2017 representing almost 11% of the market (AB INTELLIGENCE, 2018). A historical contextualization was made, reporting the events that led to this paradigm shift, focusing on the period before and after World War II; when major changes in the organization took place, permeating the life of its founders and their main decisions for the change of the

loom to the automobile and how it happened in the company. The advantages of Toyota's production methodology, known worldwide as the Toyota Production System (STP), are presented and discuss some of its principles - created to meet its needs throughout its history. Later they were added to their way of producing increasing their competitive advantages in relation to other systems in certain areas and some case studies of the implementation of this system in other companies. The work shows the results that the STP brought to the organization and its position in the world market in 2017, to state how the methods created by Toyota have transformed it, causing it to grow exponentially since the end of World War II.

Keywords: Toyota, Toyota Production System, Just in Time, Kanban, 5S.

Resumen

Este trabajo se fundamenta en una amplia revisión bibliográfica con el fin de mostrar cómo una empresa que producía telares a principios del siglo XX se convirtió en la Toyota Motor Company. Convirtiéndose en uno de los mayores fabricantes de automóviles del mundo. Se hizo una contextualización histórica relatando los acontecimientos que llevaron a ese cambio de paradigma, teniendo como foco el período anterior y posterior a la Segunda Guerra Mundial; momento en que ocurrieron los mayores cambios en la organización, permeando la vida de sus fundadores y sus principales decisiones para el cambio del telar al automóvil y cómo eso ocurrió en la empresa. Se presentan las ventajas de la metodología de producción creada por Toyota, que sería conocida mundialmente como Sistema Toyota de Producción (STP), y abordan algunos de sus principios - creados para suplir sus necesidades a lo largo de su historia. Posteriormente fueron agregadas a su modo de producir aumentando sus ventajas competitivas en relación a otros sistemas en determinadas áreas y algunos estudios de casos de la implementación de este sistema en otras empresas. El trabajo muestra los resultados que el STP trajo la organización y en su posición en el mercado mundial en el año 2017, para afirmar cómo los métodos creados por Toyota la transformaron, haciéndola crecer exponencialmente desde el final de la segunda guerra mundial.

Palabras clave: Toyota, Sistema Toyota de producción, Just in Time, Kanban, 5S.

INTRODUÇÃO

Este trabalho resume a história de umas das maiores montadoras do mundo, baseando-se em revisão de literatura, para que futuros gestores conheçam a história e adquiram conhecimento para tomar decisões estratégicas em suas empresas. A Segunda Guerra Mundial foi um marco importante na história, sendo um período de grandes decisões estratégicas, como a que a *Toyota Motor Company* tomou na ocasião, para se sobressair no cenário mundial.

A Toyota é uma das montadoras com grande destaque no mercado mundial. Sinônimo de qualidade, sua história começou com um filho de carpinteiro que queria ajudar sua família criando teares, mas percebeu no automóvel uma oportunidade para o futuro.

Este trabalho identificou o que precedeu as mudanças na Toyota e o que a levaram a produzir carros. Também apontou os motivos que levaram à criação do novo sistema de produção, relatou os obstáculos e os benefícios, que esse sistema produtivo trouxe para a empresa, e o que aconteceu com seus principais concorrentes após essas mudanças.

HISTÓRIA DA *TOYOTA MOTOR COMPANY*

Antes da Segunda Guerra Mundial

A História se inicia com Sakichi Toyoda que nasceu em 14 de fevereiro de 1867 na vila de *Yamaguchi* (atualmente parte de cidade de *Kosai*), ano que marcou o nascimento do Japão moderno (restauração *Meiji*). Dizem que o que lhe inspirou a inventar um novo tear foi facilitar o trabalho de tecelagem, pois sua mãe era fazendeira durante o dia, e à noite trabalhava como tecelã (UMA HISTÓRIA DE..., 2017).

Nesta época o Japão passava pela restauração *Meiji*, que pretendia transformá-lo de feudal em industrializado, com o lema “Nação Rica, Exército Forte”. Mas nesta época o Japão não possuía nenhum dos recursos indispensáveis para industrialização. A solução veio por meio de conglomerados, os chamados *zaibatsu*, que concentravam recursos e permitiam a sua aplicação centralizada (LANDES, MOKYR, BAUMOL; 2010).

Com este cenário econômico e político, Sakichi Toyoda, com apenas 24 anos, apresentou o primeiro tear mecânico do Japão, e em 1919 fundou *Toyoda Spinning and Weaving Company*, empresa responsável pela primeira máquina elétrica de fiar do país, (UMA HISTÓRIA DE..., 2017). Após cinco anos, com a ajuda de seu filho Kichihiro produziu uma máquina de fiar totalmente

automatizada, alterando em 1926 o nome da empresa para *Toyoda Automatic Loom Works* (*THE INVENTIOS AND...*, 2012).

Em meados de 1910 algumas indústrias japonesas começaram a construir automóveis com uma demanda subsidiada pelo governo, mas não conseguiam capital para investir e não atendiam as especificações técnicas. Isso fez com que a Ford instalasse uma montadora em Yokohama. Segundo Womack *et al* (2004) os EUA eram responsáveis por mais de 70% da produção automobilística mundial e 95% do seu mercado era dominado por apenas três marcas GM, Chrysler e Ford. Sakichi Toyoda, nascido em 11 de junho de 1894, cresceu no meio das máquinas de tear que o pai fabricava, teve contato muito próximo com elas, o que lhe proporcionou intimidade com a fabricação, dando origem ao *genchi genbutsu*, que se traduz como: “ir à fonte para encontrar os fatos”, pensamento que desempenharia um papel importante nas operações da Toyota de hoje (*EARLY LIFE*, 2012).

Em 1933, Toyoda desmontou por completo um carro sedan Chevrolet *model* 1933 para estudar todos os seus componentes, criando assim um plano para um protótipo de motor. No ano seguinte após ter adquirido um *model* 1934 DeSoto e Chevrolet, usou-o como referência para design de seu novo protótipo. Com a engenharia automobilística do Japão ainda

em estágio inicial começou a recrutar colaboradores para seu novo projeto (*AUTOMOBILE PROTOTYPES*, 2012).

Tempos de Guerra

Com o início da segunda guerra entre a China e o Japão chamada de Guerra Sino-japonesa (1937-1945) que teve início com o “Incidente da Ponte Marco Polo” e ocorreu entre tropas dos dois países nos arredores de Pequim, o Japão sofreu grandes sanções internacionais, principalmente dos Estados Unidos, o que iria ocasionar o ataque a Pearl Harbor no Havaí anos mais tarde (CARDOSO, 2012).

A Toyota sofreu algumas mudanças, primeiramente, em 1938, com a produção de automóveis de passeio da *Toyota Motor Co. Ltd.* foi suspensa e alterada para a do veículo militar ABR em 1944, no meio da Segunda Guerra Mundial, a empresa foi designada como fábrica de munições sob o controle do Ministério das Munições, e Kiichiro foi nomeado gerente de produção, designado nos termos do Regulamento de Aplicação de Lei de Mercadorias de Munições (*CONTROL OF THE AUTOMOBILE...*, 2012).

Pós-guerra

Após o final dos conflitos, o Japão encontrava-se devastado, um ano antes do final da guerra, em 1944, aconteceu em Bretton Woods (EUA) uma reunião com representantes de 44 países. O objetivo era

criar regras e instituições formais de ordenação do sistema monetário internacional, tentando definir regras comuns de comportamento para que os países chegassem à estabilidade econômica. Com a fundação de duas instituições internacionais, iniciando as atividades em 1946 - o Banco Internacional de Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD) e o Fundo Monetário Internacional (FMI) - confirmou-se o dólar norte-americano, como moeda internacional, o que ajudaria a viabilizar o Plano de Recuperação Europeia (Plano Marshall, que recebeu este nome por causa de seu idealizador George Catlett Marshall) e o Plano Colombo (SIMON, 2011).

Desde antes da guerra a Toyota realizava visitas na Ford e na GM (maiores montadoras da época), mas encontrava uma barreira para a implantação do sistema de produção em massa, porque o mercado automobilístico japonês era bem menor que o mercado americano e muito fragmentado, tornando impossível aplicar as técnicas estadunidenses de produção. Isso fez com que a empresa buscasse maneiras de adaptar os conceitos fordistas à sua maneira de produzir, para buscar a mesma eficiência das empresas americanas (LIKER, 2005).

Kiichiro Toyoda (POSTWAR..., 2012) descreveu um plano a ser implantado para a reconstrução da empresa em quatro passos:

1 – Recuperação do equipamento deteriorado, e criação de um escritório temporário para promover essa recuperação.

2 – Alteração para uma planta fabril especializada e com capacidade independente.

3 – Implementação em melhorias no design dos veículos, estagnados durante a guerra, projeto de um novo sistema de fornecimento constante de peças.

4 – Mudança para um sistema produtivo que refletisse a opinião do cliente.

A partir de 1955, a Toyota começou a entrar nos mercados do Oriente Médio, fazendo com que suas exportações em 1957 passassem para 4116 unidades, contra 880 no ano anterior. Por causa da baixa concorrência e do aumento da demanda no exterior, a Toyota criou um departamento de exportação em 1962 (RESUMPTION..., 2012).

A Toyota chegou ao mercado norte-americano em 1950, com apenas três funcionários. Abriu uma revendedora na Califórnia, mas sem grandes reflexos para a produtividade da empresa. Anos mais tarde em 1965 ela começou a produzir um carro especialmente para o mercado americano, o “Corona”, que abriu as portas para a entrada

e instalação de fábricas no país em 1980 (MAGEE, 2008).

Sistema Toyota de Produção (STP) e Ferramentas do STP

O Sistema Toyota de Produção (STP) surgiu no momento em que o Japão perdeu a guerra e suas empresas começaram a se reerguer. O presidente da Toyota definiu como desafio para empresa, alcançar o índice de desempenho e produtividade das empresas norte-americanas em um prazo de três anos, apesar da grande diferença entre a produtividade japonesa e a americana, indicando desperdícios a serem eliminados na indústria japonesa. Esta ideia foi o marco inicial do STP (OHNO, 1997).

Para Silva *et al* (2011) o STP busca a integração do fluxo produtivo, para que não haja interrupções no processo, desvios, retorno, espera ou refugo (descarte de material defeituoso), de modo que o fluxo do sistema seja puxado pela demanda do produto. Isso faz com que a organização inserida na filosofia STP seja mais dinâmica, consiga atender a demanda do cliente rapidamente, em conformidade e dentro das especificações técnicas.

O Quadro 1 apresenta um resumo das ferramentas do Sistema Toyota de Produção e suas aplicações.

Quadro 1. Resumo das ferramentas do Sistema Toyota de Produção e suas aplicações

Ferramentas do STP	
<i>Just in Time</i>	O Sistema <i>Just In Time</i> (JIT) tem como princípio o objetivo da eliminação de todas as fontes de desperdícios. Este sistema funciona com uma produção puxada, onde o cliente dá o início à produção do produto (Mukhopadhyay e Shanker, 2005). Este método tenta eliminar a superprodução, porque a mesma pode esconder outros problemas de desperdícios que poderiam ser rapidamente remediadas (SUGIMORI, KUSUNOKI et al, 1977).
<i>Jidoka</i>	<i>Jidoka</i> significa autonomia, ou seja, automação inteligente ou com ação humana, é a autonomia da máquina ou operador de parar o processo quando houver um erro ou a quantidade necessária for atingida (OHNO, 1997). O tempo do trabalhador é mais bem utilizado, pois quando a máquina está funcionando o operador não se torna necessário, isso possibilita que o colaborador possa cuidar de várias máquinas simultaneamente, maximizando a produção (GHINATO, 2000).

<p><i>Poka-Yoke</i></p>	<p>Segundo Carlage e Davanso (2001) são determinados mecanismos ou sistemas de prevenção de erro ou a prova de falha, sua origem vem do chão de fábrica das empresas nipônicas, principalmente da Toyota. Sua função básica é a paralisação do sistema produtivo (linha, máquina, etc.) quando detectado anomalias no processo, a auto inspeção ou inspeção na fonte são alcançadas através deste método, possibilitando assim a inspeção de 100% da produção, quando o Poka-Yoke é ativado, a máquina ou a linha de processamento para, de forma que o problema pode ser corrigido. É o dispositivo mais poderoso, porque paralisa o processo até que a condição causadora do defeito tenha sido corrigida (SHINGO, 1986).</p>
<p><i>Kanban</i></p>	<p>O método foi utilizado inicialmente como forma de reduzir os custos e gerenciar melhor a utilização das máquinas, com o passar dos anos o <i>kanban</i> ganhou mais atribuição como, identificar impedimentos ao fluxo do processo e oportunidades de melhorias. Mas vale apenas lembrar que o <i>Kanban</i> não é uma ferramenta de planejamento e sim de execução e de controle de produção diária, para dimensionamento das quantidades mínimas de estoque o <i>kanban</i> utiliza-se das informações do sistema MRP (<i>Material Requirement Planning</i>) (GROSS & MCNNIS, 2003). Este sistema consiste em cartões de aviso que ajudam no fluxo da produção, de forma a nivelar a produção com base no ritmo de procura do produto pelo cliente (NAUFAL, JAFFAR et al, 2012). O Kanban é um dos mais simples, eficazes e baratos sistemas de controle de inventários e provando-se muito útil na redução de estoques (MUKHOPADHYAY & SHANKER, 2005).</p>
<p><i>Heijunka</i></p>	<p>O <i>Heijunka</i> surgiu devido a não se pode prever qual eram as quantidades dos pedidos, isso ocasionava uma sobre carga do processo em alguns períodos e ociosidade em outros, causando o desperdício consequentemente a perda de produtividade, este método foi criado para que o fluxo fosse contínuo e os pedidos não o alterassem (NIIMI, 2004). Pensando nisso o método Heijunka tem como maior objetivo o nivelamento da produção, visando diminuir o desperdício e a sobre carga do sistema, este nivelamento proporciona que consiga atender com qualidade as expectativas do cliente sem que ocorra a falta de produtos, por isso este sistema é um dos principais pilares do STP (LIKER, 2005).</p>
<p><i>“5S”</i></p>	<p>Segundo Nana (2007) o método 5S foi criado com o objetivo de auxiliar na reestruturação do País, que necessitava reorganizar suas indústrias, melhorando a produção por causa da alta competitividade do pós-guerra. Seus cinco princípios são interligados entre si, isso traz resultados surpreendentes em todos os aspectos, pois proporciona um ambiente com maior qualidade para a empresa e o trabalhador, ele tem como princípios a mudança de hábitos dos colaboradores quanto à organização, limpeza, asseio e ordem do local de trabalho. Isso muda o comportamento dos colaboradores principalmente através do engajamento, envolvimento e comprometimento que surgem com a implantação e manutenção do 5 S (GODOY et al 2001).</p>
<p><i>Kaizen</i></p>	<p>O método <i>Kaizen</i> tem como objetivo a melhoria contínua dos processos e pessoas, ele envolve uma política onde serão criados valores para que sirvam de orientação para determinados grupos de pessoas e isso criará uma cultura de melhoria contínua na organização (OHNO, 1997). Pois Segundo Kishida (2009), este programa ajuda a empresa a estar sempre ativa com os outros métodos do STP, porque após a implantação do mesmo a empresa tem grandes melhorias e sem uma manutenção adequada ao passar do tempo a empresa volta aos maus hábitos e as melhorias se perdem, por isso com o Kaizen todos os métodos implantados na organização continuam ativos e melhorando dia a dia.</p>

<i>Takt Time</i>	Segundo Rother e Shook (2012), a metodologia foi introduzida no Japão na década de 1930 com sentido de ritmo de produção, quando os japoneses estavam aprendendo técnicas de produção alemãs. É determinada pela demanda do mercado e o tempo para a produção do produto, Takt Time se traduz no ritmo da produção para atender a demanda. Em termos simples, precisa-se produzir uma boa unidade no tempo que acompanhe a demanda do cliente (LOUZADA, 2017).
PDCA	O ciclo PDCA, é dividido em 4 fases, no qual são determinados para cada uma das fases metas e objetivos claros. Após o término de um ciclo, é refeito todo o processo, se o objetivo foi alcançado, padroniza-se o processo e a partir daí aumenta o nível de qualidade do processo estudado. Se não é alcançado, todo o processo é refeito com o objetivo de correção e aprimoramento, como afirma Deming (1990). Os quatro processos do PDCA segundo Braga (2016) são: 1º- Plan – Planejamento/ 2º- Do – execução/ 3º- Check – verificação/ 4º- Act – agir corretivamente.
<i>Hansei-kai</i>	É uma metodologia muito pouco difundida nas empresas ocidentais, buscando as fraquezas, isso faz com que este processo seja extremamente difícil (JAMES; MORGAN; LIKER, 2008). Conforme Davis (2012), quando o Hansei-kai vai ser realizado todos os funcionários são lembrados que nenhum problema é um problema e de que sua produtividade não será avaliada, apenas analisada se a áreas para a melhoria. Este método tem três elementos: reconhecimento individual de um problema, procurando lacunas entre expectativas e conquistas; responsabilidade individual pelo problema e ver sua abrangência; e, o indivíduo se compromete a fazer um plano para melhorar.
<i>Single Minute Exchange of Die (SMED)</i>	SMED ou <i>Setup</i> Rápido surgiu na década de 1970 quando o seu criador Shingo (2005) dava sugestões para a redução de tempo em uma prensa de carrocerias da Toyota, com isso ele criou 8 técnicas para a redução do setup, utilizando de 8 passos: Separar setup internos e externos, converter setup interno em externo, padronização da função e não a forma, utilização de grampos funcionais e dispensar outros grampos, usar dispositivos intermediários, adotar operações paralelas, eliminar ajustes, mecanização (SHINGO, 2005).
<i>Value Stream Mapping (VSM)</i>	VSM surgiu na <i>Toyota motor Company</i> e torna melhor a visualização dos processos, para que todos da empresa possam visualizar e conhecer todas as etapas produtivas. Isso permite que qualquer colaborador enxergue a fluxo dos materiais como um todo, possibilitando a visualização dos processos que agregam valor ou não ao produto, e quais pontos oferecem gargalos (ROTHER & SHOOK 2012). Isso permite que a empresa consiga visualizar e melhorar seus pontos de perda ou desperdícios, contribuindo com a melhoria contínua da organização, como afirma Ferro (2015).
<i>Designer celular ou Cell Desgin</i>	Segundo Hother e Harris (2002) designer celular é um arranjo de pessoas, máquinas e materiais dispostos em sequência, para que se obtenha um fluxo contínuo com o menor deslocamento possível e redução de desperdícios. Esta disposição aumenta a flexibilidade em relação ao volume dos lotes e ao mesmo tempo em relação ao número de trabalhadores, reduzindo a distância entre os pontos de processamento, aumentando assim a produtividade da empresa e a satisfação do colaborador (MONDEN, 2015). Para isso os colaboradores devem estar próximos e em um ritmo de trabalho afinado, a fim de se evitar defeitos, retrabalhos e espera. Isso cria nos trabalhadores um senso de responsabilidade e autonomia para maximizar a produção, realizando o trabalho da melhor maneira possível (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2018).

<p>Armazenamento no Ponto de Uso (POUS)</p>	<p>Este sistema visa à eliminação das etapas intermediárias fazendo com que a matéria prima seja armazenada no local a ser utilizada. Isto faz com que a empresa receba a quantidade necessária para um determinado período, deixando a cargo de o fornecedor entregar a quantidade correta na hora certa e em local adequado (TATE, 2012). No entanto, este método pode ser subsidiado por estoques secundários, tornando-os complexos e de difícil visualização nas quantidades em armazenagem, isso só se aplicaria se o valor do estoque fosse muito alto ou que houvesse a necessidade específica em alimentar várias linhas ao mesmo tempo (LEAN E SIX SIGMA UNIVERSITY, 2015).</p>
<p>Design for Assembly (DFA)</p>	<p>Este método tenta criar uma ligação entre vários níveis da organização para solucionar problemas já na fase do início do projeto do novo produto, evitando futuros desperdícios, ajudando a resolver muitos problemas da fabricação do produto ainda na sua fase embrionária (BOOTHROYD et al. 2002). O DFA é um processo de aprimoramento do projeto do produto, visando obter uma montagem fácil e de baixo custo, focando-se na funcionalidade e na facilidade de montagem simultaneamente (SALUSTRI, CHAN, 2005).</p>
<p>Manutenção Produtiva Total (TPM)</p>	<p>Surgiu com o objetivo de viabilizar o JIT através do aumento da confiabilidade do equipamento evitando paradas não programadas (JIPM, 2018). Este método cria uma rotina de manutenção preventiva do equipamento, atribuindo esta responsabilidade às pessoas que as operam, fazendo com que os defeitos do equipamento sejam identificados antes mesmo de sua parada por quebra (SANTOS, 2017). O TPM tem por objetivo eliminar as paradas de máquinas por quebras inesperadas do equipamento, isso é garantido por meio de manutenções planejadas que prevejam os desgastes do equipamento e sua reposição antes da parada por quebra não programada (SILVEIRA, 2018).</p>

Fonte: Elaboração própria.

Implantação do STP

A maior dificuldade de implantação do STP tem a ver com questão cultural da organização, por cada localidade tem uma cultura diferente, além da resistência à mudança e aos novos métodos de produção. Por muitas vezes a própria gerência da empresa não entende às necessidades do novo método (DINIZ; TÁVOLA JUNIOR, 2004; PAIXÃO, 2010; MOREIRA, 2011).

Segundo Lauria (2018) a liderança tem um papel fundamental para o sucesso da implantação, é responsável por vestir a camisa da mudança, quanto mais alto for o nível da liderança, maiores são as chances de que a implantação de certo, pois ficará ao

seu cargo servir de exemplo e guiar seus subordinados, proporcionando recursos para que a mudança se concretize. Para isso essa liderança deve estar junto aos operadores, pois são eles que efetivamente conhecem os processos a fundo e podem contribuir em muito para a melhoria.

Para Moreira (2011) a implantação do STP em uma empresa europeia de aviação trouxe resultados globalmente positivos, apesar das maiores transformações ocorrerem ao nível operacional da produção os demais níveis também tiveram de se enquadrar na nova metodologia. No estudo relatou-se que a empresa não permitiu a divulgação de todos os avanços alcançados,

mas os que foram divulgados indicaram grande otimização da empresa: redução das paradas na desmontagem/montagem por falta de ordens de trabalho ou material em 30%; redução de tempos de montagem em 40%; redução de espaço ocupado em 30%; redução do prazo de entrega em mais de 45%; aumento da eficiência global (OEE) em 15%; e, redução do número de setups através da sua simplificação.

O STP deve embasar em propósitos bem definidos e orientados, pois a implantação de um novo método descobre lacunas que devem ser preenchidas com conhecimentos e habilidades, para que o mesmo seja implementado com sucesso (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2018).

METODOLOGIA

Fez-se uma pesquisa descritiva exploratória da história da *Toyota Motor Company* e o Sistema Toyota de Produção (STP), realizando-se uma análise para uma posterior determinação do efeito resultante do seu sistema produtivo.

A *Toyota Motor Company* se trata de uma empresa que estava em crescimento

antes da Segunda Guerra Mundial e após a guerra, encontrava-se quase falida e respondeu a isso com a criação de novos métodos, sendo hoje um exemplo para as demais empresas. Atualmente o grupo *Toyota* conta com aproximadamente 51 montadoras espalhadas e foi responsável por mais de 8,7 milhões de veículos vendidos no ano de 2017, e conta com uma força de trabalho de aproximadamente 369.124 pessoas espalhadas pelas suas unidades ao redor do globo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A *Toyota Motor Company* se adaptou às mudanças tanto internas como externas para se tornar uma das maiores montadoras do mundo, com cerca de 51 empresas no grupo, localizadas em 28 países e regiões (Figura1), fornecendo carros para mais de 170 países ao redor do globo (TOYOTA, 2018).

Gerou quase 29,8 trilhões de Ienes Japoneses, vendendo mais de 10,4 milhões de veículos superando seus principais concorrentes no ano fiscal 2018 (THE STATISTICS PORTAL, 2018)

Figura 1. Toyota pelo Mundo



Fonte: Toyota, 2018.

As tomadas de decisões da Toyota antes, durante e pós Segunda Guerra Mundial e os reflexos dessas decisões estão respectivamente nos Quadros 2, 3 e 4.

Quadro 2. Acontecimentos e reflexos antes da Segunda Guerra Mundial

Datas	Acontecimentos	Reflexos
1915	Início da indústria automobilística no Japão.	Por não atender às necessidades, a Ford montou uma fábrica no país para suprir essa demanda
1919	Sakichi Toyoda apresentou o primeiro tear mecânico do Japão, 1919 fundou <i>Toyoda Spinning and Weaving Company</i>	Apesar de suas patentes representarem muito para os japoneses, não poderiam ser comparadas com a tecnologia dos teares europeus e americanos, pelo seu alto padrão (MAGEE, 2008).
1926	Sakichi Toyoda e seu filho Kichihiro produzem uma máquina de fiar totalmente automatizada, alterando o nome da empresa para <i>Toyoda Automatic Loom Works</i>	Os teares japoneses eram muito complexos e provocavam muitas vezes a interrupção do fluxo das fábricas, fios se partiam fazendo com que todo o trabalho fosse perdido no meio do processo, e as paradas para trocas de carreteis despendia muito tempo (MAGEE, 2008).
1922	Heikichi Toyoda faz uma viagem internacional e adquire um veículo alemão	<i>Toyoda Automatic Loom Works</i> investe todo o lucro das suas invenções para criar o primeiro veículo motorizado da empresa (INTEREST IN POWER ITSELF, 2012).
1923	Acontece o terremoto de <i>Kanto</i>	Onde Kichihiro percebe a importância do automóvel na reconstrução após o terremoto (SHIMIZU, 1993).
1928	GM instala uma fábrica no Japão	As montadoras americanas tomam controle do mercado japonês de veículos (SHIMIZU, 1993).
1929 a 1931	Governo cria plano para desenvolvimento da indústria nacional	A Toyota importa vários equipamentos da Alemanha e montou sua primeira fábrica voltada para o setor automotivo (SHIMIZU, 1993).
1932	Sakichi Toyoda falece	E a responsabilidade de criar o veículo da <i>Toyoda</i> fica a cargo de

		Kiichiro, seu filho (MAGEE, 2008).
1933 a 1935	<i>Toyoda</i> adquire dois carros da Chevrolet e o desmonta para estudar seu funcionamento	A Toyoda apresenta ao mundo seu primeiro protótipo o A1 (UMA HISTÓRIA DE..., 2018).
1937	É inaugurada a <i>Toyota Motor Company</i>	Um “t” foi colocado no lugar do “d” pois segundo a filosofia japonesa a palavra ficaria mais fluida e atraente (MAGEE, 2008).

Fonte: Autores.

Neste período a empresa sofreu uma grande mudança, apresentou seus primeiros automóveis ao mundo e trocou de nome para ter mais fluidez no novo mercado automobilístico.

Quadro 3. Acontecimentos e reflexos durante a Segunda Guerra Mundial

Datas	Acontecimentos	Reflexos
1937	Início da guerra Sino-japonesa	Japão sofreu grandes sanções internacionais, principalmente dos Estados Unidos (CARDOSO, 2017).
1938 a 1940	Mudanças na Toyota	A produção de veículos de passeio é suspensa e em seu lugar entram os veículos militares ABR. (CONTROL OF THE AUTOMOBILE..., 2012).
	Adoção de novo método	Adoção de método do supermercado de produção (MODERNIZATION..., 2012).
1941	Ataque a Pearl Harbor no Haváí	Entrada do Japão na Segunda Grande Guerra (RODRIGUES, 2017).
1944	Nova mudança na Toyota	Ele se torna uma fábrica de munições e fica sob o controle do ministério de munições japonês (CONTROL OF THE AUTOMOBILE..., 2012).

Fonte: Autores.

No período da guerra tudo retrocedeu, a empresa perdeu sua autonomia e começou a ser liderada pelo Estado, suprimindo as necessidades bélicas do mesmo.

Quadro 4. Acontecimentos e reflexos pós Segunda Guerra Mundial

Datas	Acontecimentos	Reflexos
1946	Início das atividades do Banco Internacional de Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD) e o Fundo Monetário Internacional (FMI)	Confirmou-se o dólar norte-americano como moeda internacional, viabilizar o Plano de Recuperação Europeia (Plano Marshall) (SIMON, 2011).
1950	Criação do Plano Colombo de Desenvolvimento Econômico Cooperativo no Sul e Sudeste Asiático	Com foco em infraestrutura (aeroportos, estradas, ferrovias, barragens, hospitais, fábricas, universidades) (THE COLOMBO PLAN, 2018).
	Abertura da revendedora da Toyota na Califórnia - EUA	Mas sem reflexos na produção da empresa.

1951	Japão se torna membro do Plano Colombo	Começa a receber auxílio físico e monetário de países desenvolvidos. (<i>THE COLOMBO PLAN</i> , 2018).
	Inicia-se uma política para conter a hiperinflação no Japão	Causando uma deflação, originando o fechamento de empresa e demissões em massa (SHIMIZO, 1993).
	Política para desenvolvimentos de produtos Japonês	Estabelecia uma porcentagem do rendimento da empresa que iria para a pesquisa e desenvolvimento de novos produtos (<i>MODERNIZATION...</i> , 2012).
1951 á 1957	Toyota adquire uma dívida acumulada de 35 milhões de ienes	Ocasionalmente forte movimento grevista na empresa, só conseguindo se recuperar após uma política de estabilidade salarial e conciliação que permitiu se realinhar novamente com o sindicato (SHIMIZO, 1993).
	Kiichiro descreve um plano para reconstrução da empresa em quatro passos	Com a reestruturação da empresa, a <i>Toyota</i> conseguiu desestruturar o oligopólio das grandes marcas de automóveis do mundo em seu país por ter trazido novas tecnologias para o setor.
	Melhoras na situação econômica da empresa	Um aumento de 3,26 vezes a sua produção total no início da década (<i>INCREASED...</i> , 2012.).
	Primeira descrição do Método do Mercado	A fábrica de aeronaves Lockheed nos Estados Unidos economizou US\$ 250.000 por ano e 60.000 pés (ou aproximadamente 18.288 metros) quadrados de espaço de armazenagem. Com o novo método. Que deu origem ao <i>kanban</i> da Toyota (<i>MODERNIZATION...</i> , 2012).
	Entrada no mercado do Oriente Médio	Aumento significativo na exportação mais de 4,5 vezes (MAGEE, 2008).
1960	Toyota impõe exigência ao seu novo sistema de produção.	O sistema <i>Kanban e Just in Time</i> é implantado em todas as empresas que tem relação direta com a <i>Toyota</i> suas subcontratas (CORIAT, 1994).
1962	Cria o departamento de Exportações	A criação do novo departamento tem o objetivo de reforçar ainda mais as exportações da empresa (<i>RESUMPTION...</i> , 2012).
1965	Produção de carros para o mercado americano	Suas vendas e confiabilidade no EUA aumentam. (MAGEE, 2008).
1974	Toyota foca seu sistema na sua cadeia de fornecedores	O sistema de Produção é estendido a toda cadeia produtiva de fornecedores (CORIAT, 1994).
1980	Novas fábricas	Instalação de fábrica em países importantes como EUA (MAGEE, 2008).

Fonte: Autor

Após a guerra, com toda a experiência adquirida em anos anteriores a *Toyota* se vê nos primeiros anos em um país

em reconstrução, e novamente se adapta às situações para se reerguer, e se fortalece no mercado a cada ano que passa, até que na

década de 1960 abre um setor específico para importações, que permite iniciar uma forte expansão nos anos 1980 com novas fábricas em outros países.

Muitos dos métodos de produção utilizados pela Toyota têm origens culturais. Nota-se uma montadora conservadora que prefere procurar colaboradores talentosos

dentro da própria organização, havendo assim uma identificação dos funcionários com a empresa. Isso fez com que a Toyota conseguisse produzir mais com menos como é demonstrado na Tabela 1, em relação à outra grande montadora, a GM (EXAME, 2011).

Tabela 1. Relação entre Toyota e GM

Empresas	Valor em bilhões de dólares
TOYOTA	219
GM	18
Produção	
(1º trimestre de 2007, em milhões de veículos)	
TOYOTA	2,35
GM	2,26
Faturamento em 2006	
TOYOTA	179(1)
GM	207
Resultado em 2006	
TOYOTA	12(1)
GM	-2
Empregados	
TOYOTA	296 000
GM	284 000

Fonte: Revista EXAME, 2011.

A Tabela 1 mostra a forte concorrência entre duas gigantes do setor automotivo, sendo a diferença entre ambas em alguns requisitos é muito próxima, mas a *Toyota* ficando à frente de todas as outras montadoras.

O sistema Toyota de Produção é um conceito de gerenciamento baseado no sistema *Just-in-Time* e no *Jidoka*, segundo Kiichiro Toyoda: a melhor maneira de reunir peças automotivas é *just in time* enquanto *jidoka* foi criado a partir do entusiasmo e práticas de Sakichi Toyoda no desenvolvimento automático de teares. Estes

conceitos foram utilizados na Toyota para produção de automóveis, no final da década de 1940 e início de 1950, pois foram realizadas inúmeras tentativas de implantação do STP nas instalações de *Honsba Machinery Plant*. Foi implantado totalmente no final de 1950 e, depois, em 1960, em todas as fábricas do grupo Toyota. Já nas empresas fornecedoras, foi ao final da década de 1960 (*COMCEPT BASIC...* 2012). Ao longo do tempo a companhia sempre esteve em constante aprimoramento como demonstram os Quadros 5 e 5.

Quadro 5. Cronograma de evolução da Toyota e seus métodos (*Just in Time*)

<i>Just in Time</i>				
	Puxar sistema de produção	Transportando apenas o que é necessário	Produzindo produtos dentro de um fluxo e produtos em pequenos lotes	Nivelamento de produção baseado no <i>takt time</i>
1945	1948 Introdução do <i>Just in Time</i> , inicialmente é uma adaptação do sistema do mercado para a linha de produção da <i>Toyota</i> .			
1950	1950 Promoção de sincronização entre vários processos possibilitou que o processo anterior conhecesse o progresso do próximo processo, para que a produção dos dois processos pudesse ser sincronizada.			

	1954 Sistema <i>Kanban</i> começa a ser adotado no setor de Usinagem como um projeto piloto	1953 Adoção de um sistema de <i>call-out</i> em usinas de usinagem, para transferir somente os materiais necessários somente nas quantidades necessárias, quando necessário		
	1954 Eliminação do armazém intermediário (POUS), a <i>Toyota</i> faz melhorias, e consegue eliminar armazéns intermediários			
1955	1955 Adopção de um sistema para receber peças em quantidades fixas mudou para um sistema no qual quantidades pré-especificadas de peças eram carregadas em paletes e entregues ao local de trabalho em incrementos de paletes, eliminando o acúmulo intermediário.	1955 Adopção de entrega de quantidade fixa, o sistema sincronizou os processos de montagem e usinagem de peças, permitindo que ambos realizassem uma produção enxuta com baixo estoque.		1957 Adoção de tabelas de sequências, os processos de montagem de componentes e montagem de veículos foram então realizados de acordo com essa sequência, produzindo apenas as peças e veículos requeridos.
1960	1960 Eliminação completa de tickets de picking, para um que emite apenas relatórios mensais.	1959 Adoção de um sistema de revezamento para entrega de materiais entre plantas, neste sistema um motorista de caminhão que chega a um destino mudava para outro caminhão que já foi descarregado/carregado, melhorando assim a eficiência logística.		1960 Adoção de um sistema que emite instruções de produção <i>Just-in-time</i> , um sistema que usa um "Inter-writer". Para emitir instruções de produção em uma base <i>Just-in-time</i> .
	1961 Adopção de um sistema vermelho / azul para aceitar entregas de peças de fornecedores externos, uma etiqueta vermelha era emitida quando fossem necessárias 10% mais peças do que o planejado, e uma etiqueta azul era emitida quando fosse			

	necessária 10% menos peças do que o planejado. Projeto criado antes do <i>Kanban</i> .			
	1963 Adoção em toda a empresa do sistema <i>Kanban</i> , um plano foi desenvolvido para propagar o sistema <i>Kanban</i> , que havia começado na divisão de usinagem, em toda a empresa.		1963 Adoção da produção de fluxo contínuo, as máquinas foram dispostas de acordo com a sequência de processamento e as peças foram sequencialmente usinadas uma a uma a partir da matéria-prima. Esse novo método permitiu que as partes necessárias fossem concluídas em um curto período.	
1965	1965 Adoção do sistema <i>Kanban</i> para os fornecedores, o sistema <i>Kanban</i> , que envolveu alguns fornecedores a partir de 1963, foi expandido para todos os fornecedores.			1966 Adopção do sistema de encomendas de 10 dias para lidar com um número crescente de especificações diferentes, a <i>Toyota</i> passou do planejamento de produção mensal para o planejamento de produção de 10 dias (recebendo pedidos três vezes por mês)
1970		1970 Expansão do sistema de chamada de transporte para todas as plantas, para fornecer peças em uma base just-in-time e melhorar a eficiência do transporte.	1971 Encurtamento do tempo para mudar a configuração de estampagem em todas as plantas, conseguiu reduzir o tempo de <i>setup</i> para menos de 10 minutos e produzir pequenas quantidades de várias peças nas quantidades exatas necessárias.	1970 Adoção do sistema de ordem diária, sistema que fixa os clientes, encomendando o plano de 10 dias, um dia de cada vez. O novo sistema permitiu alterações no plano até cinco dias antes de um line-off e encurtou o prazo de entrega para 10 dias.

		1973 Adoção do sistema de revezamento para caminhões de fornecedores		1971 Melhor sistema de instrução de produção concebido em cada processo; foram desenvolvidos métodos de instrução de produção fáceis de seguir para cada veículo, incluindo um método de adesivo de montagem e bolas para dispositivo de instrução de produção para montagem de carroceria.
1975	1977 Adoção de máquinas automáticas de leitura <i>kanban</i> , instalou leitores <i>Kanban</i> automatizados para simplificar o manuseio de <i>Kanbans</i> e o processamento administrativo envolvido, e para melhorar a precisão em acompanhar o número de vezes que os <i>Kanbans</i> eram usados.	1977 Adoção do transporte circular de cargas mistas, possibilitava o fornecimento de peças com mais frequência. Como resultado, tanto as fábricas de peças quanto a montadora puderam continuar produzindo com estoques menores.	1975 Desenvolvimento de vários tipos de máquinas automatizadas simples para facilitar a produção de fluxo contínuo	1974 Adoção de um novo sistema de encomendas, sistema que combinou pedidos de 10 dias com pedidos diários permitiu que a <i>Toyota</i> produzisse com eficiência modelos de veículos de pequeno e grande volume para venda com um curto período.
1980		1983- Encurtando o tempo de processamento, reavaliando a logística, como a <i>Toyota Motor e a Toyota Motor Sales</i> foram fundidas, os processos duplicados e as etapas de inspeção foram eliminados, e a produção e logística foram sincronizadas, estabelecendo um fluxo suave e eficiente do recebimento da ordem à produção e à logística, encurtando o <i>lead time</i> .		1980 Adoção de equipamento automatizado para emissão de instruções de produção; adotou equipamentos automatizados, como impressoras automáticas de adesivos, dispositivos de memória, monitores e leitores de código de barras, para emitir instruções de produção claras envolvendo diversas especificações em uma base <i>just-in-time</i> .
1985				1986 Construção do Sistema de Rede <i>Toyota</i> , começou a usar uma linha digital de alta velocidade para processar informações sobre pedidos, produção e entrega de veículos on-line em tempo real, diminuindo assim o tempo de espera e

				melhorando a precisão do planejamento.
1990	1993 Adoção de <i>Kanbans</i> eletrônicos para fornecedores de longa distância, a Toyota começou a enviar eletronicamente os <i>Kanbans</i> de recuperação de peças para os processos anteriores, encurtando assim os prazos de entrega.	1996 Adoção de transporte combinado marinho e terrestre para localidades remotas, um sistema de transporte que consolidou peças destinadas a locais remotos, e usou transporte marítimo e terrestre para todas as remessas, conseguindo assim redução de custos e prazos de entrega mais curtos.		
1995	1999 Adoção do sistema e- <i>Kanban</i> , A Toyota desenvolveu ainda o sistema Kanban eletrônico e adotou o sistema e- <i>Kanban</i> , que transmitia informações para o pedido de peças necessárias com base nas informações confirmadas da sequência do veículo e fazia ajustes automáticos no número de <i>Kanbans</i> para cada mês.	1998 Adopção do transporte conjunto de veículos completados, o transporte de veículos de outras empresas nas viagens de ida e volta de veículos da <i>Toyota</i> , de fábricas para concessionárias, melhorou a eficiência do transporte e reduziu tanto o custo quanto as emissões de CO ₂ .	1999 Desenvolvimento da <i>Global Body Line</i> (GBL), implementou um sistema flexível que possibilitou que os diversos locais no exterior adicionassem, trocassem ou reabastecessem os modelos de veículos. Além disso, desenvolveu e propagou uma nova tecnologia de soldagem corporal que garantiu alta qualidade em todas as suas fábricas.	
2000				2002 Aprovação do novo Sistema de Simulação de Montagem de Planejamento de Processo Abrangente (COMPASS); desenvolveu um sistema que armazenava os horários e parte dos locais de instalação para etapas de trabalho individuais em um banco de dados para equilibrar o tempo de trabalho entre os operadores e determinar as caminhadas ponto a ponto mais curtas quando o redesenho do

			modelo resultava em mudanças nos processos de produção.
--	--	--	---

Autor: Adaptado de *COMCEPT BASIC...*, 2012.

Quadro 6. Cronograma de evolução da Toyota e seus métodos (*Jidoka*)

<i>Jidoka</i>		
	Quando um problema é detectado, as linhas de produção param e um alerta é exibido.	Separação do trabalho dos operadores e do trabalho das máquinas
1945		1947 a 1950 Atribuição de várias máquinas para cada operador (<i>cell designer</i>), mudança do <i>layout</i> para diminuir o desperdício e maximizar o trabalho de operador.
1950	Adoção do sistema <i>andon</i> para controle visual (1950)	1951 Inovação na automação de processos de usinagem, como a configuração de máquinas para serem automaticamente alimentadas ou paradas por um interruptor de limite quando o processamento foi concluído, possibilitaram que os operadores deixassem as máquinas ativas com segurança. Isso, por sua vez, permitiu a atribuição de cada operador a várias máquinas.
		1953 Estabelecimento de trabalho padronizado, operações padrão consistindo <i>takt time</i> especificados, sequências de trabalho e quantidades padrão de trabalho em andamento para alcançar um sistema de produção eficiente. Máquinas e materiais foram posicionados de forma inteligente, levando em consideração o movimento do operador.
1955	1955 Adoção de <i>andons</i> vinculados a um botão de parada, para identificar facilmente o processo que causou uma parada na linha, a <i>Toyota</i> adotou <i>andons</i> com botão de parada na linha de montagem da <i>Crown na Honsba Plant</i> .	
1960	1962 Construindo em qualidade através do uso de <i>Poka-yoke (mistake proofing)</i> e do controle total do trabalho para evitar itens desnecessários nas linhas ligadas através do sistema de transporte automatizado, usou o conceito <i>Kanban</i> para estabelecer e controlar eletricamente as condições necessárias para enviar um item processado para o	

	próximo processo.	
1965	1966 Conclusão de uma linha de motor automatizada foi implantado sistema que interrompeu o equipamento quando é detectado um problema, juntamente com andons que exibiam o local do problema, permitindo que se produzisse com eficiência apenas produtos de alta qualidade.	
1970	1971 Adoção de um sistema de posição fixa no processo de montagem, depois de identificar claramente o escopo do trabalho dentro de cada processo, a linha foi projetada para parar em uma posição fixa se um problema não puder ser corrigido dentro do escopo de um processo específico. Este sistema impediu o envio de produtos defeituosos para o próximo processo.	
1975	1975 Estabelecimento de trabalho padronizado em todos os processos, após a crise do petróleo, a Toyota reavaliou como seus produtos estavam sendo produzidos para evitar que a produtividade caísse, mesmo durante um período de volume de produção reduzido. Como resultado, estabeleceu operações padrão para todos os processos e melhorou completamente a maneira como seus produtos foram produzidos.	
1980		1980 Adoção de linhas automatizadas usando máquinas NC e robôs; incorporou o conceito da Jidoka a esses sistemas, construindo linhas que enviam apenas produtos de alta qualidade para o próximo processo.
		1982 Fortalecendo o sistema de construção em qualidade em processo, expandiu seu sistema de construção em processo de qualidade em toda a empresa como parte de sua implementação abrangente da iniciativa de fundamentos.
1985		1985 Estabelecimento de um método de produção eficiente para linhas dedicadas com um pequeno número de operadores; estabeleceu um método de produção que melhorou a produtividade ao reduzir o número de operadores na produção just-in-time.
1990		1996 Desenvolvimento de Comunicação Visual e Virtual (V-Comm), criando dados tridimensionais (3D) a partir de desenhos de projeto para verificar se há interferência e trabalhabilidade, conseguiu encurtar o período entre o desenvolvimento e o início da

		produção e melhorar a produtividade e a qualidade.
1995	1998 Eliminação do teste de vazamento de água em fábricas de montagem; assegurou totalmente a qualidade em todos os processos nas fábricas de veículos e eliminou o teste de chuva realizado para todos os veículos. O uso de água foi reduzido nas plantas em 20%.	

Autor: Adaptado de *COMCEPT BASIC...*, 2012.

A empresa agiu em várias áreas para que seus métodos de produção alterassem todo o processo de modo vanguardista e inovador, criando e se adaptando a novas tecnologias, para que sempre esteja afinada à sua cadeia produtiva.

No ano de 2017 o mercado automobilístico registrou um aumento de 2,2%. Deste total o grupo que mais vendeu foi o Grupo Volkswagen, com 10,4 milhões

de unidades vendidas representando 11% do mercado. O Grupo Toyota ficou em segundo com 10,16 milhões de unidades vendidas, representando 10,8% do mercado. Mas entre as marcas as posições se invertem tendo a Toyota a maior parte do mercado 9,3% e a Volkswagen cerca de 7,3% (AB INTELIGÊNCIA, 2018), conforme as Tabela 2 e 3 evidenciam.

Tabela 2. Os 10 maiores grupos automotivos do mundo - 2017

Grupo	Vendas em 2017 (milhões de unidades)	Market Share
Volkswagen	10,4	11,0%
Toyota	10,1	10,8%
Renault-Nissan	10,1	10,7%
Hyundai-Kia	7,2	7,7%
GM	6,8	7,3%
Ford	6,2	6,6%
Honda	5,3	5,7%
FCA	4,8	5,1%
PSA	4,1	4,4%
Suzuki	3,1	3,3%

Fonte: AB INTELIGÊNCIA, 2018.

Tabela 3. As 10 maiores marcas automotivas do mundo - 2017

Marca	Vendas em 2017 (milhões de unidades)	Market Share
Toyota	8,7	9,3%
Volkswagen	6,8	7,3%
Ford	6,1	6,6%
Honda	5,1	5,5%
Nissan	5,1	5,4%
Hyundai	4,4	5,2%
Chevrolet	4,1	5,0%
Kia	2,8	3,1%
Renault	2,6	3,3%
Mercedes-Benz	2,5	2,5%

Fonte: AB INTELIGÊNCIA, 2018.

A relação entre as organizações é muito próxima nas dez primeiras posições do mercado, as únicas que se destacam são a *Toyota* e a GM, que alteram os lugares quando falamos de Grupo de empresa, de

forma que a GM é poucos pontos superior que a *Toyota*, e em termos de marca a *Toyota* é maior que a GM, neste último caso a diferença sendo um pouco mais elevada que no anterior.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A empresa em estudo se adaptou para permanecer viva no mercado. Mesmo passando por várias dificuldades, ela teve em sua essência a cultura milenar japonesa, de onde obteve grandes ensinamentos para poder mudar o futuro da organização. A *Toyota* começou como uma empresa familiar de teares que mudou para a fabricação de carros por ter uma visão empreendedora de vanguarda, identificando o automóvel como um grande mercado emergente após um grande terremoto ocorrido no Japão.

Sofreu um grande retrocesso durante as guerras que devastaram o país, por ter sido uma ferramenta do governo utilizada para construção de equipamentos bélicos que ajudaram as tropas japonesas. Porém, após o final dos conflitos, a empresa tomou decisões e criou métodos de produção diferenciados para suprir suas necessidades, como a falta de recursos e infraestrutura. Estes novos métodos produtivos tiveram forte influência da cultura japonesa, e isso se tornou um diferencial frente às suas principais concorrentes.

Este diferencial fez com que a *Toyota Motor Company* conseguisse alcançar e, em muitos aspectos, superar as principais

montadoras do mundo, sendo um exemplo para que outras empresas mudem seus métodos de produção. A empresa sempre buscou a melhoria contínua de seu método de produção objetivando sempre a excelência em seus produtos, sendo sinônimo de qualidade para seus consumidores. Todo este potencial seus idealizadores tiveram para mudar de uma empresa de teares consolidada no mercado japonês para uma montadora de carros consolidada em âmbito internacional.

O único obstáculo encontrado no STP foi a disciplina exigida para sua implantação, que identificou que organizações ocidentais precisam empenhar-se totalmente em busca da implementação do sistema, do contrário o mesmo falhará.

Estes fatores mostraram como o sistema inovador da Toyota revolucionou a produção de automóveis. Atualmente todas as montadoras são adeptas deste ao STP ou de partes dele. Isso demonstra que a trajetória do Grupo Toyota é um exemplo de superação e dinamismo, pois mesmo tendo grandes obstáculos em seu caminho, soube como transpassá-los e mudar a sua própria história.

REFERÊNCIAS

AB INTELIGÊNCIA. 2018. Conheça as marcas e montadoras que mais venderam carros no mundo em 2017 / Focus2Move. 2018. Disponível em: <https://abinteligencia.com.br/conheca-as->

[marcas-e-montadoras-que-mais-venderam-carros-no-mundo-em-2017-focus2move/](#). Acesso em: 4 jun. 2018.

AUTOMOBILE Prototypes - Establishment of an Automotive Production Division. 2012. Disponível em: http://www.toyota-global.com/company/history_of_toyota/75years/text/taking_on_the_automotive_business/chapter2/section2/item1.html. Acesso em: 14 nov. 2017.

BREAKDOWN of inventions. Disponível em: http://www.toyota-global.com/company/history_of_toyota/75years/text/taking_on_the_automotive_business/chapter1/section1/item2.html. Acesso em: 25 set. 2017.

CARDOSO, L. R. *Invasão japonesa da China*. Disponível em: <http://www.infoescola.com/historia-da-asia/invasao-japonesa-da-china/>. Acesso em: 26 nov. 2017.

CARLAGE, F. A; DAVANSO, J. C. *A Utilização de Dispositivos à Prova de Erros: Poka-Yoke* Empregado na Melhoria de Desempenho de Processos de Manufatura. Conferência Brasileira de Engenharia de Manutenção, 2001.

CELULA de Produção – Como criar fluxo contínuo. In: Lean Institute Brasil. Disponível em: <https://www.lean.org.br/conceitos/19/celula-de-producao-como-criar-fluxo-contínuo.aspx>. Acesso em: 17 mai. 2018.

COMCEPT básico do Sistema Toyota de Produção. 2012. Disponível em: http://www.toyota-global.com/company/history_of_toyota/75years/data/automotive_business/production/system/change.html. Acesso em: 4 jun. 2018.

CONTROL of the automobile manufacturing industry - Wartime Research and Production - The Automotive Industry Under a Controlled Economy. 2012. Disponível em: http://www.toyota-global.com/company/history_of_toyota/75years/text/taking_on_the_automotive_business/chapter2/section5/item10.html. Acesso em 26 nov. 2017.

CORIAT, B. *Pensar ao avesso*. O modelo Japonês de trabalho e organização. Rio de Janeiro: Revan/URFJ, 1994.

DALLA, W. D.; MORAIS, L. L. P. de. Produção enxuta: vantagens e desvantagens competitivas decorrentes da sua implementação em diferentes organizações. In: *XIII SIMPEP*, 6., Bauru: Simpep, 2006.

DAVIS, W. 2012. *Hansei "Reflection"*. Disponível em: <https://blogs.mtu.edu/improvement/2012/01/31/hansei-reflection/> Acesso em: 14 maio 2018.

EARLY life - Kiichiro Toyoda Invents the Automatic Loom - Kiichiro Toyoda Starts Working for Toyoda Boshoku. 2012. Disponível em: http://www.toyota-global.com/company/history_of_toyota/75years/text/taking_on_the_automotive_business/chapter1/section3/item1.html. Acesso em: 13 nov. 2017.

INCREASED demand for compact cars. Debut of the Toyopet Crown, a Full-Fledged Passenger Car. Changes in the Automotive Market. 2012. Disponível em: http://www.toyota-global.com/company/history_of_toyota/75years/text/taking_on_the_automotive_business/chapter2/section8/item4.html. Acesso em: 09 set. 2017.

INTEREST in power itself - The Inventions and Ideas of Sakichi Toyoda - Support for Development and Invention of Electricity Storage Devices. 2012. Disponível em: http://www.toyota-global.com/company/history_of_toyota/75years/text/taking_on_the_automotive_business/chapter1/section1/item6.html. Acesso em: 13 set. 2017.

JIPM. Japan Institute of Plant Maintenance Solutions Company Limited. JIPM-S. Disponível em: <https://www.jipm.or.jp/en/>. Acesso em: 02 jun. 2018.

KISHIDA, M. *O Círculo Kaizen para a sustentação do Lean*. Instituto Lean, 2009.

LAURIA, P. C. B. *A importância da Liderança no sucesso da implementação Lean*. Disponível em: https://www.lean.org.br/comunidade/artigos/pdf/artigo_230.pdf. Acesso em: 02 jun. 2018.

LANDES, D. S.; MOKYR, J.; BAUMOL, W. J. *A origem das corporações*. Rio de Janeiro: Campus. 2010.

LEAN é uma filosofia de gestão inspirada em práticas e resultados do Sistema Toyota. In: Lean Institute Brasil. Disponível em: <https://www.lean.org.br/o-que-e-lean.aspx>. Acesso em: 02 jun. 2018.

LIKER, J. K. *O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo*. Porto Alegre: Bookman, 2005.

MAGEE, D. *O segredo da Toyota – Como a Toyota se tornou o nº 1*, São Paulo: Elsevier, 2008.

MODERNIZATION of Facilities. Supermarket Method. 2012. Disponível em: http://www.toyota-global.com/company/history_of_toyota/75years/text/taking_on_the_automotive_business/chapter2/section7/item4.html. Acesso em: 08 out. 2017.

MUKHOPADHYAY, S. K.; SHANKER, S. (2005). Kanban implementation at a tyre manufacturing plant: a case study. *Production Planning & Control* 16(5): 488-499.

MOREIRA, S. P. da S. 2011. *Aplicação das Ferramentas Lean*. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa (ISEL). Tese de Mestre em Engenharia Mecânica.

NAUFAL, A.; JAFFAR, A.; YUSOFF, N.; HAYATI, N. (2012). Development of Kanban System at Local Manufacturing Company in Malaysia—Case Study. *Procedia Engineering* 41(0): 1721-1726.

OHNO, T. *Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala*. Porto Alegre: Bookman, 1997.

- PAIXÃO, L. G. de A. *Implementação de Práticas da Produção Enxuta: Um Estudo de Caso em uma Fábrica de Produtos de Papel*. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Artigo de Graduação em Engenheiro de Produção, 2010.
- PEROVANO, D. G. *Manual de Metodologia Científica para a segurança pública e defesa social*. 1º ed. Curitiba: Juruá, 2014.
- POR DENTRO da maior montadora do mundo. In: EXAME. 2011. Disponível em: <https://exame.abril.com.br/revista-exame/por-dentro-da-maior-montadora-do-mundo-m0128084/>. Acesso em: 26 maio 2018.
- POSTWAR Arrangements and Labor Disputes. Company Reconstruction Measures. 2012. Disponível em: http://www.toyota-global.com/company/history_of_toyota/75years/text/taking_on_the_automotive_business/chapter2/section6/item2.html. Acesso em: 08 out. 2017.
- RESUMPTION of automobile exports and Toyota in Okinawa. Preparations for Mass Production and Mass Sales. Automobile Exports and APA Special Demand. 2012. Disponível em: http://www.toyota-global.com/company/history_of_toyota/75years/text/taking_on_the_automotive_business/chapter2/section9/item2.html. Acesso em: 08 set. 2017.
- RODRIGUES, P. E. *Segunda Guerra Mundial na Ásia e no Pacífico*. Disponível em: <http://www.infoescola.com/historia/segunda-guerra-mundial-na-asia-e-no-pacifico/>. Acesso em: 26 set. 2017.
- SIMON, S. A. S. *De Bretton Woods ao Plano Marshall: A política externa norte-americana em relação à Europa (1944 – 1952)*. 2011. 47 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Relações Internacionais, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011. Disponível em: <http://revista.unicuritiba.edu.br/index.php/RIMA/article/viewFile/196/171>. Acesso em: 25 maio 2018.
- SHIMIZU, K. Toyota: Résultat provisoire des études sur les vingt thèmes. *Actes dur Gerpise*, no. 68. Univ. Evrey. Nov 1993. p. 68 – 196.
- SILVA, C. E. S.; SILVA, D. C.; NETO, M. F.; SOUSA, L. G. M. 5S – Um programa passageiro ou permanente? *XXI ENEGEP*, 2001. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2001_tr26_0526.pdf. Acesso em: 23 maio 2018.
- SILVA, I. B.; MIYAKE, D. I.; BATOCCHIO, A.; AGOSTINHO, O. L. *Integrando a Produção das metodologias Lean Manufacturing e Six Sigma na busca de produtividade e qualidade numa fabricante de autopeças*. Gestão e Produção. São Carlos, 2011.
- THE COLOMBO Plan – History. Disponível em: <http://www.colombo-plan.org/index.php/about-cps/history/>. Acesso em 25 nov. 2017.
- THE INVENTIONS and Ideas of Sakichi Toyoda - Sakichi Toyoda. 2012. Disponível em: http://www.toyota-global.com/company/history_of_toyota/75years/text/taking_on_the_automotive_business/chapter1/section1/item1.html. Acesso em 10 ago. 2017.
- THE STATISTICS PORTAL, 2018. Consolidated number of Toyota Motor Corporation employees from FY 2012 to FY 2018. Disponível em: <https://www.statista.com/statistics/294192/number-of-toyota-employees/>. Acesso em: 25 abril 2018.
- TOYOTA 2018. Disponível em: <https://www.toyota.pt/world-of-toyota/toyota-no-mundo/toyota-in-the-world.json>. Acesso: 01 out de 2018.
- UMA HISTÓRIA de inovação e qualidade. Disponível em: <http://www.toyota.com.br/mundo-toyota/sobre-a-toyota/>. Acesso em: 9 jun. 2018.
- WOMACK, J. P.; JONES, D. e ROSS; D. *A máquina que mudou o Mundo*. Rio de Janeiro: Campus, 2004.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. *A Mentalidade Enxuta nas Empresas*: elimine o desperdício e crie riqueza. Rio de Janeiro: Campus, 2006.

1 Alexandre Witier MAZZONETTO. Possui Graduação em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual de Campinas FEAGRI/UNICAMP. Mestrado em Engenharia Agrônômica – Máquinas Agrícolas/Biomassa – Colheita Integral de Cana, pela Universidade de São Paulo – ESALQ-USP, Doutorando pela Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas – Departamento de Energia – FEM/UNICAMP (Cogaseificação de biomassas residuais). Na Graduação envolveu-se em Pesquisa/Desenvolvimento de processos térmicos, desenvolvendo um secador rotativo de sementes e outro de leito fluidizado. Desde o Mestrado vem trabalhando com fontes renováveis de energia, biomassas residuais (tratamento e geração de energia), levando-o a cursar Química na Universidade Mackenzie (Bacharel, Licenciatura e Industrial). Processos térmicos para obtenção de biocombustíveis, gaseificação e pirólise e combustíveis sustentáveis, gás de síntese (Syngas), produção e uso do biogás, bem como condicionamento do biogás e syngas. Atualmente é Professor nas FATEC de Piracicaba (Biocombustíveis e Gestão Empresarial). E-mail: awmazzo@yahoo.com.br

2 Lucas do AMARAL. É Tecnólogo em Gestão Empresarial pela FATEC Piracicaba Dep. “Roque Trevisan”. E-mail:

