



XIII COLÓQUIO TÉCNICO-CIENTÍFICO

V Encontro de Extensão do UniFOA

‘Bioeconomia: diversidade e riqueza para o desenvolvimento sustentável’

23 a 25 OUTUBRO

TRABALHOS COMPLETOS
EXATAS E ENGENHARIAS



**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA
FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA**

**ANAIS DO
XIII COLÓQUIO TÉCNICO
CIENTÍFICO DO UniFOA**

**Trabalhos completos:
Exatas e Engenharias**

Outubro de 2019

FOA

EXPEDIENTE

FOA

Presidente

Dauro Peixoto Aragão

Vice-Presidente

Eduardo Guimarães Prado

Diretor Administrativo - Financeiro

Iram Natividade Pinto

Diretor de Relações Institucionais

José Tarcísio Cavaliere

Superintendente Executivo

Jairo Conde Jogaib

Superintendência Geral

José Ivo de Souza

Relações Públicas

Maria Amélia Chagas Silva

UniFOA

Reitor

Carlos José Pacheco

Pró-reitora Acadêmica

Úrsula Adriane Fraga Amorim

Pró-reitor de Pesquisa e Pós-graduação

Alden dos Santos Neves

Pró-reitor de Extensão

Otávio Barreiros Mithidieri

EDITORA FOA

Editor Chefe

Laert dos Santos Andrade

Editora FOA

www.unifoa.edu.br/editorafoa

FICHA CATALOGRÁFICA

Bibliotecária: Alice Tação Wagner - CRB 7/RJ 4316

C718a Colóquio técnico-científico do UniFOA.

Anais do XIII Colóquio técnico-científico do UniFOA: trabalhos completos: Exatas e Engenharias [recurso eletrônico]. / Centro Universitário de Volta Redonda, outubro de 2019. Volta Redonda: FOA, 2019. 158 p.

Comitê organizador: Alden dos Santos Neves; Otavio Barreiros Mithidieri; Denise Celeste Godoy de Andrade Rodrigues

ISBN: 978-85-5964-124-0

1. Trabalhos científicos. I. Fundação Oswaldo Aranha II. Centro Universitário de Volta Redonda. III. Título.

CDD – 001.42

COMITÊ ORGANIZADOR

Presidência do XII Colóquio Técnico-Científico UniFOA

Alden dos Santos Neves

Presidência do IV Encontro de Extensão do UniFOA

Otavio Barreiros Mithidieri

Coordenação Geral do evento

Denise Celeste Godoy de Andrade Rodrigues

Aline Rodrigues Gomes
Ana Carolina Dornelas Rodrigues
André Luiz de Freitas Dias
Igor Dutra Braz
Sergio Elias Vieira Cury

Comitê Editorial

Laert Dos Santos Andrade
Rodrigo Camilo Alves
Taís de Souza Santos

Comitê Comercial

Denise Celeste Godoy de Andrade Rodrigues
Elias José da Silva Júnior

Comitê de Informática

Marcelo Passos dos Santos
Fabrício Santos de Queiroz
Leonardo Feliciano Teixeira
Rafaela Ribeiro Silva

Comitê de Marketing e Comunicação

Débora Cristina Lopes Martins
Wendel dos Santos Dias
Ananda do Amaral Valente

Comitê de Infraestrutura e Audiovisual

Sandro José Martins
Altemir Luiz Novaes Franco

Comitê Cerimonial

Maria Amélia Chagas Silva

Secretaria

Elias José da Silva Júnior

Comitê Científico

Adilson Pereira
Alexandre Palmeira
Aline Rodrigues Gomes
Aline Andrade Pereira

Ana Carolina Callegario Pereira
Ana Carolina Dornelas Rodrigues
Anderson Gomes
André Barbosa Vargas
André Luiz de Freitas Dias
Angélica Aparecida Silva Arieira
Bruno Chaboli Gambarato
Camila Hosken
Carlos Eduardo Costa Vieira
Claudia Yamada Utagawa
Claudio Luis de Melo Silva
Cora Hisae Monteiro Da Silva Hagino
Daniele do Val Santa Bárbara
Danielle de Carvalho Valim
Denise Celeste Godoy de Andrade Rodrigues
Dimitri Ramos Alves
Elton Bicalho de Souza
Emanuel Santos Júnior
Heitor da Luz Silva
Henrique Wogel Tavares
Igor Dutra Braz
Ilda Cecília Moreira da Silva
Juliana Cunha de Jesus
Júlio Cesar de Almeida Nobre
Kamila de Oliveira Nascimento
Laert dos Santos Andrade
Luciana Machado Santos
Luciana Pereira Pacheco Werneck
Lucrecia Helena Loureiro
Luiz Claudio Gonçalves Junior
Marcilene Maria de Almeida Fonseca
Marcos Guimarães de Souza Cunha
Margareth Lopes Galvão Saron
Maria Aparecida Rocha Gouvêa
Maria da Conceição Vinciprova
Michel Alexandre Villani Gantus
Milena de Souza Nascimento Bento
Míriam Salles Pereira
Patrícia Soares Rocha Alves
Rafael Teixeira dos Santos
Renata Martins da Silva Pereira
Rogério Martins de Souza
Samantha Grisol da Cruz Nobre
Sandro Rosa Corrêa
Sergio Elias Vieira Cury
Sergio Ricardo Bastos De Mello
Silvio Henrique Vilela
Sirlei Aparecida de Oliveira
Stella Arantes Aragão
Tereza Cristina Favieri de Melo Silva
Venício Siqueira Filho

SUMÁRIO

Proposta de Uso Intensivo de Instrumentos Econômicos na Gestão Ambiental do Estado Rio de Janeiro	5
Modelo de regressão linear múltipla aplicado a dados para geração de energia através do biogás	17
O custo social de produtos manufaturados pela indústria de <i>fast-fashion</i>	28
Análise Ambiental do rio Paraopeba após o rompimento da barragem da mina Córrego do Feijão	42
Estudo de Caso das Inundações do Córrego Secades em Volta Redonda - RJ	53
Evolução dos Circuitos Hidráulicos no Apoio Acadêmico	64
Desenvolvimento de um Modelo Matemático de um Laminador de Encruamento Utilizando Redes Neurais Artificiais	75
Recuperação da água de descarte de destilador por processo de recirculação	85
Design de interface: aplicativo Toca Logo	96
Remoção de Metais Pesados da Água do Rio Paraopeba após o Rompimento da Barragem Mina Córrego do Feijão.....	108
Análise de harmônicas elétricas de acordo com o ângulo de disparo de SCR's utilizados em conversores estáticos	117
A Engenharia Semiótica como diretriz no desenvolvimento de interface com acessibilidade	129
Controle e Supervisão de Nível com Arduino e Supervisório Elipse Mobile	137
Análise bibliométrica dos Métodos de Tratamento de Lixiviado e Efluentes de Aterro Sanitário com foco em Remoção de Nitrogênio	147

Proposta de Uso Intensivo de Instrumentos Econômicos na Gestão Ambiental do Estado Rio de Janeiro

Proposal for intensive use of economic instruments in environmental management in the state of Rio de Janeiro

VARGAS I.S¹, De ARAUJO M V. F²

1 – UniFOA, Centro Universitário de Volta Redonda, Volta Redonda, RJ.

lsasoares_vargas@hotmail.com

RESUMO

O Sistema de Gestão Ambiental do estado do Rio de Janeiro passa, assim como em todos os demais setores da administração pública estadual, por momento de muitas críticas devido à falta de planejamento, excesso de uso de instrumentos regulatórios e imposição de elevados custos socioambientais à população do estado. A partir da identificação dessas falhas de governo, o presente trabalho tem por objetivo propor o uso intensivo de instrumentos econômicos na gestão ambiental do estado do Rio de Janeiro, com a intenção de colaborar para simplificar, agilizar, reduzir custos econômicos/sociais/ambientais, além de contribuir para maior garantia de alcance de metas ambientais factíveis e necessárias. A presente proposta é baseada na essência da chamada “geração Y”, a qual exige a ação em ambiente multitarefa, com resultados rápidos e disposta a planejar, agir, verificar e, se for necessário, replanejar o Sistema, sempre proporcionando transparência e acesso irrestrito a informações e bases de dados. O trabalho apresenta como principal resultados uma proposta conceitual de uso intensivo de instrumentos econômicos na gestão ambiental do Estado do Rio de Janeiro, além de oferecer contribuições na desburocratização para oportunizar, elevar os níveis de eficiência ambiental e econômica, além de maior exercício de cidadania. Ao final conclui-se que a proposta elaborada é promissora e devido a sua dinâmica, pode viabilizar resultados que levem a redução de danos ambientais e conseqüente melhor qualidade de vida a toda a população do estado.

Palavras-chave: Meio Ambiente. Economia. Desburocratização.

ABSTRACT

The Environmental Management System of the state of Rio de Janeiro passes, as in all other sectors of state public administration, at the moment of much criticism due to lack of planning, excessive use of regulatory instruments and imposing high social and environmental costs on the population of State. Based on the identification of these government failures, this paper aims to propose the intensive use of economic instruments in the environmental management of the state of Rio de Janeiro, with the intention of collaborating to simplify, streamline, reduce economic/ social/ environmental costs, as well as contributing to greater assurance of achieving feasible and necessary environmental goals. This proposal is based on the essence of the so-called "generation Y", which requires action in a multitasking environment, with quick results and willing to plan, act, verify and, if necessary, redesign the System, always providing transparency and unrestricted Access to information and databases. The work presents as main results a conceptual proposal of intensive use of economic instruments in the environmental management of the State of Rio de Janeiro, in addition to offering contributions in the reduction of bureaucracy to provide opportunities, raise the levels of environmental and economic efficiency, and greater exercise of citizenship. In the end it is concluded that the proposal is promising and due to its dynamics, can enable results that lead to the reduction of environmental damage and consequent better quality of life for the entire population of the state.

Keywords: Environment. Economy. Bureaucratization.

1. Introdução

Segundo Magrini (2001) a partir da década de 60, no século XX o início de todas as maiores discussões a respeito da necessidade de se ter, tanto da parte do poder público, como da iniciativa privada, de forma que se possam coordenar as questões ambientais com o critério de reduzir os impactos ao meio ambiente e à sociedade de maneira geral.

Por conta de uma legislação cada vez mais rigorosa, De Passos (2009), afirma que as atividades potencialmente poluidoras passaram a perceber que quando tem-

se um sistema de gestão ambiental, é capaz de evitar ou diminuir danos e poderia ser vantajoso também em termos financeiros, pois contribuiria para a redução de desperdícios, estabelecimento de uma cultura de cooperação e conseqüentemente, de redução de gastos para as empresas, além de ajudar na saúde da população.

No entanto, quando se trata do poder público brasileiro, seja federal, estadual ou municipal, conforme sugerem Barata, Kligerman e Minayo-Gomez (2007) e De Oliveira (2018), a gestão ambiental estruturada, planejada, implementada, monitorada, reavaliada sempre teve como características principais o curto prazo, a politização e o uso de táticas sem fatos ou dados suficientes para tomar decisões para uma melhor qualidade de vida. A falta de um olhar crítico primeiramente para si e posteriormente para o mercado, segundo De Oliveira (2018), teria provocado ações governamentais de que por um lado exigem o cumprimento de regras, por outro lado, uma vez cumpridas, não encontram as liberações prometidas e previstas nas leis em vigor.

No estado do Rio de Janeiro, a história não é diferente: governos após governos e seus governantes, atrás de seus verdadeiros interesses, como sugerido pela Confederação Nacional das Indústrias (2015), nunca parece o interesse em começar um Sistema de Gestão Ambiental com bases sólidas, propostas e metas claras, além de focar no processo de desenvolvimento de cultura da qualidade interna e externa do governo, e isso, em todos os níveis e órgãos ambientais abrangidos pelo Sistema.

2. Metodologia

Foi feito um diagnóstico sobre o Sistema de Gestão Ambiental mostrando o histórico e o atual.

Antigamente o Estado do Rio de Janeiro utilizava o SLAP (Sistema de Licenciamento de Atividades Poluidoras) e era composto por três tipos de licença ambiental. A licença prévia, licença de instalação e licença de operação.

Atualmente é utilizado o SLAM (Sistema de Licenciamento Ambiental) que é composto pelas mesmas licenças, porém acrescentando mais cinco. Licença Prévia e de Instalação, Licença de Instalação e de Operação, Licença de Operação e Recuperação, Licença Ambiental Simplificada, Licença Ambiental de Recuperação.

3. Resultados e Discussão

3.1. Tipos de Instrumentos de Gestão

Há dois instrumentos que podem ser utilizados que são o instrumento de Comando e Controle e o Instrumento Econômico.

3.1.1. Os principais tipos de instrumentos de Comando e Controle são:

- a) **Licença:** São usadas pelo órgão ambiental para que um empreendimento e atividade possa localizar, instalar ou operar em um determinado local e quando os objetos são mais complexos requerem o EIA (Avaliação de Impactos Ambientais).
- b) **Zoneamento:** Regras para que possa usar uma Terra e que é empregado principalmente pelos governos locais identificando agentes econômicos.
- c) **Padrões:** Instrumento mais utilizado no mundo e os principais padrões são: Padrões de qualidade ambiental, de emissão, tecnológicos, de desempenho e de produtos e processos.

3.1.2. Os principais tipos de Instrumentos Econômicos são:

- a) **Taxas Ambientais:** são os custos que são pagos pela poluição, por exemplo, as por produtos que são poluidores.
- b) **Licenças Intercambiáveis de Poluição:** estimula aos que poluem mais a comprar dos que poluem menos criando um equilíbrio. É estabelecida uma licença com um limite máximo que pode poluir e quem polui menos pode vender a diferença para aqueles que precisam poluir mais, a ideia seria reduzir aos poucos o número dessas licenças até que a meta da qualidade ambiental seja atingida.
- c) **Subsídios:** são incentivos fiscais que tem a função de ajudar os poluidores com dificuldades de amenizar os custos e controles (MARGULIS, 1996).

3.2. Detalhamento da Proposta

Para a elaboração da proposta, inicialmente tomou-se por base a experiência internacional com a utilização de instrumentos econômicos na gestão ambiental, tomando por base os resultados obtidos em países membros da OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico).

3.2.1. Incentivos Fiscais e Subsídios

Da Motta e Ouverney (2015) afirmam que todos os trinta e cinco países membros da OCDE adotam esse instrumento econômico na gestão ambiental, destacando-se Japão, Noruega, Bélgica e Austrália, onde os gastos em sistemas de controle de poluição de qualquer natureza (atmosférica, hídrica, etc) podem ser reduzidos de impostos devidos. Destaca-se que tal instrumento é aplicável a pessoas físicas e jurídicas nesses países. Os mesmos autores destacam que na Turquia, Suíça, Portugal e Áustria, esses gastos em controle de poluição possuem alguns critérios definidos pelos governos daqueles países, para ocorrer o abatimento de impostos. Lá o interesse maior parece estar na permissão de reduções de impostos especialmente quando se trata de investimentos em fontes de energia renovável e eficiência energética. Holanda, Irlanda, França, Finlândia, Estados Unidos da América e Canadá, possuem também incentivos semelhantes.

No caso do estado do Rio de Janeiro, a proposta do presente trabalho é a de criação de incentivos fiscais de acordo com os resultados obtidos em termos de redução de carga poluidora. Assim sendo, uma dedução seria concedida à medida que a atividade potencialmente poluidora excedesse o percentual mínimo de remoção de poluentes. O cálculo poderia ser feito a partir dos valores lançados nos atuais Programas de Autocontrole (PROCONS) que existem e são atualizados até o dia 20 de cada mês.

3.2.2. Taxação

Segundo Alves et al (2018), a tributação pode ser utilizada sobre a qualidade do meio ambiente, sobre emissões e até sobre produtos, sejam supérfluos ou não. Este

seria um instrumento econômico que agiria de modo contrário ao dos incentivos citados anteriormente.

Nesse caso a taxação é um mecanismo, segundo Da Motta e Ouverney (2015), empregado como desincentivo a poluir. Exemplos de aplicação de taxas em países da OCDE são vastos. O quadro 1 mostra uma relação de países com ações nesse sentido na área de emissões atmosféricas.

Quadro 1: Relação de países da OCDE com aplicação de taxação sobre emissões

País	Instrumento	Taxa (US\$)	Destino da receita
França	Emissões ácidas	22,27/ton	n/d
Japão	SO _x , com variação regional	0,57-5,28/Nm ³	Compensação de danos à saúde
Portugal	SO ₂ , NO _x	n/d	Controle da qualidade do ar
Suécia	NO _x de produtores de energia	5,51/kg NO ₂ emitido	Retornadas para produtores, com base produção real de energia
EUA	Sobre diversos poluentes	Acima de 19,23/ton	Controle da qualidade do ar
Colômbia	Taxas pigouvianas	n/d	n/d
Rep. Checa	Taxa básica sobre poluição	varia por faixa	n/d
China	Taxa experimental sobre SO ₂	0,035/kg	Empréstimos para investimentos em controle

Fonte: Da Motta e Ouverney (2015)

Exemplos de taxação sobre a qualidade do meio ambiente são mais raros, mas na OCDE é possível listar países como a Colômbia e a República Checa.

No caso da Colômbia, em 1993 uma lei passou a vigorar prevendo a adoção de taxação que refletisse os custos externos provocados pela poluição do ar e da água naquele país. No entanto esse instrumento nunca foi colocado em prática sob a alegação de dificuldades técnicas no estabelecimento do valor da taxa e também na organização administrativa da instituição que seria responsável pelo bom andamento desse sistema (ANTUNES, 2015).

No caso da República Checa, Antunes (2015) cita que existe uma tributação variável em função do potencial poluidor do meio ambiente e do dano provocado quando nos casos de se ultrapassar limites estabelecidos para qualidade do ar e/ou da água. O valor cobrado naquele país é fixo e, por exemplo, no caso de limites ultrapassados e comprovadamente de responsabilidade de pequenos poluidores, a

taxa é fixada atualmente em US\$343,02, não importando qual foi a diferença entre o limite de qualidade ambiental e o valor ocorrido.

A taxação, conforme mencionou-se anteriormente, pode também ser aplicada sobre produtos como combustíveis e mesmo, aqueles considerados supérfluos. Alguns países da OCDE chegam a aplicar taxas sobre alíquotas de impostos sobre combustíveis, como é o caso de Suécia, Japão, Irlanda e Dinamarca. Na Dinamarca, por exemplo, a taxa sobre alíquota de impostos sobre combustíveis é de 25%, numa clara intenção de desestimular o consumo do mesmo, privilegiando o transporte coletivo e outros de baixa emissão de poluentes (DA MOTTA & OUVENEY, 2015).

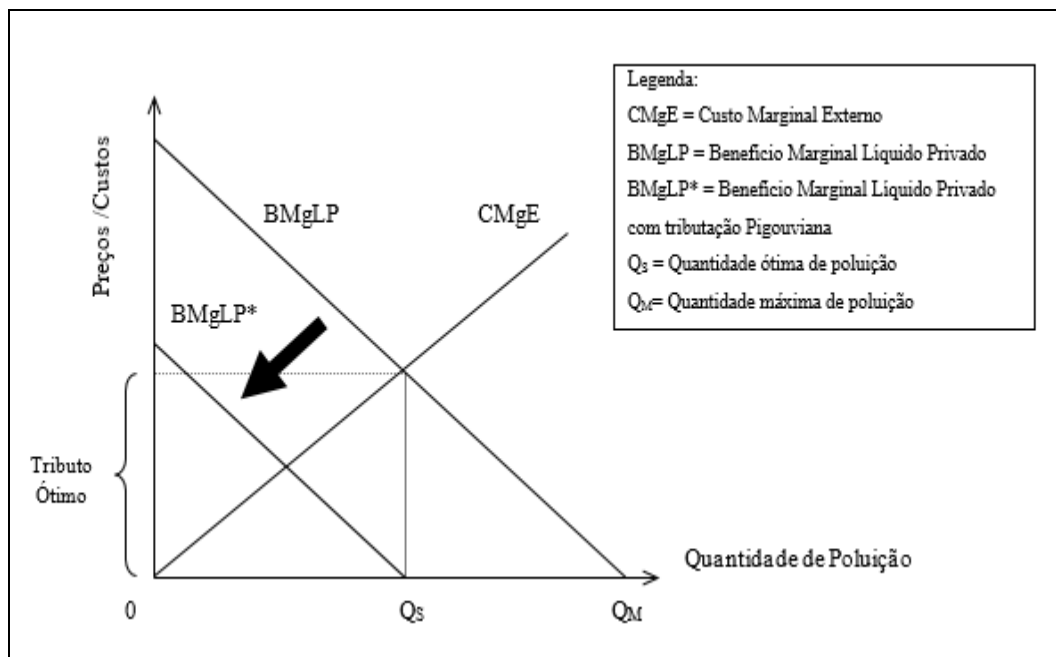
Quanto à aplicação de taxação sobre supérfluos, Austrália e Canadá o fazem, porém, devido a uma grande discussão interna naqueles países sobre o conceito de “supérfluo”, estes definem percentuais que também são aplicados a consumo de combustíveis, ao menos até 2015 (ANTUNES, 2015).

A proposta, em nosso caso, é a de atuar inicialmente nas emissões de atividades poluidoras do ar, da água e do solo. A ideia de taxar consumo de supérfluos poderá ser considerada posteriormente, mas devido a experiência de Austrália e Canadá, preferiu-se aqui não indicar nada nesse sentido.

Para taxar emissões, Varian (2017) sugere um levantamento dos custos marginais de abatimento de poluentes que se deseje reduzir, no caso, no estado do Rio de Janeiro. Em seguida torna-se necessário utilizar as metas ambientais – que podem ser aquelas que já estão em vigor – para determinar a taxa em cada tipo de matriz (água, ar ou solo) e em seguida aplicar a mesma.

A figura 1 sugere, de forma geral, a aplicação do tributo para um poluente qualquer emitido. A estratégia sempre é a mesma: levar a curva de Benefício Marginal Líquido Privado (BMgLP) para uma posição onde a quantidade de poluente emitido regreda da máxima (Q_M), para aquela socialmente necessária (Q_S).

Figura 1: Dinâmica de aplicação de um tributo sobre emissões de poluentes



Fonte: Adaptado de Rubinfeld & Pindyck (2012).

3.2.3. Licenças Intercambiáveis

Alves *et al* (2018) afirma que licenças intercambiáveis ou também o chamado “Mercado de créditos de poluição”, podem ser utilizados com êxito em áreas menores. O conhecido “mercado de créditos de carbono” é um caso particular daquilo que se está propondo no presente trabalho.

Como países que implementaram e experimentaram casos de sucesso na aplicação desse instrumento econômico de gestão ambiental tem-se Estados Unidos da América, Chile, Canadá e Alemanha. Nos Estados Unidos destaca-se uma política de comércio de emissões iniciada 1982, a qual concede a comercialização de licenças de poluição atmosférica, a partir de excedentes gerados em função de padrões de emissão definidos pelo governo. Ao se delimitar áreas de abrangência naquele país, esse tipo de estratégia ficou conhecido como “teoria da bolha”, onde a qualidade do ar desejável é resolvida pelas fontes emissoras de poluentes atmosféricos e participantes interessados nesse tipo de mercado, a partir da definição de padrão de qualidade do ar, emissão de licenças, permissão de comercialização das mesmas e monitoramento por parte da autoridade ambiental (ALVES *et al*, 2018).

No Chile, a aplicação deste mesmo conceito de instrumento de gestão, teve início em 1994 com a chamada “Nova Lei Geral sobre o Meio Ambiente”. Tal Lei prevê o uso de licenças intercambiáveis no controle de poluição atmosférica, porém, como opção ao uso de instrumentos regulatórios. Alves *et al* (2018) afirmam que, como caso considerado bem-sucedido, está na execução de um leilão de licenças de tráfego de ônibus em determinadas vias na capital do Chile, Santiago.

Da mesma forma que no Chile, o Canadá não trabalha de forma exclusiva com instrumentos econômicos desse tipo, mas o implementa à medida que percebe haver a possibilidade de ganhos de qualidade do meio ambiente a menores custos para a sociedade em determinados setores. Naquele país destacam-se programas envolvendo o uso de licenças intercambiáveis para controle de redução de chuvas ácidas, por exemplo (ALVES *et al*, 2018).

Na Alemanha, as licenças intercambiáveis são mais amplamente utilizadas considerando que os padrões ambientais não podem ser ultrapassados em mais do que 1%. Desse modo pode-se admitir que naquele país o instrumento econômico age em sintonia com o regulatório (ALVES *et al*, 2018).

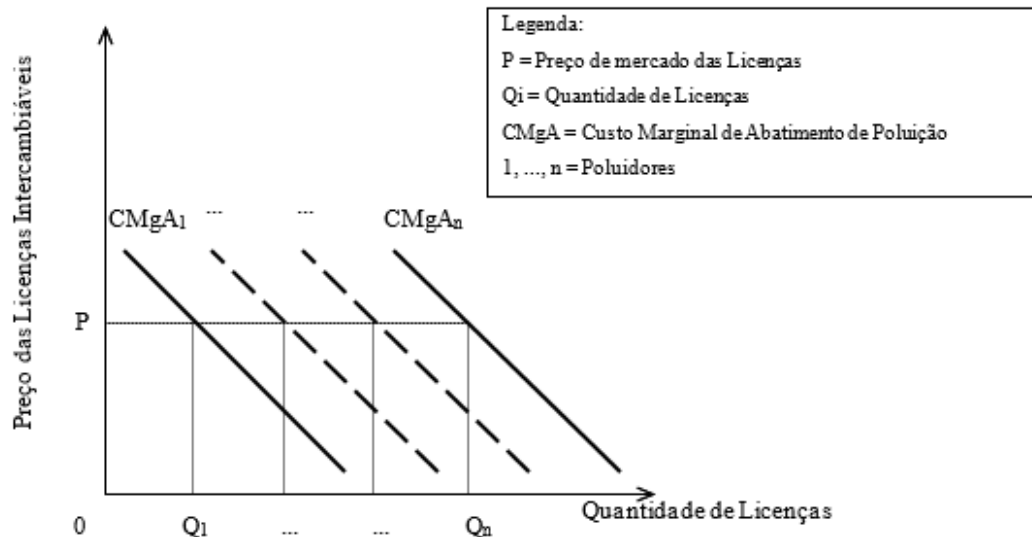
A proposta nesse caso é a de se utilizar licenças intercambiáveis para poluentes específicos e considerados de maior risco à saúde humana. A rotina nesse caso seria, por exemplo, identificar o poluente em uma determinada região pré definida, inventariar as fontes emissoras desse poluente, determinar a qualidade do ar desejável em termos desse poluente e emitir licenças intercambiáveis do mesmo, que deverão ser compradas pelos agentes poluidores, inicialmente, a um preço fixado pelo governo, representado por sua agência ambiental, a qual atualmente é o Instituto Estadual do Ambiente – INEA.

Permitindo que as licenças sejam comercializadas, os níveis de controle de poluição começarão a mudar em função dos custos marginais de abatimento de poluentes de cada fonte geradora e além disso, o valor das licenças intercambiáveis passará a ser flutuante, em função de oferta e demanda, como próprio de um mercado concorrencial (VARIAN, 2017).

A figura 2 mostra o preço das licenças intercambiáveis e como estes estão relacionados com os custos marginais de abatimento de cada fonte geradora de um determinado poluente. Essa relação, segundo Rubinfeld & Pindyck (2012), define a

quantidade de licenças que cada fonte terá ao final da solução e, conseqüentemente, o nível de poluição emitido por cada uma delas.

Figura 2: Dinâmica de aplicação de licenças intercambiáveis sobre emissões de poluentes



Fonte: Adaptado de Rubinfeld & Pindyck (2012).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao fazer o desenvolvimento do presente trabalho foi possível notar que há uma burocracia muito grande com relação ao licenciamento ambiental do estado do Rio de Janeiro. Já houve uma melhora com a substituição do SLAP pelo SLAM, mas ainda existe uma necessidade de se avançar para tornar o atendimento aos padrões ambientais, atingível considerando aspectos sociais e econômicos.

As propostas elaboradas no presente trabalho são ainda genéricas e necessitam de um aprofundamento maior, no entanto, elas foram feitas justamente a partir da identificação dos problemas de eficiência relatados em artigos e livros consultados.

Sendo assim, torna-se necessário a futuros trabalhos relacionados ao tema, um detalhamento quanto a custos e benefícios reais de implementação das medidas sugeridas, e outras que talvez não tenham sido mencionadas aqui, fazendo com que

possamos ter no futuro, em nosso Estado, mais um estágio de avanço, considerando o uso intensivo de instrumentos econômicos da gestão ambiental do Rio de Janeiro.

Referências

ALVES, P. D. R. et al. **Estudo da aplicabilidade de certificados de créditos de poluição em pólos industriais utilizando a teoria dos jogos**. Cadernos UniFOA, v. 4, n. 1 Esp., p. 40, 2018.

ANTUNES, David. **Externalidades negativas sobre o meio ambiente: processos econômicos de custeio**. Revista de Ciências Gerenciais, v. 13, n. 18, p. 57-73, 2015.

BARATA, Martha Macedo de Lima; KLIGERMAN, Débora Cynamon; MINAYO-GOMEZ, Carlos. **A gestão ambiental no setor público: uma questão de relevância social e econômica**. Ciência & Saúde Coletiva, v. 12, p. 165-170, 2007.

COELHO, Vera Schattan P. et al. **As regras do jogo e o jogo das regras: movimentos sociais, governança ambiental e desenvolvimento territorial no Vale do Ribeira (Brasil)**. São Paulo: Cebrap., 2005.

CONFEDERAÇÃO Nacional da Indústria (Brasil). CNI. **Retratos da Sociedade Brasileira: Excesso de burocracia é prejudicial ao País**. Brasília: CNI, ISSN 2317-7012, v. 5, n. 23, Julho. 2015. 9p.

DA MOTTA, Ronaldo Seroa; OUVENEY, Isaque Regis. **Infraestrutura e sustentabilidade ambiental no Brasil**. Revista de Direito da Cidade, v. 7, n. 2, p. 760-775, 2015.

DE PASSOS, Priscilla Nogueira Calmon. A Conferência de Estocolmo como Ponto de Partida para a Proteção Internacional do Meio Ambiente. **Revista Direitos Fundamentais e Democracia**, Curitiba – PR, 2009, n.25, p. ISSN 1982-0496

DE OLIVEIRA, Alexandre et al. **Conflitos de transparência e confidencialidade na certificação de sistemas de gestão ambiental**. Revista Eletrônica de Administração, v. 20, n. 1, p. 31-63, 2018.

MAGRINI, Alessandra; MARCO, A. S. Política e gestão ambiental: conceitos e instrumentos. Revista Brasileira de energia, v. 8, n. 2, p. 1-8, 2001.

MARGULIS, Sergio. A Regulamentação Ambiental: Instrumentos e Implementação Ambiental. Rio de Janeiro. 1996. P. 41 Disponível em: http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_0437.pdf Acesso em: 23/04/2019

VARIAN, Hal. **Microeconomia**. Elsevier Brasil, 2017

Modelo de regressão linear múltipla aplicado a dados para geração de energia através do biogás

Multiple linear regression model applied to data for biogas power generation

CARVALHO, M. S.¹; JUNIOR, C. O.¹; JOSÉ, G. A.¹; COSTA, M. A.¹; GUILHERME, V. S.¹

1 – UniFOA, Centro Universitário de Volta Redonda, Volta Redonda, RJ.

matheuscarvalhos722@gmail.com

cjr_oliveira3@hotmail.com

guion2717@gmail.com

marco_camarro@hotmail.com

vagner.guilherme@foa.org.br

RESUMO

A industrialização mundial vem crescendo em larga escala, com isso fazendo com que a demanda de energia global também aumente. Acredita-se que para haver maior disponibilidade de energia, será necessário exigir muito mais do meio ambiente. Como algumas técnicas utilizadas para obtenção de energia são extremamente agressivas ao ecossistema, as fontes de energia renováveis desempenham um papel importantíssimo, comparado aos efeitos de obtenção de energia e sua relação a outras fontes de energia. A biomassa tem recebido muita atenção por parte da mídia e de líderes políticos, tanto em relação a fontes alternativas de combustível quanto uma maneira de minimizar a dependência da importação de matéria-prima de países desenvolvidos. Este trabalho utiliza um método de modelagem usando comparativos do aplicativo CH₄ Biogás Simulator para avaliação de múltiplas variáveis afim de determinar a equação de regressão, assim obtendo a quantidade de biogás bruto e energia elétrica que se pode gerar utilizando dejetos de bovinos, suínos e aves pela ação de biodigestores. A equação gerada é de fácil aplicabilidade e resultou no modelo $Y = 1,572731 + 0,985985 \times \text{bovinos} + 0,191372 \times \text{suínos} + 0,021287 \times \text{aves}$ com ($r=0,99$) sendo assim adequada para estimação do valor do potencial de biogás.

Palavras-chave: Energia. Biomassa. Biogás. Biodigestores.

ABSTRACT

World industrialization has been growing on a large scale, thereby causing the global energy demand to increase as well. That said, in order to have more energy available,

much more will be required from the environment. Because some energy-using techniques are extremely aggressive to the ecosystem, renewable energy sources play a major role compared to the effects of energy generation and their relationship to other energy sources. Biomass has received much attention from the media and political leaders, both regarding alternative fuel sources and a way to minimize dependence on raw material imports from developed countries. This research uses a modelling method using CH₄ Biogas Simulator comparatives for multi-variable evaluation in order to determine the regression equation, thus obtaining the amount of crude biogas and electrical energy that can be generated using biogas from cattle manure, pigs and poultry by means of biodigesters. The generated equation is easy to apply and evolve in model $Y = 1.572731 + 0.985985 \times \text{cattle} + 0.191372 \times \text{pigs} + 0.021287 \times \text{birds}$ with ($r = 0.99$) and is therefore suitable for estimating the potential value of biogas.

Keywords: Energy. Biomass. Biogas. Biodigesters.

1. Introdução

Para realização desta pesquisa foi utilizado a técnica de regressão linear que possui o objetivo de obter uma equação que explique satisfatoriamente a relação entre uma variável resposta Y (dependente) e uma e/ou mais variáveis explicativas X (independentes), possibilitando fazer a predição de valores de interesse (GUIMARÃES, 2012). Caso considerarmos apenas uma variável dependente dizemos que é uma regressão linear simples, se for duas ou mais variáveis se torna uma regressão múltipla (RODRIGUES, 2012).

De acordo com Guimarães (2012) estes modelos de regressão são amplamente utilizados em diversas áreas como: Engenharias, biologia, agronomia, tecnologia, saúde, administração, etc.

1.1. Regressão Linear Múltipla

A regressão linear múltipla é uma técnica utilizada como aproximação de funções. Não se sabe a verdadeira relação entre Y, x_1 e x_2 , porém, em certas faixas

das variações independentes, o modelo linear é uma aproximação adequada (LARSON *et al.*, 2012; MONTGOMERY *et al.*, 2012).

- Expressão matemática

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k + \varepsilon$$

- Critério dos mínimos quadrados

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_k x_{ik} + \varepsilon_i$$

- O sistema em forma de matriz

$$\begin{pmatrix} n & \sum_{i=1}^n x_{i1} & \sum_{i=1}^n x_{i2} & \dots & \sum_{i=1}^n x_{ik} \\ \sum_{i=1}^n x_{i1} & \sum_{i=1}^n x_{i1}^2 & \sum_{i=1}^n x_{i1}x_{i2} & \dots & \sum_{i=1}^n x_{i1}x_{ik} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sum_{i=1}^n x_{ik} & \sum_{i=1}^n x_{ik}x_{i1} & \sum_{i=1}^n x_{ik}x_{i2} & \dots & \sum_{i=1}^n x_{ik}^2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_k \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sum_{i=1}^n y_i \\ \sum_{i=1}^n x_{i1}y_i \\ \vdots \\ \sum_{i=1}^n x_{ik}y_i \end{pmatrix}$$

2. Metodologia

As informações do trabalho dar-se através de pesquisas relacionadas as variáveis que envolvem a quantidade de energia que pode ser gerada através da digestão anaeróbica de resíduos de bovinos, suínos e aves da mesma em um biodigestor, com aplicação de modelo em uma fazenda para consumo próprio, obtendo também uma melhoria ecológica e econômica do sistema.

Pode-se afirmar, ainda, que esse estudo também é de caráter bibliográfico, constituindo-se de um estudo de casos que se da por meio da investigação e interpretação de livros, artigos e teses.

Para elaboração do projeto, é necessário:

- Analisar as diferentes tecnologias utilizadas para tratamento do biogás;
- Utilização de uma planilha de cálculo de animais por hectare utilizando valores aleatórios de cada espécie pecuária para início da coleta de dados e modelagem da fórmula;

- Levantamento de dados de uma amostra de 11 tamanhos diferentes de fazendas onde foram avaliadas as seguintes variáveis: Estimativa do teor de metano disponível para geração de energia elétrica e aquecimento, quantidade de dejetos, potencial do biogás bruto, matéria orgânica e energia elétrica;
- Determinação da quantidade de biogás que pode ser produzido de acordo com a quantidade de porcos, gados e/ou aves, para determinar a energia que poderá ser aproveitada

3. Resultados e Discussão

3.1. Classificação das variáveis

A variável Y do trabalho, isto é, a variável resposta, foi escolhida como a quantidade de biogás bruto que pode ser obtido a partir das variáveis independentes (x_1 , x_2 e x_3) do projeto; que são respectivamente as seguintes: Quantidade de bovinos, suínos e aves.

O número exato de animais varia conforme o tamanho e as condições da fazenda, mas procurando manter a viabilidade do projeto, será necessário que a produção de biogás se mantenha em níveis adequados, conforme pode ser visto na Tabela 1.

Tabela 1 - Produção de biogás a partir de resíduos pecuários

Especie pecuária	Unidade referência	Produção Específica de Biogás (m ³ /kg SV)	Produção Diária (m ³ /animal/dia)
Bovinos	Gado de corte ~ 500 kg	0,28	0,292
Suínos	Porco (50 kg)	0,45	0,799
Aves	Galinha (2,5 kg)	0,46 - 0,77	0,010 - 0,017

Fonte: CONDEBELLA (2006)

A escolha dessas três variáveis foi feita devido a participação que tem no setor agropecuário do país. De acordo com o censo agropecuário de 2017 divulgado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), cerca de R\$ 263,9 bilhões do PIB do país é proveniente da pecuária, sendo 73,7% representada pela pecuária de corte.

A criação de suínos e aves para o abate pode ser feita em número consideravelmente maior em comparação ao do gado bovino, gerando mais empregos para suportar o tempo longo de produção. Como exemplo, o estado de Minas Gerais demonstrou no censo agropecuário de 2017 do IBGE um número de cabeças de suínos superior a 4.700.000 enquanto que o rebanho de galinhas equivalia a aproximadamente 124.413.000.

3.2. Coleta de Dados

A metodologia desse trabalho foi realizada utilizando-se o aplicativo CH₄Biogassimulator, que simula a produção de biogás em propriedades rurais por unidade de criação de animais, apresentando um relatório que informa os ganhos energéticos, ambientais e econômicos afim de recolher a máxima quantidade de dados possível para se realizar a regressão (CH₄ AGROENERGIA, 2015).

Foi montado uma planilha reunindo todos os dados úteis e relevantes demonstrando o que o aplicativo forneceu, sendo eles: Estimativa do teor de metano (CH₄) disponível para geração de energia elétrica e aquecimento, Quantidade de dejetos (Kg/dia), Potencial do Biogás Bruto (Nm³/dia), Matéria Orgânica (Kg/ciclo) e Energia elétrica (Kwh/dia).

Para o cálculo da quantidade de animais foi utilizado uma planilha que a Boi Saúde - Pecuária Inteligente fornece, levando em conta a quantidade de consumo de animal por dia/ano calculado a partir dos dados da média do peso da espécie pecuária considerada (bovinos, suínos e aves) conforme mostra a Tabela 2 a seguir:

Tabela 2 - Exemplo de cálculo de quantidade de animais para animais de 700 quilos em 100 hectares

Planilha para cálculo da quantidade de animais por hectare	
Média de produção de pastagem por ano	15000 kg/hectare
Média de consumo por animal	4% do peso vivo do animal
Média do peso dos seus animais	700 quilos
Quantidade de consumo por animal de	28 quilos por dia
Quantidade de consumo por animal de	10220 quilos por ano
O ideal é ter aproximadamente	1,47 animais por hectare
Eu tenho	100 hectares
Portanto, considerando o pasto, devo ter	147 animais na minha propriedade

Fonte: Boi Saúde - Pecuária Inteligente (Adaptado pelos Autores)

Utilizou-se onze diferentes tamanhos de fazendas hipotéticas afim de analisar a variação de animal por cada hectare selecionado. A quantidade de animais utilizada por cada hectare escolhida não seguiu um padrão ou uma constante em todos tamanhos, pelo mesmo motivo de provocar esta variação e aumentar a probabilidade de êxito na construção da fórmula de regressão linear das variáveis múltiplas. O Quadro 1 a seguir demonstra como ficou essa divisão.

Quadro 1 - Quantidade de animais por tamanho de fazenda

Tamanho da fazenda (hectares)	Bovinos	Suínos	Aves
25,00	9,00	308,00	1233,00
27,50	11,00	247,00	822,00
30,00	13,00	205,00	4110,00
32,50	27,00	164,00	1849,00
35,00	13,00	144,00	7397,00
37,50	14,00	308,00	4932,00
40,00	17,00	257,00	6164,00
42,50	27,00	216,00	4932,00
45,00	20,00	329,00	5753,00
47,50	25,00	411,00	3699,00
50,00	23,00	308,00	7397,00

Fonte: Autores

3.3. Análise de Dados

Após a coleta da quantidade de dados de cada espécie pecuária por tamanho de fazenda, utilizamos estes valores para jogar no aplicativo CH₄Biogassimulator para realizar a equação de regressão linear múltipla. Sendo assim, foi escolhido como prioridade os dados recolhidos do potencial de biogás bruto. Conforme pode ser visto no Quadro 2, os resultados não foram crescentes, e isto propositalmente, pelo mesmo motivo de se obter esta variação e aumentar a credibilidade dos coeficientes independentes na fórmula final $Y = b_0 + b_1.x_1 + b_2.x_2 + b_3.x_3$.

Quadro 2 - Análise do quantidade de biogás em Nm³/dia

Y	x1	x2	x3
Potencial do Biogás bruto (Nm3/dia)	Bovinos	Suínos	Aves
95,77	9,00	308,00	1233,00
76,52	11,00	247,00	822,00
140,78	13,00	205,00	4110,00
100,23	27,00	164,00	1849,00
199,49	13,00	144,00	7397,00
179,88	14,00	308,00	4932,00
198,91	17,00	257,00	6164,00
172,93	27,00	216,00	4932,00
207,01	20,00	329,00	5753,00
183,43	25,00	411,00	3699,00
240,89	23,00	308,00	7397,00
SOMA			
1795,84	199,00	2897,00	48288,00
MÉDIA			
163,26	18,09	263,36	4389,82

Fonte: CH4Biogassimulator

Para início da montagem da regressão linear, dividimos cada variável representado no Quadro 3 e foi realizado os seguintes cálculos.

Quadro 3 - Cálculo dos coeficientes da matriz 4x4 de regressão

x_1^2	x_2^2	x_3^2	x_1x_2	x_1x_3	x_2x_3	yx_1	yx_2	yx_3
81,00	94864,00	1520289,00	2772	11097	379764	861,93	29497,16	118084,41
121,00	61009,00	675684,00	2717	9042	203034	841,72	18900,44	62899,44
169,00	42025,00	16892100,00	2665	53430	842550	1830,14	28859,9	578605,8
729,00	26896,00	3418801,00	4428	49923	303236	2706,21	16437,72	185325,27
169,00	20736,00	54715609,00	1872	96161	1065168	2593,37	28726,56	1475627,53
196,00	94864,00	24324624,00	4312	69048	1519056	2518,32	55403,04	887168,16
289,00	66049,00	37994896,00	4369	104788	1584148	3381,47	51119,87	1226081,24
729,00	46656,00	24324624,00	5832	133164	1065312	4669,11	37352,88	852890,76
400,00	108241,00	33097009,00	6580	115060	1892737	4140,2	68106,29	1190928,53
625,00	168921,00	13682601,00	10275	92475	1520289	4585,75	75389,73	678507,57
529,00	94864,00	54715609,00	7084	170131	2278276	5540,47	74194,12	1781863,33
SOMA								
4037,00	825125,00	265361846,00	52906,00	904319,00	12653570,00	33668,69	483987,71	9037982,04
MÉDIA								
367,00	75011,36	24123804,18	4809,64	82210,82	1150324,55	3060,79	43998,88	821634,73

Fonte: Autores

4. Conclusão

Utilizando este esquema de matriz 4x4 e a seguinte fórmula do coeficiente de correlação, foi estimado o valor dos coeficientes b₀, b₁, b₂, b₃ e R. O Anexo A e B mostram como o resultado final foi alcançado.

$$\begin{bmatrix} n & \Sigma x_1 & \Sigma x_2 & \Sigma x_3 \\ \Sigma x_1 & \Sigma x_1^2 & \Sigma x_1 x_2 & \Sigma x_1 x_3 \\ \Sigma x_2 & \Sigma x_1 x_2 & \Sigma x_2^2 & \Sigma x_2 x_3 \\ \Sigma x_3 & \Sigma x_1 x_3 & \Sigma x_2 x_3 & \Sigma x_3^2 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} b_0 \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Sigma y \\ \Sigma x_1 y \\ \Sigma x_2 y \\ \Sigma x_3 y \end{bmatrix}$$

$$R = \frac{\Sigma (y - \bar{y})^2}{\sqrt{(\Sigma y_i - \bar{y})^2}}$$

A equação gerada foi **Potencial de Biogás Bruto (Nm³/dia) = 1,572731 + 0,985985 x bovinos + 0,191372 x suínos + 0,021287 x aves** apresentando um (r=0,99) sendo assim adequada para estimação do valor do potencial de biogás.

Conforme mostra o Quadro 4, o valor resposta do biogás pode ser comparado com a quantidade de energia elétrica. Comparando-se a soma e a média das duas variáveis dependentes obtemos mais uma equação: **Energia Elétrica (Kwh/dia) = 1,167143 x Potencial do Biogás Bruto (Nm³/dia).**

Quadro 4 - Comparação de Energia Elétrica com quantidade de biogás

Energia Elétrica Kwh/dia	Potencial do Biogás bruto (Nm ³ /dia)	Bovinos	Suínos	Aves
82,06	95,77	9,00	308,00	1233,00
65,56	76,52	11,00	247,00	822,00
120,62	140,78	13,00	205,00	4110,00
85,88	100,23	27,00	164,00	1849,00
170,93	199,49	13,00	144,00	7397,00
154,12	179,88	14,00	308,00	4932,00
170,43	198,91	17,00	257,00	6164,00
148,17	172,93	27,00	216,00	4932,00
177,36	207,01	20,00	329,00	5753,00
157,16	183,43	25,00	411,00	3699,00
206,39	240,89	23,00	308,00	7397,00
SOMA				
1538,68	1795,84	199,00	2897,00	48288,00
MÉDIA				
139,88	163,26	18,09	263,36	4389,82

Fonte: CH₄Biogassimulator (Adaptado pelos autores)

Agradecimentos

A UniFOA, seu corpo docente e administração que proporcionaram a realização desta pesquisa, ao professor e orientador do trabalho de conclusão de curso Vagner Silva Guilherme pelo apoio.

Referências

GOLDEMBERG, José; LUCON, Oswaldo. **Energias Renováveis: Um futuro sustentável**. São Paulo: Revista Usp, 2006-2007. 15 p

GUIMARÃES, Paulo Ricardo Bittencourt. **Métodos Quantitativos Estatísticos**. 1 ed. Curitiba: IESDE BRASIL S.A., 256 p., 2012. ISBN: 978-85-387-3028-6.

LARSON, R e Farber, B - **Estatística Aplicada**. Pearson Education - São Paulo- 2ª Edição, 2008.

MONTGOMERY, D. C. e Runger, G. C. - **Estatística Aplicada e Probabilidade para Engenheiros**. Editora LTC - 2ª Edição, 2012

RODRIGUES, Sandra Cristina Antunes. **Modelo de regressão linear e suas aplicações**. 2012, 94 p. Relatório de Estágio (Mestrado). Universidade da Beira Interior.

Anexo A: Cálculo da regressão linear múltipla

n	Σx_1	Σx_2	Σx_3	b_0	Σy
Σx_1	Σx_1^2	$\Sigma x_1 x_2$	$\Sigma x_1 x_3$	b_1	$\Sigma x_1 y$
Σx_2	$\Sigma x_1 x_2$	Σx_2^2	$\Sigma x_2 x_3$	b_2	$\Sigma x_2 y$
Σx_3	$\Sigma x_1 x_3$	$\Sigma x_2 x_3$	Σx_3^2	b_3	$\Sigma x_3 y$

11	199,00	2897,00	48288,00	b_0	1795,84
199,00	4037,00	52906,00	904319,00	b_1	33668,69
2897,00	52906,00	825125,00	12653570,00	b_2	483987,71
48288,00	904319,00	12653570,00	265361846,00	b_3	9037982,04

11	199	2897	48288	b_0	1795,84
0	436,9091	496,636364	30745,18182	b_1	1180,3118
0	496,6364	62160,5455	-63733,27273	b_2	11028,757
0	30745,18	-63733,2727	53386305,64	b_3	1154571

11	199	2897	48288	b_0	1795,84
0	436,9091	496,636364	30745,18182	b_1	1180,3118
0	0	61596,0169	-98681,44757	b_2	9687,092
0	0	-98681,4476	51222775	b_3	1071512,7

11	199	2897	48288	b_0	1795,84
0	436,9091	496,636364	30745,18182	b_1	1180,3118
0	0	61596,0169	-98681,44757	b_2	9687,092
0	0	0	51064679,9	b_3	1087032,2

$b_0 =$	1,5727312
$b_1 =$	0,9859849
$b_2 =$	0,1913721
$b_3 =$	0,0212874

Anexo B: Cálculo do Coeficiente de Correlação

y	x ₁	x ₂	x ₃	y(ajustado)	(y-ym) ²	(yajustado - ym) ²
95,77	9,00	308,00	1233,00	95,6365165	4554,654685	4572,689621
76,52	11,00	247,00	822,00	77,18568344	7523,512185	7408,474977
140,78	13,00	205,00	4110,00	141,1128605	505,2686579	490,4152552
100,23	27,00	164,00	1849,00	98,9396743	3972,551703	4136,870409
199,49	13,00	144,00	7397,00	199,4107105	1312,744649	1307,005332
179,88	14,00	308,00	4932,00	179,308381	276,2848397	257,6088952
198,91	17,00	257,00	6164,00	198,7323844	1271,05214	1258,419049
172,93	27,00	216,00	4932,00	174,5199509	93,54406694	126,827442
207,01	20,00	329,00	5753,00	206,7200261	1914,221594	1888,931904
183,43	25,00	411,00	3699,00	183,618228	406,9022488	414,531481
240,89	23,00	308,00	7397,00	240,6555843	6026,699194	5990,357918
Soma					27857,43596	27852,13228
R=						0,999904802

O custo social de produtos manufaturados pela indústria de *fast-fashion*

The social cost of products manufactured by the fast-fashion industry

ARAUJO, M. J. F.¹; ARAUJO, M. V. F.¹; CARVALHO, M. A. S. R.¹

¹ – UniFOA, Centro Universitário de Volta Redonda, Volta Redonda, RJ.

marina_jfa@hotmail.com

RESUMO

Preferências e modismos são fatores de deslocamento de curvas de oferta e demanda e afetam diretamente os pilares social, ambiental e econômico que compõem o conceito de sustentabilidade. A indústria de *fast-fashion*, corrobora com a dinâmica de rápidas mudanças na economia e visa a maximização de lucros, fomentados pelas condições laborais precárias e legislações ambientais frágeis as quais não são contabilizadas nos custos das roupas. Tal característica aponta para a necessidade de que os custos desses produtos passem a incorporar as externalidades socioambientais não consideradas na formação do preço. Desse modo, o presente trabalho visa determinar o custo social de roupas comercializadas, especificamente, calças jeans, pela indústria de *fast-fashion* a partir da aplicação de conceitos de valoração ambiental. Os resultados obtidos mostram que os custos totais privados para as calças jeans são menores que os custos totais sociais, ratificando a existência de custos externos, que configuram passivos com potencial para impactarem a qualidade do meio ambiente e a dignidade humana, não apenas na presente geração, mas também nas vindouras.

Palavras-chave: Impactos socioambientais. Indústria têxtil. Valoração Econômica. Externalidades.

ABSTRACT

Preferences and fads are factors that directly shift supply and demand curves affecting the social, environmental and economic pillars that make up the sustainability concept. The fast-fashion industry, in this sense, corroborates the dynamics of rapid changes in the economy aimed at maximizing profits, fomented by precarious working conditions and fragile environmental laws which are not

accounted in clothing prices. This characteristic points to the need for the costs of these products to incorporate socio-environmental externalities not considered in price formation. Thus, the present study aims to determine the social cost of clothing, specifically, jeans, sold by the fast-fashion industry from the application of environmental valuation concepts. The results show that the total private costs for jeans are lower than the total social costs, confirming the existence of external costs, which constitute liabilities with potential to impact the quality of the environment and human dignity, not only in the present generation but also in the coming years.

Keywords: *Fast-Fashion. Social Cost. Economic valuation. Externalities.*

1. Introdução

Inúmeras são as redes de lojas de departamento que se articulam no ritmo da chamada fast-fashion. O termo em inglês se refere ao movimento atual da moda efêmera, no qual as tendências de moda sofrem mudanças rápidas e tem seu foco no consumo em massa, e a produção de roupas de baixa durabilidade e qualidade (ANNAMMA et al., 2012).

Tanto no setor têxtil quanto na indústria de vestuário, o equilíbrio das três vertentes da sustentabilidade, isto é, os pilares social, econômico e ambiental, ainda é muito raro. Muitas fábricas que seguem o ritmo de fast-fashion fornecem peças a custos baixos para atrair consumidores. Todavia, esses custos baixos são justificados pelo fato de que as peças são confeccionadas sob violação de direitos humanos, insuficiência na segurança de seus trabalhadores e altas taxas de degradação ao meio ambiente (GARDETTI & TORRES, 2013).

Tendo em vista os impactos ambientais e sociais gerados pela indústria têxtil mundial, é detectável a necessidade de reintentar o sistema de precificação das roupas comercializadas no ritmo da fast-fashion, incluindo os custos externos à produção das vestimentas, isto é, adiciona-se custos tais como a redução de emissões atmosféricas na etapa de transporte das peças, o custo de abatimento de poluição em efluentes gerados pelo processamento de têxteis e custos com o pagamento justo, por exemplo (MIRAGLIA, 2010).

Nesse sentido, o presente trabalho visa determinar o custo total social de roupas da indústria de fast-fashion inclui não apenas os custos totais privados do setor, como também os custos das externalidades ambientais e sociais. Especificamente, os objetivos são definir uma rota internacional de comércio de calças jeans, no modelo fast-fashion, baseada na relevância de fabricação de algodão para fins têxteis; promover o levantamento de dados de custos marginais de produção de calças jeans na rota escolhida; utilizar software específico para medir as emissões atmosféricas segundo os modais de transporte mais utilizados pela fast-fashion; determinar as curvas de custos marginais privado e social para o setor de calças jeans via fast-fashion; comparar os custos totais privado e social; e oportunizar a discussão de propostas de intervenção nesse mercado com vistas à promoção da sustentabilidade.

2. Metodologia

Utilizando-se conceitos da Economia Ambiental, especificamente por meio de métodos de valoração ambiental, foi determinada uma rota de produção para uma das peças mais universais e vendidas pela indústria têxtil, a calça jeans, a fim de internalizar o custo social ao preço aplicado nas vestimentas comercializadas por indústrias de fast-fashion do mundo.

A rota de produção das calças jeans considerada tem início na produção de algodão nos Estados Unidos, por tal país ter sido o maior exportador mundial de algodão, segundo o Comitê Internacional Consultivo do Algodão, durante a safra de 2015/2016. Como produtor do tecido de algodão para as calças, considerou-se a cidade de Dacca, em Bangladesh, uma vez que foi a cidade onde ocorreu um dos maiores acidentes relacionados a indústria de fast-fashion (ICAC, 2016).

Para o país confeccionador das calças jeans, foi selecionado a China, já que o país foi líder no ranking de países que exportaram Produtos Têxteis e Confeccionados ao Brasil, durante o ano de 2015 e 2016 (ABIT, 2016). A cidade de destino final das calças jeans selecionada foi São Paulo, pois é considerado ainda o maior centro comercial e industrial do Brasil, além de ser também um “importante produtor de têxteis, contando com mais de 300 fabricantes locais” (GO TEX, 2017, p. 2) [tradução nossa].



Para a mensuração os custos privados e custos sociais de calças jeans comercializadas em redes de fast-fashion em tal rota de produção foram selecionados três métodos de valoração econômica indiretos. Dentre eles tem-se: o método dos preços hedônicos, método da produtividade marginal e o método de capital humano ou também conhecido como método da produção sacrificada, explicados a seguir:

- Método dos preços hedônicos: se baseia em levantar características relevantes para a formação do preço das calças no mercado de fast-fashion estimando a disposição do consumidor a pagar a cada unidade de calças de jeans excedente, caso os atributos ambientais sejam internalizados ao preço aplicado hoje às calças no mercado de fast-fashion (ANDRADE, 2008).
- Método da Produtividade Marginal: em que se avalia o impacto na produtividade de uma corporação a medida com que há mudança na qualidade do meio ambiente (SARAIVA, 1999). Para a execução do método no contexto das calças jeans comercializadas ao ritmo da fast-fashion este foi relacionado ao custo de oportunidade do algodão, à medida que os solos das áreas de plantio de algodão forem exauridos.
- Método da Produção Sacrificada: traduz um valor de vida estatística (VVE), o qual se aproxima a soma dos valores individuais associados à redução do risco ocupacional da indústria de fast-fashion. No presente trabalho, o resultado do VVE pôde ser traduzido na diferença entre o valor do salário-hora que os trabalhadores do setor têxtil deveriam receber e o salário-hora que os mesmos efetivamente recebem (WORLD TRADE ORGANISATION, 2016).

Selecionados os métodos de valoração ambiental, o cálculo de custo marginal privado foi feito a partir do somatório dos custos de produção de algodão utilizado em uma unidade de calça jeans nos EUA, dos custos de produção de tecidos utilizados em uma unidade de calça jeans em Bangladesh e dos custos de produção finais de uma unidade de calça jeans confeccionada na China.

Para o custo marginal privado dessa etapa, considerou-se que em uma única calça jeans no tamanho adulto utilizam-se 2 metros de tramas de algodão com 750

gramas por metro de peso linear, que equivaleria a uma calça jeans de 375 gramas de algodão, e um peso total de tal calça igual a 460 gramas (AGARWAL, 2010).

Em se tratando de definição de fronteiras para determinação do custo externo, o qual congrega os danos socioambientais relacionados às calças jeans comercializadas pela indústria de fast-fashion e foi limitado, no presente estudo, a: variável de emissões atmosféricas durante o transporte (por meio do software NTM – Network for Transport Measures Calc Basic 4.0); a variável de lançamento de efluentes in natura para os corpos hídricos, determinados em termos de DBO, DQO e RNFT, com base nos estudos de Dasgupta et al. (1996); ao uso e ocupação do solo com plantio de algodão; e ao aspecto de riscos à vida estatística dos trabalhadores desse setor em vieses salariais com base nos salários pagos na China e Bangladesh quando comparados ao salário oferecido pela Austrália, sendo este país considerado no estudo do Fórum Econômico Mundial (WEF, acrônimo em inglês) como o país com o maior salário mínimo do mundo (WEF, 2016).

3. Resultados e Discussão

A partir das considerações feitas para determinação dos custos privados e dos custos externos com vistas a verificar qual o custo social foi levantado a média de preços cobrados no mês de agosto de 2017, por quatro redes de fast-fashion mundiais e por uma rede de fast-fashion no Brasil: Forever21, Zara, Topshop, Romwe e Renner; a média dos preços obtidos em 2017 foi de R\$ 76,26.

A fim de traçar a curva de custo marginal privado do produtor de algodão, foram obtidos os dados de custo de produção do algodão nos Estados Unidos que contemplam o custo que o produtor tem com mão de obra, com energia elétrica, com água de irrigação da área de plantio e entre outros custos fixos e variáveis. Os custos de produção de algodão obtidos foram de R\$ 1.378,11 por acre plantado, e, em termos marginais de produção, equivale a R\$ 0,157 por unidade de calça jeans.

Quanto ao custo com os transportes, tem-se que os preços foram calculados com base nos dados de estudos de Freightos (2015) e do World Bank (2009). Na Tabela 1, é possível verificar os custos de produção em cada etapa da rota de produção, adotando um *markup*, isto é, a diferença entre o custo do bem e seu preço de venda, de 20% para o produtor do tecido jeans e o produtor da calça jeans. O

somatório de todos os custos representa os resultados econômicos e o custo de produção total nessa rota. A Tabela 1 a seguir resume os resultados econômicos de produção levantados neste capítulo.

Tabela 1 - Resultados econômicos na Rota de Produção EUA-Bangladesh-China-Brasil.

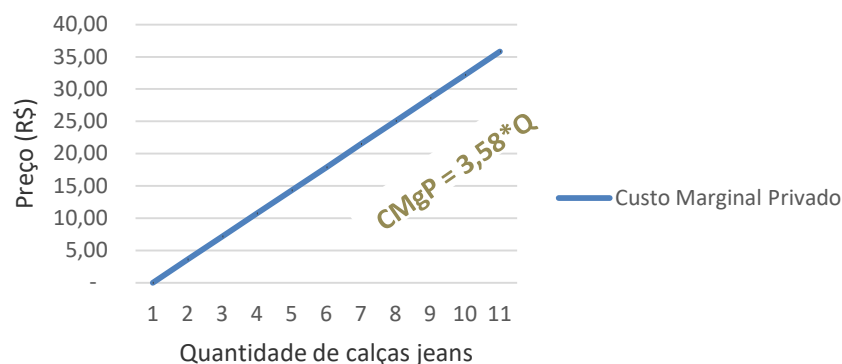
DESCRIÇÃO	PREÇO (POR CALÇA JEANS)
Custo de Produção de Algodão	R\$0,157
Preço de mercado do produtor de algodão	R\$1,12
Preço do Transporte EUA-Bangladesh	R\$7,53
Preço pago pela tecedora ao produtor de algodão + Transporte	R\$8,65
Custo de Produção da Tecelagem (markup=20%)	R\$1,60
Preço que Bangladesh vende	R\$12,81
Preço do Transporte Bangladesh-China	R\$9,97
Preço pago pela confeccionadora a Bangladesh + Transporte	R\$22,78
Custo de Produção da Confecção	R\$1,82
Preço que a China vende (markup=20%)	R\$30,75
Preço do Transporte China-Brasil	R\$5,41
Preço pago pela revendedora a China + Transporte	R\$36,16
Lucro Bruto da revendedora	R\$40,10
Preço pago pelo consumidor	R\$76,26

Sendo o preço médio pago pelo consumidor pela calça jeans equivalente a R\$ 76,26, tem-se que o lucro bruto do revendedor sob uma calça jeans é de R\$ 76,26 – R\$ 36,16, totalizando R\$ 40,10, valor este que em porcentagem representa 52,58% de lucro bruto. Ressalta-se que o resultado obtido, não inclui os custos relacionados a distribuição e marketing no território brasileiro.

A partir destes cálculos é possível extrair o custo de produção total (CTP) por calça jeans que consiste no somatório do custo de produção de Algodão

($CMgP_{\text{algodão}}$), custo de produção para a produção dos tecidos jeans ($CMgP_{\text{tecelagem}}$) e o custo de produção da confecção ($CMgP_{\text{confecção}}$) propriamente dita. Considerando que esse custo de produção se mantenha a cada 1 unidade de calça jeans produzida, obtém-se a equação traçadora da curva de custo de produção versus quantidade produzida, demonstrada no Gráfico 1 a seguir.

Gráfico 1 - Curva de Custo Marginal Privado (CMgP).



A curva de custo marginal privado extraída do Gráfico 1 permitiu obter a equação de Custo Marginal Privado (CMgP) definida pela equação (Equação 1) a seguir e integrando-a, obtém-se a equação do Custo Total Privado (CTP) (Equação 2), da seguinte forma:

$$CMgP = 3,58 * Q \quad (\text{Equação 1})$$

$$CTP = \int 3,58 * Q \, dQ \quad (\text{Equação 2})$$

$$CMg = CTP' = 3,58 * Q$$

3.1. Cálculo do custo externo

O custo externo (CE) é determinado a partir da soma entre os danos ambientais determinados por meio do método da produção sacrificada calculado a partir do Valor de Vida Estatística (VVE) simplificado em termos de diferenças salariais e do método de produtividade marginal em termos de custo de oportunidade da terra usada para plantio do algodão.

Em se tratando da variável 'salário' no método de produção sacrificada foram utilizados como base salarial os valores do estudo do Emerging Textiles (2014), em Bangladesh e na China para o setor têxtil e de vestuário. Considerando que o salário

mínimo que os trabalhadores deste setor deveriam ganhar em um turno de 8 horas, é igual ao salário mínimo da Austrália, isto é, R\$ 28,62/hora, tem-se que a diferença entre o média de salário mínimo aplicado na China e Bangladesh (média salarial = R\$ 3,90/hora) e o salário mínimo aplicado na Austrália é de R\$ 24,72/hora.

Sabendo que a média de produtividade por hora no continente asiático é igual a 17,47 peças por hora (BHEDA, NARAG & SINGLA, 2003), tem-se que a parcela de salário agregada (PSag) na produção de uma única calça jeans representada na Equação 3 a seguir será de:

$$PSag = \frac{\text{Salário-hora trabalhador}}{\text{Quantidade de peças por trabalhador/hora}} \quad (\text{Equação 3})$$

$$PSag = \frac{R\$ 24,72/h}{17,47/hora}$$

$$PSag = R\$ 1,41$$

Para a parcela do custo externo de uso do solo para plantio do algodão, obteve-se, segundo o Conselho Nacional de Algodão da América (NCCA, 2016), o custo de oportunidade pelo uso da terra para o plantio de algodão ($CO_{\text{algodão}}$) é de R\$ 0,014 para cada unidade de calça jeans.

Outra parcela que pode ser somada ao custo externo a partir do método da produtividade marginal em termos de calças jeans são os custos com a redução da emissão de poluentes atmosféricos durante as inúmeras viagens transportando os insumos para produção e venda dessas calças. Para tanto, utilizando o software NTMCalc Basic 4.0 chegou-se as emissões por trecho da rota de produção enquanto que os custos da redução de emissões tiveram como base os estudos desenvolvidos pela Agência Nacional de Transporte (1998).

Ressalta-se que os valores usados no cálculo dos custos de redução das emissões foram de R\$ 0,19/kg para as emissões de CO_2 , para o HC (CH_4) foi considerado o valor de R\$ 1,14/kg relacionado pela ANTP como o valor para hidrocarbonetos e o valor de R\$ 1,12/kg para o NO_x (ANTP, 1999). A partir de análise trecho a trecho, utilizando-se o software, tem-se que o custo total normalizado em uma calça jeans foi de R\$ 1,24.

Em termos de custo com abatimento de poluição hídrica, considerando-se que os efluentes da indústria têxtil em Bangladesh e na China são lançados em rios sem

tratamento prévio, tem-se que, segundo o estudo de Chapagain et al. (2005), são gastos R\$ 52,02/tonelada de efluente para o abatimento de 90% de Resíduos Não-Filtráveis Totais, Demanda Bioquímica de Oxigênio e Demanda Química de Oxigênio para a indústria têxtil.

Sendo que, de acordo com Chapagain et al. (2005), são gerados um volume de efluentes de 496 m³/tonelada de produto têxtil, tem-se que para uma unidade de calça de calça jeans (cujo o peso total considerado no presente trabalho é de 460 gramas) são gerados aproximadamente 228 litros de efluente. Considerando tais cálculos, tem-se que o custo de abatimento por tonelada de efluente tratado será de R\$52,02 e o custo marginal, em termos de unidades de calça jeans, para o abatimento de poluentes será de R\$11,86.

Diante disso, percebe-se que a indústria de fast-fashion para internalizar os custos com abatimento de poluição hídrica, em termos de DBO, DQO e RNFT deveria incorporar ao seu custo de produção um total de R\$ 11,86 a cada calça jeans produzida.

Finalmente, obtidas todas as parcelas de custo com abatimento de poluição hídrica, custo de oportunidade da terra em que se faz o plantio do algodão, os custos com a redução das emissões atmosféricas nas etapas de transporte da rota selecionada e com o aumento na vida estatística dos trabalhadores pelo aumento salarial, é possível determinar o custo externo total segundo a Equação 4 a seguir.

$$CE = COp_{\text{algodão}} + CMgA_{\text{jeans}} + CT_{\text{corrigido}} + PSag \quad (\text{Equação 4})$$

Assim, considerando a equação, tem-se que o custo externo total por unidade de calça jeans é equivalente a R\$ 14,52.

3.2. Cálculo do custo marginal social

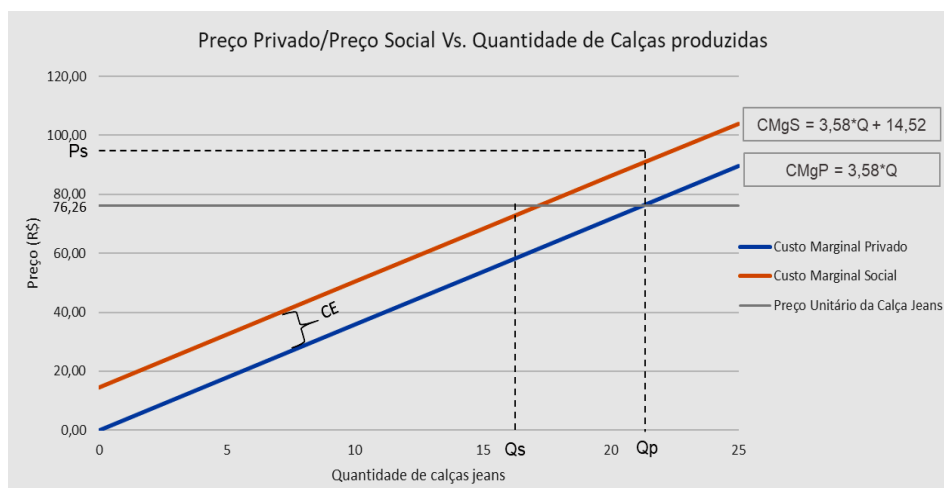
A partir da determinação da parcela de custo de oportunidade para o algodão e da parcela de diferenças salariais, é possível obter o custo marginal social a partir da Equação 5 a seguir:

$$CMgS = CMgP + CE \quad (\text{Equação 5})$$

$$CMgS = 3,58 * Q + 14,52$$

Assim, tem-se que o custo externo para a calça jeans é equivalente a R\$ 14,52. A partir deste custo, é possível traçar a curva de quantidade produzida versus custo, demonstrada no Gráfico 2 a seguir. Ressalta-se que no gráfico são apresentadas as linhas de quantidade privada (Q_p) e quantidade social (Q_s) que representam a quantidade de calças jeans que poderiam ser comercializadas em um determinado Preço.

Gráfico 2 - Curvas de Preço Privado e Preço Social (P_s) versus Quantidade de calças jeans.



A partir do Gráfico 2, é possível verificar que quando o produtor inclui as externalidades socioambientais, o preço médio das calças jeans atualmente vendidas na indústria de fast-fashion aumenta de R\$ 76,26 para um valor P_s maior, equivalente a R\$ 90,78.

Caso, o produtor deseje manter o preço de R\$ 76,26, verifica-se que ele reduzirá sua demanda, isto é, reduzirá a quantidade de calças a serem vendidas passando de uma quantidade de Q_p , a qual seria igual a $76,26 = 3,58 Q$, e, logo, $Q_p = 21,3$ unidades de calças jeans, onde externalizavam-se os custos relacionados a pagamento justo e custo de danos ambientais, para um Q_s que seria $76,26 = 3,58 Q + 14,52$, sendo $Q_s = 17,3$ unidades de calças jeans.

Adicionalmente, tem-se que a curva de demanda representada pelo CMgP mostrada no Gráfico 2 é linear o que representa que o produtor competitivo num

mercado de concorrência perfeita de fast-fashion pode aumentar ou diminuir à quantidade de calças produtos se que o preço unitário mude.

Como na prática, um mercado perfeitamente competitivo quase nunca existe, a incorporação das externalidades desvia o preço de equilíbrio do produtor (R\$ 76,26) para o que se é socialmente desejável (Ps). Neste novo ponto, tem-se o ótimo social ou ótimo de Pareto, que significa que a partir deste ponto nenhum dos lados (sociedade e lojas de fast-fashion) irá melhorar seu bem-estar sem que haja prejuízo para ao menos um deles (MARGULIS, 1990).

4. Conclusão

A partir dos aspectos levantados pelo presente trabalho, é possível perceber que a falha da indústria de fast-fashion nos seus pilares social, ambiental e econômico, sustentados nos cálculos feitos os quais apontaram que os custos privados encontrados foram menores que os custos sociais e, portanto, indicaram a não consideração de custos externos, pode levar a passivos ambientais de grande dimensão não só para as futuras gerações, como também desequilibrando o bem-estar social atual.

No sentido de promoção de uma ordem social, mediante a relevantes aspectos ambientais que foram discutidos e considerados nos cálculos de custo social das calças jeans, infere-se ser fundamental a propagação de legislações mais restritivas e o tratamento do problema na fonte, isto é, nos hábitos do consumidor, tendo como princípio o argumento econômico de que a compra inconsciente e exacerbada acarreta em perda de dinheiro por produtos não duráveis e de pouca qualidade, e perda de dinheiro em termos de qualidade ambiental presente e futura.

Referências

ABIT (Org.). **Monalisa - Importações Brasileiras de Produtos Têxteis e Confeccionados por País**. Brasil: Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção, 2016. Disponível em: <http://www.abit.org.br/uploads/arquivos/IMP%20BR%20POR%20PA%C3%8DS%2001612%20PDF.pdf>.



AGARWAL, Sandeep. **Denim Sewing Threads – Garment Stitching Recommendations And Guide**. Índia: Denims and jeans, 2010. Disponível em: <<https://www.denimsandjeans.com/denim/manufacturing-process/denim-sewing-threads-garment-stitching-recommendations-and-guide/2178>>.

ANDRADE, Daniel Caixeta. Economia e meio ambiente: aspectos teóricos e metodológicos nas visões neoclássica e da economia ecológica. **Leituras de Economia Política**, Campinas, -, n. 14, p. 1–31, 2008.

ANNAMMA, Joy *et al.* Fast Fashion, Sustainability and the Ethical Appeal of Luxury Brands. **Fashion Theory - Journal of Dress Body and Culture**, Canada, v. 16, n. 3, p. 273-296, set. 2012.

ANTP (Org.). Redução das deseconomias urbanas com a melhoria do transporte público. **Revista dos Transportes Públicos**, v. 1, n. 21, p. 35-99, 1999.

BHEDA, Rajesh; NARAG, A.S.; SINGLA, M.L. Apparel manufacturing: a strategy for productivity improvement. **Journal of Fashion Marketing and Management: An International Journal**, v. 7, n. 1, p. 12-22, ago 2003.

CHAPAGAIN, A. K. *et al.* The water footprint of cotton consumption. **Ecological economics**, v. 60, n. 1, p. 186-203, nov 2006.

DASGUPTA, Susmita *et al.* Water pollution abatement by Chinese industry: cost estimates and policy implications. **Policy Research Working Paper**, Washington, v. 33, n. 4, p. 1-23, ago. 1996.

EMERGING TEXTILES (Org.). **China Textile & Clothing Production Costs**. China: Emerging Textiles, 2014. Disponível em: <<http://www.emergingtextiles.com/?q=art&s=140415-china-production-costs&r=free&i=samplearticle>>.

FREIGHTOS. **International Air Freight Explained: Calculating Costs and Price Trends**. Estados Unidos da América: Freightos, 2015. Disponível em: <<https://www.freightos.com/portfolio-items/air-freight-rates-cost-prices/>>.

GARDETTI, Miguel Angel; TORRES, Ana Laura. **Sustainability in fashion and textiles: values, design, production and consumption**. Sheffield, UK: Greenleaf Publishing, 2013.

ICAC (Org.). **Economics and Statistics**. Estados Unidos da América: International Cotton Advisory Committee, 2016. Disponível em: <<https://www.icac.org/>>.

ITMF (Org.). **International Production Cost Comparison Spinning/Texturing/Weaving/Knitting**. Estados Unidos da América: International Textile Manufacturers Federation, 2012. Disponível em: <<http://www.aitpa.es/noticias/itmfigcc12.pdf>>.

MARGULIS, Sérgio *et al.* Meio ambiente; aspectos técnicos e econômicos. In: **Meio ambiente; aspectos técnicos e econômicos**. Rio de Janeiro: IPEA, 1990. Cap. 4, p. 40-55.

MIRAGLIA, Livia Mendes Moreira. O direito do trabalho e a dignidade da pessoa humana – pela necessidade de afirmação do trabalho digno como direito fundamental. In: XIX Encontro Nacional do CONPEDI, 2010, Fortaleza. Fortaleza: **CONPEDI**, 2010. p. 9038-9047.

NCCA (Org.). **Cotton Production Costs and Returns: United States**. Estados Unidos da América: Conselho Nacional de Algodão da América, 2016. Disponível em: <<http://www.cotton.org/econ/cropinfo/costsreturns/usa.cfm>>.

NETWORK FOR TRANSPORT MEASURES. **NTMCalc Basic 4.0. Environmental Performance Calculator - NTM Calc Basic4.0**. Disponível em: <<https://www.transportmeasures.org/ntmcalc/v4/basic/index.html#/>>. Acesso em: 08 ago. 2017.

OIT- ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO (Org.). **Wages and Working Hours in the Textiles, Clothing, Leather and Footwear Industries**. Geneva: ILO, 2014. Disponível em: <http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed_dialogue/@sector/documents/publication/wcms_300463.pdf>.

SARAIVA, António. Incidência e impacto salarial da formação profissional em Portugal. **Economia**, [S.l.], v. 23, p. 1-19, 1999.

WEF (Org.). **Where are the world's highest minimum wages?** Estados Unidos: World Economic Forum, 2016. Disponível em:
<<https://www.weforum.org/agenda/2016/04/where-are-the-world-s-highest-minimum-wages/>>.

WORLD BANK (Org.). **Air Freight**. Washington: TP-26, 2009. Disponível em:
<<http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/TOPICS/EXTTRANSPORT/EXTAIRTRANSPORT/0,,contentMDK:22502536~pagePK:210058~piPK:210062~theSitePK:515181,00.html>>.

WORLD TRADE ORGANISATION. **World Trade Statistical Review**. 2016. Disponível em:
<https://www.wto.org/english/res_e/statis_e/wts2016_e/wts16_toc>.

Análise Ambiental do rio Paraopeba após o rompimento da barragem da mina Córrego do Feijão

Environmental Analysis of the Paraopeba River after disruption of Córrego do Feijão Mine Dam

CYRNE, R. C. O.¹; SALES, R. A.¹; ARAUJO, M. J. F.¹

*1 – UniFOA, Centro Universitário de Volta Redonda, Volta Redonda, RJ
rafaelcyrne@gmail.com / renata.asales@hotmail.com.*

RESUMO

O rio Paraopeba, que corta a cidade de Brumadinho/MG, foi um dos alvos do rompimento da Barragem da Mina Córrego do Feijão em janeiro de 2019. O Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) intensificou, desde então, o monitoramento da qualidade ao longo do rio para investigar a mobilidade dos poluentes. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade das águas do Rio Paraopeba promovendo uma comparação entre parâmetros analisados pelo IGAM antes e após o rompimento, permitindo uma visão mais clara dos impactos na qualidade desse curso d'água. Foi constatado que os parâmetros monitorados pelo IGAM, atenderam a legislação vigente, com exceção do ferro, manganês, alumínio, chumbo e mercúrio. A partir da comparação realizada, foi possível constatar que a qualidade do Rio Paraopeba foi afetada, podendo estar associada diretamente à tragédia ocorrida em Brumadinho o que pode desencadear impactos socioambientais para os usos associados a tal bacia.

Palavras-chave: Monitoramento ambiental. Poluição Hídrica. Impactos da mineração.

ABSTRACT

The Paraopeba River, which passes through the city of Brumadinho in Minas Gerais, Brazil, was a victim of the rupture of the Córrego do Feijão Dam in January 2019. The Mineiro Institute of Water Management (IGAM, acronym in portuguese) intensified the monitoring of the quality along the river to investigate the mobility of pollutants. Therefore, the objective of this work was to evaluate the quality of the waters of the Paraopeba River by promoting a comparison between parameters analyzed by the IGAM before and after the rupture, allowing a clearer vision of the impacts on its

quality. It was found that the parameters monitored by the IGAM met the legislation, with the exception of iron, manganese, aluminum, lead and mercury. From the comparison, it is possible to say that the quality of the river was affected, and may be directly associated with the tragedy that occurred in Brumadinho which may trigger socio-environmental impacts for the uses associated with such basin.

Keywords: *Environmental Monitoring. Water Pollution. Mining Impacts.*

1. Introdução

O caso do rompimento da barragem da Mina Córrego do Feijão, ocorrida em janeiro de 2019 no município de Brumadinho/MG, que deixou centenas de mortos, desaparecidos e um rastro de lama de rejeitos pelo Rio Paraopeba, principal rio que abastecia a região, revela o potencial dano socioambiental do setor de mineração (CNDH, 2019).

Sabe-se que tais corpos d'água, uma vez depreciados por contaminação de lamas de rejeitos provenientes de rompimento de barragens ratificam um descumprimento do que se tem como direito do cidadão brasileiro em termos de desfrutar de um "meio ambiente ecologicamente equilibrado", direito este que está contido no artigo 225 da Constituição Federal de 1988.

Aliado a esses aspectos e ao rompimento da barragem da Mina Córrego do Feijão em Brumadinho/MG em janeiro de 2019, é notável um cenário de impacto ambiental de dimensões regionais sobre a bacia hidrográfica do rio Paraopeba que corta cidade e serve como principal afluente para o abastecimento público de municípios mineiros.

Em conjunto, tais fatos motivaram o trabalho apresentado no presente artigo a elaborar uma análise e diagnóstico dos aspectos ambientais antes e após o rompimento da barragem da Mina Córrego do Feijão no município de Brumadinho/MG.

A relevância do presente trabalho reside no fato de ser necessária uma comparação e uma discussão mais abrangente e profunda dos aspectos relacionados a barragens de rejeitos de mineração, especificamente a barragem que rompeu em Brumadinho/MG, visando proporcionar reflexões ambientais da saúde dos corpos hídricos em relação aos riscos ambientais inerentes às atividades mineradoras do

país. Para tanto, o método de pesquisa desenvolvido tem natureza básica, exploratória, com abordagem qualitativa e caracterizado por ser um estudo de caso exploratório.

2. Metodologia

2.1. A área de estudo: Bacia do Rio Paraopeba

A Bacia Hidrográfica do rio Paraopeba - BHRP abrange uma área de 13.643 km², o que corresponde a 5,14% do território da bacia do rio São Francisco e 2,5% da área total do estado de Minas Gerais. O rio tem sua nascente ao sul do município de Cristiano Ottoni, desenvolve-se por cerca de 510 km tendo seus principais afluentes os rios Águas Claras, Macaúbas, Betim, Camapuã e Manso, até encontrar sua foz no lago da represa de Três Marias, no município de Felixlândia (IBGE/CENSO 2010).

Com cerca de 2 milhões de pessoas vivendo na bacia, o que corresponde a 48 municípios, sendo que 35 destes possuem suas sedes urbanas dentro dos limites da bacia, segundo dados do Censo do IBGE (2010), a BHRP é dividida em três regiões, a partir dos cursos alto, médio e baixo do rio Paraopeba.

2.1.1. O Rompimento da Barragem da Mina Córrego do Feijão em Brumadinho/MG

Esta barragem estava em operação desde 1976, possuía uma altura total de cerca de 86m e no momento do rompimento os diques já estavam construídos entre as elevações 899,0m e 937,0m, alteamentos que utilizaram o próprio rejeito depositado na praia como material de construção, para redução do custo de transporte e dos impactos ambientais (Geoconsultoria, 2006).

No dia 25 de janeiro de 2019, a Barragem I da mina do Feijão rompeu-se, dispensando 12 milhões de metros cúbicos de rejeitos de mineração. A amplitude da barragem era de aproximadamente 13 milhões de metros cúbicos. A abundância de lama devastou equipamentos, o centro administrativo da Vale, casas, sítios das comunidades de Córrego do Feijão e de Parque da Cachoeira, vitimando centenas de trabalhadores e pessoas da comunidade local. Após o rompimento e vazamento, os rejeitos passaram a deslocar-se a velocidade de 1 km/h, tampando córregos e

destruindo matas e vegetações locais, chegando então ao Rio Paraopeba, principal rio que abastecia a região de Brumadinho e mais 48 municípios mineiros (CNDH, 2019).

A BHRP possui cerca de 15.000 usuários segundo a estimativa realizada pelo CIBAPAR. O Projeto Águas de Minas do Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM analisou os dados referentes à quantidade de água superficial que é destinada às atividades econômicas e verificou que os maiores volumes de água estavam sendo destinados às atividades minerárias (88,7%), abastecimento público (4,86%) e usos industriais (2,16%).

Tais dados ratificam que o rompimento da barragem da Mina Córrego do Feijão em Brumadinho/MG poderá causar grandes impactos socioeconômicos ao longo dos municípios abrangidos pela Bacia do Rio Paraopeba.

2.1.2. Os Aspectos toxicológicos usados para análise de dados

É importante observar que as atividades potencialmente poluidoras, incluindo as atividades mineradoras, em seus diversos processos produtivos utilizam matérias primas e insumos sendo que estes possuem características físicas, químicas, biológicas e até mesmo bacteriológicas peculiares os quais repassam uma parte dessas características ao conteúdo de seus efluentes líquidos.

Nesse sentido, a seguir, apresenta-se uma breve exposição através do Quadro 1 sobre os aspectos toxicológicos de alguns poluentes e alguns indicadores de poluição presentes nos efluentes líquidos, os quais serão relevantes para a análise ambiental do rio Paraopeba antes e após o rompimento da barragem da Mina Córrego do Feijão, uma vez que são estes os parâmetros sendo monitorados pela IGAM após o rompimento da barragem.

Quadro 1 - Relação de parâmetros e indicadores de poluição monitorados no rio Paraopeba pelo IGAM e seus aspectos toxicológicos.

INDICADORES DE POLUIÇÃO	LIMITE MÁXIMO PERMITIDO	EFEITOS NA SAÚDE E/OU AMBIENTAIS
Turbidez	100 NTU	O aumento da turbidez oferece queda nas taxas de fotossíntese, levando a desequilíbrio nas cadeias tróficas. A turbidez pode estar associada a presença de sólidos suspensos ou metais

		dissolvidos, pesticidas e outras substâncias químicas nocivas à saúde da população.
Ferro Dissolvido	0,3 mg/L	Pode ocasionar deposição de ferro nos tecidos de órgãos como fígado e coração, lesão cardíaca, diabetes, disfunção sexual e entre outros.
Manganês	0,1 mg/L	Pode acarretar em doenças respiratórias, redução na produção de hemoglobina, insônia e fraqueza.
Alumínio	0,1 mg/L	Está atrelado a ocasionar doenças do Sistema Nervoso, cefaleia, convulsões e disfunção intestinal.
Chumbo	0,01 mg/L	Pode levar a encefalopatia saturnínica, neuropatia periférica desmielinizante, anemia com inclusões basofílicas, nefropatia tubular.
Níquel	0,025 mg/L	Pode ocasionar câncer nas vias respiratórias, alergias, náuseas e palpitações.

Fonte: Adaptado de Dias et al., (2018).

2.2. Seleção e tratamento dos dados

Os dados utilizados na análise ambiental aqui proposta foram selecionados a partir dos dados da qualidade de água disponíveis na Plataforma do IGAM no período de 2000 a 2018, para a análise pré-rompimento, e no período de janeiro a março de 2019 para a análise pós-rompimento.

Em razão do IGAM monitorar diversos pontos ao longo da Bacia do Rio Paraopeba, selecionou-se somente os pontos no rio Paraopeba, isto é, desconsiderando dados de seus afluentes, bem como um único ponto a montante da barragem da Mina Córrego do Feijão.

3. Resultados e Discussão

3.1. Análises ambientais do rio Paraopeba antes do rompimento da barragem

A partir do monitoramento realizado pelo IGAM entre 2000 e 2018 referente a todo o período anterior ao desastre na barragem B1 no complexo da Mina Córrego Feijão da Mineradora Vale/SA no município de Brumadinho, fez-se possível verificar a variabilidade de cada parâmetro antes do impacto da chegada dos rejeitos. Tais variabilidades estão apresentadas na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 - Análise estatística dos resultados de turbidez, ferro dissolvido, manganês total, alumínio dissolvido, chumbo total e níquel total, zinco total no período de 2000 a 2018, em estações de monitoramento do rio Paraopeba.

PONTO/ PARÂMETROS		BP036-MELOFRANCO	BP068-MÁRIOCAMPOS	BP070-S.J.DEBICAS	BP072-BETIM	BP082-ESMERALDAS	BP083-PARAPEBA	BP078-POMPEU	BP099- JUSANTEUHERB(*)
TURBIDEZ	Média (NTU)	107,8	86,4	106,5	113,8	97,4	92,7	100,9	50,4
	% Violações	25%	20%	23%	23%	24%	28%	29%	5%
FERRO TOTAL	Média (mg/L)	0,26	0,25	0,26	0,26	0,23	0,17	0,18	0,13
	% Violações	28%	20%	26%	34%	20%	8%	9%	4%
MANGANÊS TOTAL	Média (mg/L)	0,35	0,32	0,3	0,29	0,23	0,22	0,23	0,1
	% Violações	92%	84%	79%	71%	58%	60%	58%	11%
ALUMÍNIO TOTAL	Média (mg/L)	0,13	0,14	0,15	0,16	0,12	0,11	0,14	0,11
	% Violações	32%	23%	41%	36%	27%	23%	36%	27%
CHUMBO TOTAL	Média (mg/L)	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,006	0,007	0,005
	% Violações	12%	8%	11%	16%	12%	11%	9%	4%
NIQUEL TOTAL	Média (mg/L)	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,007	0,006	0,005
	% Violações	3%	0%	0%	3%	0%	3%	3%	0%

(*) Usina Hidrelétrica Retiro Baixo. Fonte: IGAM (2018).

Conforme a Tabela 1, especificamente quanto ao parâmetro turbidez, nota-se que as médias da série histórica variaram de 50,40 NTU, no BP099 do Rio Paraopeba, até 113,8 NTU, no BP072. Esse valor atingiu por várias vezes, conforme pode-se constatar nos percentuais de violações do limite estabelecido para esse corpo de água (100 NTU).

Já em relação ao ferro dissolvido, é possível perceber que as violações ocorreram em maior quantidade nos pontos a montante da barragem do que nos pontos a jusante. A amplitude entre as médias encontradas para o ferro dissolvido foi de 0,13 mg/L, no ponto BP099, até 0,26 mg/L, nos pontos BP036, BP070 e BP072. Ressalta-se que esse valor máximo é de 0,3 mg/L.

No que se refere à violação ao limite de classe 2, o qual equivale a concentração máxima de 0,3 mg/L, observa-se um maior número de violações na estação BP072

onde das 74 análises realizadas, 25 apresentaram violação ao limite de classe, sendo 15 violações no período chuvoso e 10 violações no período seco. Ainda, seguindo o padrão de todos os parâmetros, as violações ocorrem em sua maioria nas estações chuvosa, em todos os pontos.

A exemplo do parâmetro anterior, as médias de manganês total também se reduzem ao longo do rio. Verifica-se que valores elevados de manganês já eram observados no trecho localizado antes do rompimento, tendo sido verificados percentuais de violação superiores a 90% ao longo da série histórica, no rio Paraopeba na localidade de Melo Franco (BP036), trecho do rio Paraopeba localizado a montante do córrego Ferro e Carvão (das 74 análises realizadas, 67 apresentaram violação do limite de classe). Esses resultados podem estar associados às atividades de mineração desenvolvidas a montante, no alto curso da bacia.

Todos os outros pontos apresentam violação acima de 50%, exceto aquele a montante da represa de Três Marias, em Pompéu (BP099). No mesmo sentido, o valor máximo médio registrado ocorreu no ponto BP036, medindo 0,35 mg/L. Novamente, quando se avaliam as violações por período climático, vê-se que a maioria delas acontece na estação chuvosa.

Observa-se que os resultados médios de alumínio dissolvido variaram entre 0,11 mg/L e 0,15 mg/L, ao longo do rio Paraopeba. Observa-se que as violações ao limite legal (0,1 mg/L) ocorreram ao longo de todo o curso de água, predominantemente no período chuvoso.

Em relação ao parâmetro chumbo total, percebe-se que o mesmo apresentou violações até de, no máximo, 5% nos pontos de monitoramento. Para o parâmetro chumbo total, foram verificadas violações em todos os pontos de monitoramento, predominantemente no período chuvoso, sendo a maior parte deles com violações acima de 10% até 16%.

Comportamento oposto é observado para as violações do níquel total predominantes no trecho mais a jusante, entre as estações BP072 (Betim) e BP099 (Pompéu). Contudo, ocorrências dessas violações foram bem pontuais ao longo da série histórica, como é possível verificar pela baixa frequência de violações.

3.2. Análises ambientais do rio Paraopeba após o rompimento da barragem

O IGAM instituiu uma rede de monitoramento de qualidade das águas e sedimento, no qual o objetivo é integrar os dados gerados em diversos pontos para garantir maior abrangência na avaliação e transparência dos impactos gerados pelo rompimento da barragem no Rio Paraopeba.

A partir do monitoramento realizado pelo IGAM entre 25 de janeiro de 2019 referente ao dia do desastre na barragem B1 no complexo da Mina Córrego Feijão da Mineradora Vale/SA no município de Brumadinho e 20 de março de 2019, fez-se possível verificar a variabilidade de cada parâmetro após a chegada dos rejeitos. Tais variabilidades estão apresentadas na Tabela 2 a seguir.

Tabela 2 - Análise estatística dos resultados de turbidez, ferro dissolvido, manganês total, alumínio dissolvido, chumbo total e níquel total no período de 25/01/2019 a 20/03/2019, em estações de monitoramento do rio Paraopeba.

PONTO/ PARÂMETROS		BP036-MELOFRANCO	BP068-MÁRIOCAMPOS	BP070-S.J.DEBICAS	BP072-BETIM	BP082-ESMERALDAS	BP083-PARAPEBA	BP078-POMPEU	BP099-JUSANTEUHERBB
TURBIDEZ	Média (NTU)	136	3417	1649	811	391	232	175	77
	% Violações	65%	98%	98%	80%	80%	70%	58%	8%
FERRO TOTAL	Média (mg/L)	0,57	0,48	0,44	0,5	0,54	0,61	0,57	0,43
	% Violações	98%	70%	60%	70%	69%	74%	80%	78%
MANGANÊS TOTAL	Média (mg/L)	0,47	4,1	2,74	1,26	0,88	0,54	0,43	0,14
	% Violações	98%	100%	100%	100%	84%	73%	69%	22%
ALUMÍNIO TOTAL	Média (mg/L)	0,44	0,23	0,24	0,34	0,39	0,52	0,5	0,41
	% Violações	100%	68%	68%	87%	94%	98%	100%	100%
CHUMBO TOTAL	Média (mg/L)	0,007	0,017	0,013	0,008	0,008	0,007	0,007	0,005
	% Violações	10%	48%	33%	16%	20%	9%	7%	2%
NIQUEL TOTAL	Média (mg/L)	0,0054	0,013	0,0107	0,0065	0,0058	0,0053	0,0048	0,0043
	% Violações	0%	9%	7%	0%	0%	0%	0%	0%

Fonte: IGAM (2019).

Conforme a Tabela 3, especificamente quanto ao parâmetro turbidez, nota-se que as médias variaram de 77 NTU, a jusante da Usina Hidrelétrica Retiro Baixo (BP099), até 3.417 NTU, na estação Mário Campos (BP068). Esse valor máximo atinge mais de 34 vezes o limite estabelecido para esse corpo de água (100 NTU).

Já com relação ao ferro dissolvido, a amplitude das médias vai de 0,43 mg/L, no ponto mais a jusante, até 0,61 mg/L, na estação BP083 – Paraopeba. Ressalta-se que esse valor máximo é mais que o dobro do valor do limite legal de 0,3 mg/L e foi possível observar um maior número de violações na estação BP036 onde, das análises realizadas, 98% apresentaram violação ao limite de classe.

Em se tratando do parâmetro manganês total, verifica-se que valores médios encontrados são bastante elevados quando comparados aos valores médios da Tabela 1. Mesmo considerando que já tenham sido observados violações no curso do rio ao longo da série histórica pré-rompimento, é possível perceber que houve um aumento significativo da concentração de manganês após o rompimento, especialmente no ponto BP038, em Mário Campos, município vizinho a Brumadinho/MG.

Observa-se também que os resultados médios de alumínio dissolvido variaram entre 0,23 mg/L e 0,52 mg/L, ao longo do rio Paraopeba. Os percentuais de violação para esse metal ficaram entre 68%, Rio Paraopeba a jusante da captação da COPASA em Brumadinho (BP068) e próximo à cidade de São Joaquim de Bicas (BP070), e 100% em vários outros pontos.

Em relação ao níquel total as violações foram bem pontuais e pode-se dizer que a mobilidade desse parâmetro foi menor ao longo do curso d'água, no entanto, por sua alta ecotoxicidade pode apresentar riscos para a fauna e para consumo da água.

4. Conclusões

É certo que a manutenção da qualidade do rio Paraopeba a fim de continuar o seu papel aos tantos usos preponderantes é essencial para o bem estar social. A degradação ambiental que foi causada pelo rompimento da barragem da Mina Córrego do Feijão pôde ser evidenciada a partir dos indícios de aumento significativo dos parâmetros ferro dissolvido, turbidez, manganês e alumínio dissolvido em dois pontos (BP068 e BP070) entre as médias dos anos de 2000 a 2018 quando

comparados com a média dos parâmetros analisados após o dia 25 de janeiro de 2019 até o fim do mês de março de 2019.

Tais parâmetros quando comparados ao limite da legislação, apresentam valores que não atendem aos requisitos normativos para a classificação do Rio Paraopeba, segundo a Resolução CONAMA 357/2005. É possível ainda associar, a partir da comparação entre o monitoramento antes e após a tragédia, que as não conformidades encontradas estão relacionadas ao rompimento da barragem da Mina Córrego do Feijão, em Brumadinho/MG.

Em vista do impacto constatado, é possível afirmar que se faz necessário um estudo de tratabilidade para recuperação da qualidade do Rio Paraopeba, no mínimo, equivalente à qualidade que existia antes do rompimento da barragem, a fim de que sejam reestabelecidos não só o abastecimento público de diversas regiões cobertas por tal bacia, mas também que os usos deste bem ambiental sejam retomados.

Referências

CNDH - **Conselho Nacional dos Direitos Humanos**. Relatório da missão emergencial a Brumadinho/MG após rompimento da Barragem da Vale S/A – Brasília: Conselho Nacional dos Direitos Humanos, 2019.

DIAS, C. A., DA COSTA, A. S. V., GUEDES, G. R., de Matos UMBELINO, G. J., de SOUSA, L. G., ALVES, J. H., & SILVA, T. G. M. (2018). **Impactos do rompimento da barragem de Mariana na qualidade da água do rio Doce**. Revista Espinhaço, UFVJM, 21-35P.

GEOCONSULTORIA S/C LTDA (2006). **Relatório de Avaliação de Segurança (Carta de Risco)**, 36p.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010a. Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/>>.

IBRAM- INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO (2003). **Mineração no Brasil**. 144 p. Manaus, AM. Disponível em:

< <http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00004226.pdf>>.



IGAM – INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Informativo diário dos parâmetros de qualidade das águas nos locais monitorados ao longo do Rio Paraopeba, após o desastre na barragem B1 no complexo da Mina Córrego Feijão da Mineradora Vale/SA no município de Brumadinho – Minas Gerais.** Belo Horizonte, 2019. 102p.

IGAM – INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Informativo dos parâmetros de qualidade das águas nos locais monitorados ao longo do Rio Paraopeba antes do desastre na barragem B1 no complexo da Mina Córrego Feijão da Mineradora Vale/SA no município de Brumadinho – Minas Gerais.** Belo Horizonte, 2019. 18p.

IGAM – INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais da Sub-Bacia do Rio Paraopeba: Série Histórica.** Belo Horizonte, 2018. 210 p.

Estudo de Caso das Inundações do Córrego Secades em Volta Redonda - RJ

Case Study of Secades Stream Floods in Volta Redonda - RJ

PAULA, C. S. M. de¹; VILLAR, G.V.¹; FREITAS, G. M.¹; VALIM, W. V.¹; ARAÚJO, M. V. F. de

1

1 – UniFOA, Centro Universitário de Volta Redonda, Volta Redonda, RJ.
csm paula1@hotmail.com

RESUMO

O bairro Conforto em Volta Redonda têm sofrido prejuízos diversos causados pelas recorrentes inundações provenientes do Córrego Secades. Com isso, o presente trabalho se configura como um estudo de caso que objetiva identificar as causas e fatores agravantes desses eventos, analisar as suas consequências e apresentar propostas para a sua mitigação. Para o alcance de tais objetivos, foi necessário observar a estrutura do canal e seu entorno, e os registros das inundações ocorridas no local, assim como reunir informações referentes a possíveis soluções contra inundações urbanas através de pesquisa bibliográfica. Desta maneira, concluiu-se que a impermeabilização do solo, a falta de educação ambiental e algumas irregularidades presentes na estrutura do canal são condições que contribuem para a ocorrência de inundações no bairro Conforto, as quais causam transtornos ao tráfego e à população. Por isso, foram propostas intervenções no canal, políticas públicas e ações pontuais dos indivíduos. Portanto, a partir dos resultados obtidos e das medidas mitigadoras sugeridas, a pesquisa visa auxiliar estudos futuros focados em solucionar o problema das inundações do trecho do córrego mencionado.

Palavras-chave: Fenômenos naturais. Danos ambientais. Problemas urbanos. Planejamento urbano. Técnicas de engenharia.

ABSTRACT

The Conforto neighborhood in Volta Redonda has suffered several damages caused by the recurring floods from Secades Stream. Thus, this work is configured as a case study that aims to identify the causes and worsening factors of such events, analyze its consequences and present proposals for its mitigation. In order to achieve these goals, it was necessary to observe the channel structure and its surrounding

environment, and records of floods that have occurred in that location, as well as to gather information related to possible solutions against urban floods through bibliographic research. This way, it was concluded that soil impermeabilization, lack of environmental education and some irregularities found in the channel structure are conditions that contribute to flooding occurrence in Conforto neighborhood, which causes disorders to the traffic and the population. For this reason, interventions on the channel, public policies and local actions of the individuals have been proposed. Therefore, based on the results obtained and the suggested mitigation measures, this research aims to assist future studies focused on solving the flooding problems at the mentioned stream segment.

Keywords: *Natural phenomena. Environmental damages. Urban problems. Urban Planning. Engineering techniques.*

1. Introdução

O crescimento populacional tem influência direta sobre vários fatores, tais como a qualidade de vida das populações e a ocupação em locais inapropriados, resultado da dificuldade em enfrentar o grande desafio que é permitir o desenvolvimento urbano conciliado com a preservação ambiental. (MARANDOLA Jr. et al., 2013).

Além disso, as mudanças climáticas têm se tornado mais evidentes, devido à emissão de gases pela sociedade moderna, originados, primariamente, pelo desmatamento acelerado, de maneira que há excesso de gases danosos à camada de ozônio na atmosfera. Por isso, as ondas de calor estão mais intensas e a frequência de chuvas fortes é maior, agravando os problemas de enchentes e inundações em áreas urbanizadas.

É de grande importância a visão sistêmica com relação às inundações urbanas, sendo necessário considerar, além dos aspectos já citados, as ações da população e dos entes públicos que diretamente afetam tais ocorrências. Quanto à população, devido ao crescimento acelerado e desordenado das cidades, esta começou a se acomodar em locais inapropriados, não respeitando as faixas marginais, e, além disso, removendo a vegetação local. Esse fator produziu a impermeabilização da superfície,

impedindo a infiltração da água no solo. A sociedade, pela falta de educação ambiental, também passou a depositar lixos em cursos d'água, como garrafas PET, eletrodomésticos, brinquedos, entre outros, o que prejudicou essencialmente o meio ambiente e à própria população. Quanto aos entes públicos, há a falta de posicionamento em relação aos problemas urbanos e de comunicação à sociedade, em conjunto com a não preocupação com o meio ambiente e os acontecimentos futuros.

Portanto, a ocupação do solo e a urbanização desordenada promovem um enigma para a sociedade, reduzindo a capacidade de armazenamento natural de escoamento dos cursos d'água, levando estes a demandarem outras áreas para ocupar (CANHOLI, 2014).

As inundações ocorridas na cidade de Volta Redonda ao final de dezembro de 2018 e em janeiro e início de abril de 2019 são de grande importância para este estudo sobre o Córrego Secades, no trecho situado no bairro Conforto. Duas delas podem ser vistas na Figura 1. De fato, as enchentes acarretaram grandes prejuízos para a população ribeirinha e aos entes públicos, quanto a aspectos sociais e econômicos, considerando o impedimento da locomoção das pessoas, os perigos estruturais às margens do córrego e a falta de água após a destruição de parte da estrutura do canal, que atingiu as canalizações presentes em seu interior.

Figura 1 – Inundações no bairro Conforto.

(a) R. 209, R. Vereador Francisco Evangelista Delgado e parte da Av. N. S. da Conceição.



Fonte: Foco Regional, 2018.

(b) Via Sérgio Braga.



Fonte: G1, 2019.

Dessa forma, o propósito do presente estudo é propor metodologias e técnicas de engenharia que possibilitem minimizar os custos sociais provenientes da incidência recorrente de inundações no córrego Secades, mais especificamente no bairro Conforto, nas ruas 209 e Vereador Francisco Evangelista Delgado, e na Via Sérgio Braga, através de pesquisa de campo e observações dos fenômenos ocorrentes. Para isso, foi necessário conhecer as razões de tais acontecimentos e os transtornos gerados por eles.

2. Metodologia

Para o desenvolvimento deste estudo, foram utilizados métodos diversos, que permitiram encontrar resposta para as questões abordadas.

A fim de identificar as causas dos periódicos transbordamentos do trecho do córrego em pauta e suas consequências, foi realizada pesquisa de campo, através de visitas ao local, com a observação analítica do canal e de seu entorno, tomando o conhecimento teórico em hidráulica obtido no curso de Engenharia Civil como referência para a correlação entre as características encontradas e a ocorrência de inundações, como também a pesquisa bibliográfica de estudos semelhantes.

A definição das áreas atingidas teve como base os registros das inundações em imagens divulgadas pela mídia, relacionando-as com as inferências feitas a partir da análise da estrutura do canal do córrego.

3. Resultados e Discussão

A seguir são apresentados os resultados obtidos através da aplicação do conjunto de ações metodológicas descritas anteriormente, as quais tornaram possível a compreensão das causas das inundações no Córrego Secades e dos custos sociais envolvidos, e a sugestão de técnicas mitigadoras das mesmas.

3.1. Causas das inundações

Dentre as causas, pode-se destacar, em primeiro lugar, a intensa ocupação e a impermeabilização do solo, tanto em seu leito quanto no seu entorno (Figura 2). A relevância desses fatores é explicada pela Lei 12.651 (2012), que define a Área de Preservação Permanente como as faixas marginais de cursos d'água perenes e

intermitentes, sendo de 30 metros de largura a partir das bordas dos canais com menos de 10 metros de largura – que é o caso do córrego Secades; e a descreve como:

área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 2012).

Por isso, a falta de preservação do estado natural do córrego e de suas várzeas gerou o problema das inundações na região estudada, pois a redução da permeabilidade aumenta o escoamento superficial, elevando os picos de vazão (YANNOPOULOS et al., 2013).

Figura 2 – Ocupação e impermeabilização da região do córrego.



Fonte: Autores, 2019.

As outras razões para a recorrência de inundações no córrego incluem o descarte de resíduos sólidos em sua calha pela população local (Figura 3), que obstruem o fluxo da água; e a inexistência de sistema pluvial à parte do canal hídrico, aumentando a demanda deste, o que pode se agravar naturalmente ao longo dos anos por causa das mudanças climáticas.

Figura 3 – Acúmulo de lixo no córrego.



Fonte: Autores, 2019.

Além disso, foram detectadas irregularidades na estrutura do canal, como aberturas para a drenagem das águas provenientes das ruas (Figura 4), seções em que há mudança brusca de forma e área (Figura 5), e curvas de 90° (Figura 6). A primeira pode causar o aumento do volume escoado e permitir o extravasamento do fluxo em épocas de cheia, enquanto as últimas conferem grande perda de carga ao escoamento, causando o aumento deste à montante, ao mesmo tempo em que podem reter resíduos sólidos.

Figura 4 – Abertura no canal para água pluvial.



Fonte: Google Maps, 2017.

Figura 5 – Redução brusca de seção sob a Avenida Nossa Senhora da Conceição.



Fonte: Autores, 2019.

Figura 6 – Curva de 90°.



Fonte: Autores, 2019.

3.2. Prejuízos decorrentes das inundações

São diversos os custos sociais envolvidos na ocorrência de enchentes e inundações na área em evidência. Entre eles, podem ser citados danos ao canal do curso d'água, aos veículos que trafegam na região, aos imóveis e aos pertences da população, assim como à saúde humana, considerando a contaminação do córrego por esgoto, resíduos sólidos e poluentes carreados pelo escoamento superficial (YANNOPOULOS et al., 2013). Adicionalmente, a economia é afetada, porque as inundações impedem o transporte de pessoas e mercadorias para o local e atingem os produtos e o interior dos estabelecimentos, o que exige, algumas vezes, dias para a sua recuperação.

3.3. Medidas mitigadoras de inundações passíveis de aplicação no caso em estudo

A fim de fomentar o presente governo a desatar os problemas gerados nos tempos de cheias no córrego Secades, os autores do presente estudo buscaram, mediante debates e pesquisas, técnicas de engenharia e medidas mitigatórias que potencialmente sejam capazes de minimizar ou eliminar prováveis inundações futuras e os decorrentes custos sociais. A implementação de medidas mitigadoras consiste na elaboração de um plano de ações estruturais e não estruturais, cujo desenvolvimento busca ser inovador e alinhado à pauta sustentável, podendo-se destacar, assim, técnicas como o jardim de chuva, o qual tem por objetivo reduzir o escoamento superficial de uma delimitada porção de área.

As demais intervenções sugeridas são:

a) Implantação de gradeamento:

Na finalidade de barrar os sólidos grosseiros antes que esses alcancem os trechos mais afetados por inundações, o gradeamento possibilitará o fluxo contínuo nessas áreas, evitando obstruções. Esta medida poderia minimizar o problema do lixo apenas nos pontos onde há transbordamento do escoamento, visto que o descarte irregular é feito ao longo de todo o córrego.

b) Reestruturação das galerias:

Um outro ponto a ser abordado é a remodelação dos canais de escoamento do córrego, o qual se subdivide em duas galerias, que podem ser identificadas na Figura 7. Esta remodelação é sugerida porque, no cruzamento entre a Rua Vereador Francisco Evangelista Delgado e a Via Sérgio Braga, as duas galerias se encontram separadas por uma larga parede de concreto, o que pode retardar o fluxo nas cheias. A proposta consiste em transformar as duas galerias em um único canal fechado, possibilitando o pleno e operante desenvolvimento do fluxo d'água, sem obstáculos durante as enchentes do córrego, ao promover o aumento da sua capacidade de escoamento. É evidente que essa seria uma intervenção de alto custo, pois seria necessário reforço nas estruturas existentes para resistirem ao intenso tráfego sobre este trecho, porém é de grande importância corrigir as irregularidades da obra de canalização realizada.

Figura 7 – Galerias do córrego.

(a) Galeria a 45° do canal principal.



(b) Galeria na direção do canal principal.



Fonte: Autores, 2019.

c) Aumento da seção de escoamento:

Por outra análise, uma das formas de se minimizar a vazão excessiva predominante no trecho a partir do cruzamento entre a Rua 209 e a Avenida Nossa Senhora da Conceição até a Via Sérgio Braga, seria aumentando a área da seção. Para que isso ocorra, podem ser feitos nas bordas do córrego muros de placas de concreto, o que aumentaria a capacidade de vazão, de maneira a evitar futuros desastres. É importante também aumentar o nível da ponte da Avenida Nossa Senhora da Conceição em relação ao canal do córrego ou aprofundar o leito neste ponto, para que o escoamento não transborde ao encontrar a redução de seção. Este trecho pode ser visto na Figura 5, mostrada anteriormente.

d) Implantação de áreas verdes:

Essa medida consiste em propor aos moradores que residem próximos às margens do córrego que implantem novas áreas verdes, como plantações de árvores e arbustos em seus quintais, calçadas e jardins, proporcionando a recuperação da permeabilização, o que reduziria a velocidade de escoamento superficial e o volume, através da infiltração no solo.

A partir destas iniciativas, definir nos planos diretores municipais índices de permeabilidade sobre a área total do terreno ou lotes, para obter direito a descontos

em impostos com valores acima de 50%, quando estas áreas forem pavimentadas com materiais sustentáveis (BICHANÇA, 2006).

e) Ações públicas continuadas:

A manutenção das bocas de lobo ao entorno do córrego deve ser intensificada, principalmente nos períodos de cheia. É necessária uma força-tarefa do poder público com a finalidade de desobstruir os canais de escoamento do fluxo d'água, trabalhando conjuntamente com políticas públicas voltadas para conscientização ambiental aplicáveis à sociedade civil.

4. Conclusão

A elaboração de um estudo preliminar propositivo é uma importante ação do processo analítico de um determinado estudo de caso, visto que possibilita e viabiliza uma análise criteriosa no que se refere à problemática contextualizada, bem como auxilia na tomada de decisões do projeto. Nesses termos, foi possível com o presente estudo ratificar e elucidar as principais questões referentes ao Córrego Secades no bairro Conforto.

A análise permitiu correlacionar teses e questões pertinentes, como a ocupação e o uso do solo, bem como a inoperância do planejamento urbano com as características geográficas às quais o canal está submetido.

Partindo da fundamentação construtiva à qual o estudo se comprometeu, é exequível depreender que a intervenção conjunta do poder público e da sociedade civil se faz necessária, tendo como bases norteadoras, respectivamente, a minimização dos custos sociais e a conscientização sócio ambiental.

Referências

BRASIL. Novo Código Florestal. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Brasília, Diário Oficial da União**. 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm>. Acesso em: 26 de ago. de 2019.

BICHANÇA, M. F. **Bacia de retenção em zonas urbanas como contributo para a resolução de situações extremas: cheias e secas**. 142 p. Dissertação (Mestrado em Vias de Comunicação), Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2006.

CANHOLI, A. P. **Drenagem Urbana e Controle de Enchentes**. 2ª edição. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.

CHUVA forte faz córrego transbordar e alaga ruas em Volta Redonda. **Foco Regional**, 23 de dez. de 2018. Disponível em: <<http://focoregional.com.br/Noticia/chuva-forte-faz-corrego-transbordar-e-alaga-r>>. Acesso em 27 de ago. de 2019.

GOOGLE MAPS. Rod. Sérgio Braga (*Street View*), mar. de 2017. Disponível em: <<https://goo.gl/maps/z4QykQ84ycAjLHWe6>>. Acesso em 27 de ago. de 2019.

LIMPEZA é realizada em Volta Redonda após estragos causados pela chuva. **G1**, 17 de jan. de 2019. Disponível em: <<https://g1.globo.com/rj/sul-do-rio-costa-verde/noticia/2019/01/17/apos-estragos-causados-pela-chuva-limpeza-e-realizada-em-volta-redonda.ghtml>>. Acesso em 27 de ago. 2019.

MARANDOLA Jr., E.; MARQUES, C.; PAULA, L. T.; CASSANELI, L. B. Crescimento urbano e áreas de risco no litoral norte de São Paulo. **Revista Brasileira de Estudos de População**, São Paulo, vol. 30, n. 1, p. 35-56, jan./jun. 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-30982013000100003>>. Acesso em 29 de ago. de 2019.

YANNOPOULOS, S. I.; GRIVAKI, G.; GIANNOPOULOU, I.; BASBAS, S.; OIKONOMOU, E. K. Environmental impacts and best management of urban stormwater runoff: Measures and legislative framework. **Global NEST Journal**, Grécia, vol. 15, n. 3, p. 324-332, fev. 2013.

Evolução dos Circuitos Hidráulicos no Apoio Acadêmico

Evolution of Hydraulic circuits in Academic

CORDEIRO, C. L¹; FENNA, R¹; COSTA, S.R¹; LOPES, D. J¹; ROSA, S. H¹

1 – UERJ, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Resende, RJ.

luiz.cordeiro@fat.uerj.br

RESUMO

No dimensionamento hidráulico e análise do comprimento característico em tubulações, é possível notar que os alunos, de maneira geral, possuem dificuldades para interpretar e reproduzir de maneira sucinta e objetiva o conteúdo teórico, principalmente quando há uma grande escassez de informação sobre tais dimensionamentos nas literaturas. As atividades experimentais têm por objetivo auxiliá-los a colocar em prática os conceitos abordados em sala de aula e aguçar a capacidade de resolver os problemas propostos. Devido a dificuldade de encontrar na literatura dados sobre o comportamento da bomba quando trabalhando em diferentes condições de sucção, uma das bancadas do próprio laboratório, já relatada em (Cordeiro, 2018), foi atualizada com a inserção de um segundo reservatório hidráulico, permitindo avaliar as condições de sucção positiva ou negativa. Tal aprimoramento permite aos alunos de diversas disciplinas da faculdade analisar, calcular e desenvolver novas abordagens matemáticas onde antes não eram possíveis.

Palavras-chave: Circuitos Hidráulicos. Comprimento Característico. Dimensionamento Hidráulico.

ABSTRACT

In the hydraulic sizing and analysis of the characteristic length in pipelines, it is possible to notice that the students in general have difficulties to interpret and reproduce succinctly and objectively the theoretical content, especially when there is a great lack of information about such sizing in the literature. The experimental activities aim to help them to put into practice the concepts covered in the classroom and sharpen their ability to solve the proposed problems. Due to the difficulty in finding data on pump behavior when working under different suction conditions, one

of the laboratory's own benches, already reported in (CORDEIRO, 2018), was updated with the insertion of a second hydraulic reservoir, allowing to evaluate positive or negative suction conditions. This enhancement allows students from various college disciplines to analyze, calculate and develop new mathematical approaches where previously they were not possible.

Keywords: Hydraulic circuits. Characteristic Length. Sizing Hydraulic.

1. Introdução

Circuitos hidráulicos que estimulem e exemplifiquem as análises e dimensionamentos são de suma importância para canalizar o conteúdo das disciplinas lecionadas, com base na literatura, para os alunos de engenharia na universidade. No dimensionamento de sistemas de bombeamento é imprescindível a análise correta das perdas de carga nas tubulações, as quais podem ser distribuídas ao longo da tubulação e também nas singularidades, isto é, localizadas.

A bomba utilizada para pressurizar a bancada é uma bomba centrífuga de água. A pressão de cada circuito é verificada através das medições registradas nos manômetros de pressão, e então comparadas aos cálculos realizados levando em consideração os tipos de conexões, os comprimentos característicos dos diversos acessórios que compõem os circuitos, as devidas análises de rugosidades das paredes destes tubos e perda da carga que isto representa.

Como mostrado na Figura 1 e 2 abaixo, novos conceitos foram introduzidos à bancada como forma de continuação do estudo, atualização e amadurecimento do conteúdo teórico. As condições de sucção da bomba nessa nova etapa podem variar de acordo com o manuseio dos registros, isto é, a bomba pode trabalhar afogada (condição de sucção negativa), em que o reservatório é situado acima do eixo da bomba, e também pode trabalhar com o reservatório situado abaixo do eixo da bomba (sucção positiva). Nesta nova bancada, os alunos são cuidadosamente guiados nas análises de cada circuito por intermédio de roteiro pré-definido na apostila, de forma que todo o conhecimento desenvolvido durante a construção da mesma seja compartilhado e não gere dúvidas.

Figura 1- Bancada Hidráulica Antiga



Fonte: (Laboratório de Mecânica – UERJ - FAT)

Figura 2 – Bancada Hidráulica Nova



Fonte: (Laboratório de Mecânica – UERJ - FAT)

2. Materiais e Métodos

Todo o trabalho foi construído no Laboratório de Motores, Hidráulica e Pneumática da Universidade do Estado do Rio de Janeiro - Faculdade de Tecnologia - Campus Resende.

Para atender as condições da equação de Bernoulli, é necessário medir a vazão do sistema, para tanto, foi necessário fazer uso do conceito do Tubo de Venturi, equipamento que indica a variação de pressão de um fluido com escoamento em regiões com áreas transversais diferentes. Além do diferencial de pressão usado para o cálculo da vazão do sistema, também foi possível calcular a vazão por galonagem. O método da galonagem é mais suscetível a erros como marcação de tempo e até mesmo no registro do volume de água dentro do reservatório não graduado. Por este

motivo o método mais confiável e utilizado na prática é o do diferencial de pressão do Tubo de Venturi.

Com as perdas de carga dos acessórios e do comprimento linear do circuito, pode-se calcular a altura manométrica total, energia por unidade de peso que o sistema solicita para transportar o fluido do reservatório de sucção para o reservatório de descarga com uma determinada vazão. A energia encontrada serve de parâmetro e é fundamental para especificação da potência da bomba.

3. Procedimento experimental

Ao se analisar tecnicamente o escoamento de um fluido qualquer em uma tubulação é necessário levar em consideração suas propriedades, como por exemplo, viscosidade, densidade, vazão e pressão. Nas figuras abaixo pode-se visualizar a bancada de Altura Manométrica Total e seus diferentes circuitos.

Com o mapeamento das tubulações e dos diversos tipos de conexões, válvulas, acessórios, posição dos reservatórios (acima ou abaixo do eixo de sucção da bomba), juntamente com as medições registradas nos manômetros de pressão é possível estudar cada caso criado. Foram consideradas quatro condições, onde a diferença entre elas é apenas a condição de sucção da bomba que se alterna entre positiva e negativa. São elas:

- 1) Circuitos simples, sendo o fluido succionado do reservatório inferior e seu descarte feito após o primeiro manômetro (reservatório superior).
- 2) Com o fluído sendo succionado do reservatório inferior e seu descarte sendo feito no reservatório superior, percorrendo toda e somente as instalações de PVC.
- 3) Circuitos simples, sendo o fluido succionado do reservatório superior e seu descarte feito após o primeiro manômetro (reservatório superior).
- 4) Com o fluído sendo succionado do reservatório superior e seu descarte sendo feito no próprio reservatório, percorrendo toda e somente as instalações de PVC.

Figura 3 – Bancada Antiga - 1º análise



Fonte: (Laboratório de Mecânica – UERJ - FAT)

Figura 4 – Bancada Antiga - 2º análise



Fonte: (Laboratório de Mecânica – UERJ - FAT)

Figura 5 – Bancada Nova - 3º análise



Fonte: (Laboratório de Mecânica – UERJ - FAT)

Figura 6 - Bancada Nova - 4º análise



Fonte: (Laboratório de Mecânica – UERJ - FAT)

No desenvolvimento dos novos cálculos houve a necessidade de substituir o antigo Tubo de Venturi, conforme a Figura 7 e Figura 8, devido adequação na rede elétrica da faculdade que causaram uma variação na Curva Característica da Bomba e fizeram com que a redução na tubulação antiga de 1" para $\frac{3}{4}$ " não houvesse diferença de pressão nos manômetros. Com isso, foi construído um novo Tubo de Venturi com uma redução de 1" para $\frac{1}{2}$ ", e assim, tornando possível a leitura da diferença de pressão.

(Figura 7 – Tubo de Venturi Antigo)



Fonte: (Laboratório de Mecânica – UERJ - FAT)

(Figura 8 – Tubo de Venturi Novo)



Fonte: (Laboratório de Mecânica – UERJ - FAT)

Outra análise importante para a instalação e dimensionamento de circuitos hidráulicos que não pôde ser realizada devido a incompatibilidade do rendimento atual da bomba com o rendimento informado pelo fabricante é a análise da Curva de NPSH requerido que é, tecnicamente, a energia necessária para vencer as perdas de carga entre a conexão de sucção da bomba e as pás do rotor, bem como criar a velocidade desejada no fluído nestas pás.

4. Equações governantes

De acordo com Bustamante (Automação Hidráulica-2003), faz-se uso de duas equações governantes. Primeiramente, para calcular a vazão utilizando o recurso experimental do Tubo de Venturi, e mais a equação de Bernoulli, como é mostrada abaixo:

Equação (1):

$$P_1 + \frac{V_1^2}{2g} = P_2 + \frac{V_2^2}{2g} + K \left(\frac{V_2^2}{2g} \right) \quad (1)$$

Sendo, “K” o coeficiente de perda de carga, “V” a velocidade no ponto 1 e 2, “A” a área no ponto 1 e 2, “g” a aceleração da gravidade, “P” as pressões dos pontos “1” e “2”.

Equação (2):

$$H = (H_s + H_r) + (C_l s \times F_c) + (C_l r \times F_c) + P_{ca} \quad (2)$$

Sendo, “H” a altura manométrica total, “H_s” a altura de sucção, “H_r” a altura de recalque, “C_ls” o comprimento linear de sucção, “C_lr” o comprimento linear de

recalque, “Fc” o fator de correção referente a vazão encontrada e “Pca” a perda de carga dos acessórios.

5. Resultados e Discussão

Para realizar os cálculos utilizando a Equação de Bernoulli, é necessário fazer uso dos diâmetros das tubulações D1 e D2 de, respectivamente, 0,0254 metros (1”) e 0,0127 metros (1/2”). A partir da razão entre os diâmetros é possível obter o valor do coeficiente “K”, apresentado por Fox e McDonald (Introdução à Mecânica dos Fluidos - 1988), conforme tabela abaixo.

Tabela 1 - Coeficiente de Perda de Carga

K	1,1	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,5	3,0	4,0	5,0	10	∞
D/d	0,15	0,25	0,34	0,38	0,41	0,44	0,46	0,48	0,48	0,49	0,49	0,49	0,5

Em seguida, utilizando a Equação 1, podemos calcular as velocidades “V1” e “V2” e, por fim, a vazão “Q” do sistema. As alturas manométricas para as propostas em destaque são apresentadas na tabela abaixo:

Tabela 2 - Vazão x Altura Manométrica Total x Pressão nos Manômetros

	Vazão	Altura Manométrica Total	Pressões (Manômetros)
1º Análise	3,0 m³/h	9,80 PSI	10,0 PSI
2º Análise	2,5 m³/h	15,47 PSI	15,0 PSI
3º Análise	3,0 m³/h	8,06 PSI	7,0 PSI
4º Análise	2,5 m³/h	13,75 PSI	11,5 PSI

A partir dos Gráficos 1 e 2, é fácil a percepção da mudança que a condição de sucção negativa causa no funcionamento da bomba. Isso se dá devido ao peso da coluna de água que afoga a bomba e faz com que a mesma não precise forçar o deslocamento do fluido, em resumo uma expressiva redução de potência consumida pela bomba.

Gráfico 1 – Comparação entre as condições de sucção positiva e negativa

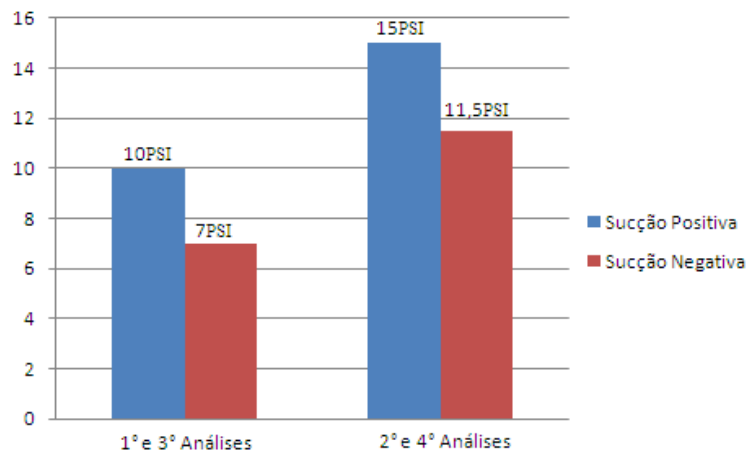
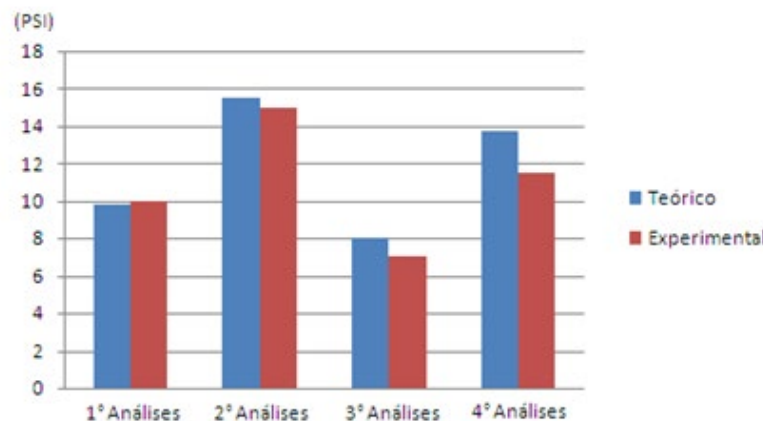


Gráfico 2 - Demonstrativo dos valores teóricos e experimentais



6. Conclusão

As análises teóricas e experimentais, juntas, se mostraram essenciais no desenvolvimento técnico dos alunos de engenharia. Ao adicionar novas condições à bancada, os alunos precisam analisar cada circuito com cautela e implementar uma linha de raciocínio lógico que facilite os cálculos e faça com que os fenômenos físicos atuantes sejam bem esclarecidos uma vez que nem toda a teoria por trás dos mesmos foi encontrada em literaturas, ou seja, os alunos se empenharam em mapear e descrever física e matematicamente o funcionamento do experimento.

A utilização da sucção negativa na bancada existente, permite uma maior percepção quanto ao leque de aplicação em circuitos hidráulicos, embora ainda não

tenha sido exaurido todo o conhecimento em NPSH do sistema, faz com que o aluno entenda que a utilização de bombas deve atender mandatoriamente a especificação informada através da Curva Característica da Bomba.

Para a presente proposta, a bancada atingiu satisfatoriamente o desenvolvimento dos alunos, desde a formalização do problema até o desenvolvimento dos critérios de análise e solução. Para desenvolvimento futuro, pretende-se trabalhar com a possibilidade da inserção de bombas em série e/ou em paralelo, assim como fechamento com simulações de casos de dimensionamento do NPSH, e simulações de cavitação.

Agradecimentos

Ao Laboratório de Motores, Hidráulica e Pneumática da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, (Campus Resende), companheiros e técnicos. Este trabalho foi suportado graças a direção e compreensão do professor (orientador) Luiz Cordeiro. Com a ajuda da atual direção do Campus que entendeu a importância do projeto e sempre que pôde ajudou financeiramente.

Referências

Azevedo Netto, Eiji Ito, De Araujo, Fernandez, 2015, **“Manual de Hidráulica”**, Editora Edgard Blucher Ltda. 8º Ed, São Paulo, Brasil

Bustamante, 2003, **“AUTOMAÇÃO HIDRÁULCA – Projetos, Dimensionamento e Análise de Circuitos”**, Érica Ltda., 2ª Ed, São Paulo, Brasil.

Cordeiro, 2018, **“Construção de um Experimento Didático para Análises Hidráulicas”**, Resende - RJ, Brasil.

Fox, McDonald, 1988, **“INTRODUÇÃO À MECÂNICA DOS FLUIDOS”**, Editora Guanabara S.A., 3ª Ed, Rio de Janeiro, Brasil.

Macintyre, 1997, **“EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS E DE PROCESSO”**, Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., Rio de Janeiro, Brasil.

Munson, Okiishi, Young, 1997, **“FUNDAMENTOS DA MECÂNICA DOS FLUIDOS”**, Editora Edgard Blucher Ltda. Vol.2, 2ª Ed, São Paulo, Brasil.

ȘCHEAUA, 2016, **“THEORICAL APPROACHES REGARDING THE VENTURI EFFECT”**, Galați, Romênia

Zorzan, Daronch, Dal Molin, 2013, **“DESENVOLVIMENTO DE UMA BANCADA DIDÁTICA DE HIDRÁULICA”**, Horizontina-RS, Brasil.

Desenvolvimento de um Modelo Matemático de um Laminador de Encruamento Utilizando Redes Neurais Artificiais

Development of a Mathematical Model in a Temper Mill Using Neural Networks

MOREIRA, M. T.¹; ALVES, P. G.²; AQUINO, V. T.³

1 – UniFOA, Centro Universitário de Volta Redonda, Volta Redonda, RJ.

matheus.henriques.moreira@hotmail.com

2 - UniFOA, Centro Universitário de Volta Redonda, Volta Redonda, RJ, IFRJ, Instituto Federal do Rio de Janeiro, Volta Redonda, RJ.

pericles.alves@ifrj.edu.br

3 – UFF, Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda, RJ

vitortomaz@id.uff.br

RESUMO

O presente trabalho visa o desenvolvimento de um modelo matemático capaz de fornecer os parâmetros de processo de um Laminador de Encruamento de uma Siderúrgica no Sul Fluminense, utilizando técnicas de inteligência artificial, mais especificamente as RNA (Redes Neurais Artificiais). O modelo utilizado atualmente foi elaborado em 1996 sobre a plataforma Windows NT, impossibilitando a sua utilização em uma futura modernização do equipamento. Será utilizado o software MatLab em conjunto com *toolboxes* que permitem a criação da rede e a criação da interface gráfica. Os resultados obtidos após os testes comprovaram a viabilidade da utilização de redes neurais.

Palavras-chave: Modelo. Matemático. Laminador. Redes. Neurais.

ABSTRACT

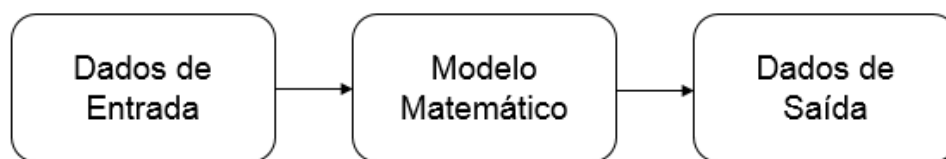
This work is about the development of a mathematical model able to feed the process parameters in a Temper Mill in the Southeast of Brazil, using artificial intelligence techniques, more specifically the Artificial Neural Networks (ANN). The model used was developed in 1996 on the Windows NT® platform, because of this, is not possible to use in a future equipment modernization. MatLab software will be used with its toolboxes to make the neural network and graphic interface. The results showed the ANN can be used with mathematical model.

Keywords: Temper. Mill. Neural. Networking.

1. Introdução

Os modelos matemáticos realizam cálculos das variáveis envolvidas com o objetivo de simular o comportamento real de um dado fenômeno, permitindo testes, simulações e aplicações reais. Um modelo matemático pode ser representado pela Figura 1.

Figura 2 - Funcionamento de um modelo matemático



Fonte: Autores (2019)

Baseando-se no princípio de funcionamento dos modelos matemáticos, surgem as técnicas de inteligência artificial, que com o auxílio da tecnologia conseguem desempenhar as mesmas atividades que um modelo exato.

A Inteligência Artificial pode ser definida como o método que se baseia no comportamento inteligente de seres humanos e outros animais para solucionar problemas complexos. (COPPIN, 2010).

Este estudo foi realizado em um Laminador de Encruamento, localizado em uma Siderúrgica do Sul Fluminense.

Os Laminadores de Encruamento, conhecidos também como *Skinpass Mill* ou *Temper Mill*, tem a finalidade de proporcionar um endurecimento superficial à tira de aço por meio da aplicação de um alongamento (redução de espessura) controlado. O objetivo principal é restaurar a têmpera do material recozido e adequá-lo ao processo de estampagem no cliente. (NOVAES, 2010)

O objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de uma Rede Neural Artificial (RNA) capaz de fornecer os parâmetros necessários para o processo de Laminação de forma que o mesmo possa substituir o atual modelo matemático em funcionamento.

2. Metodologia

Primeiramente foi feito um estudo do modelo matemático em funcionamento, em seguida foram realizadas simulações com dados similares aos do processo, com estas informações foi criado um banco contendo os dados de entrada e de saída, então a rede neural foi parametrizada, após a criação da rede a mesma foi treinada e testada utilizando dados reais de processo. Com o desenvolvimento da rede foi então estabelecida a comunicação entre a rede e o CLP.

2.1. Redes Neurais Artificiais

Podem ser definidas como sistemas computacionais, implantados através de software ou hardware, formados por diversas unidades processadoras, que em geral, são distribuídas em camadas e conectadas entre si através de conexões ponderadas, conhecidas como sinapses. Sua operação tem como base o funcionamento do cérebro humano, sendo o motivo pelo qual as suas unidades processadoras são denominadas neurônios artificiais. (FILHO, 2009).

2.2. Desenvolvimento da Rede Neural

O Laminador de Encruamento possui algumas características que restringem as dimensões das bobinas processadas, ou seja, na construção do banco de dados deve se levar em consideração as seguintes informações:

Tabela 1 - Restrições de operação

Parâmetro	Restrição
Grau	2310 ou 2710
Largura	700 a 1600 mm
Espessura	0.3 a 3 mm
Alongamento	0.3 a 3 %
Peso	10000 a 25000 Kg

Fonte: Autores (2019)

Com a ajuda do Excel, foi criado um banco de dados com 200 amostras de bobinas, este banco é composto por todas as variáveis de entrada utilizadas pelo modelo matemático em funcionamento, porém, foi necessário um tratamento dos dados antes da simulação a fim de garantir a correta dispersão das informações.

Sendo os dados de entrada: Modo de operação: Item, Grau, Largura, Espessura, Alongamento, Peso, Diâmetro, Tolerância, Inferior, Tolerância Superior, Lado da bobina e Acabamento.

O diâmetro externo da bobina é calculado pelo modelo matemático ao inserir os dados da mesma, porém, para acelerar o processo da criação do banco de dados, o cálculo foi feito no Excel.

Os valores referentes a espessura e alongamento variam entre 0,3 e 3, ou seja, se comparado aos demais valores de entrada, são desprezíveis por serem em média 1000 vezes menores, desta forma foram multiplicados por 1000, garantindo então que todas as variáveis de entrada possuam a mesma influência no processamento da rede

2.3. Estrutura dos dados

O modelo matemático em funcionamento recebe informações a partir de uma tela de parâmetros, onde os operadores inserem os dados referentes a cada bobina e o mesmo retorna os parâmetros necessários para o processo de laminação.

Estas informações podem ser classificadas então, como Dados de Saída, sendo: Número do passe, Espessura de saída, Percentual redução, Total redução, Velocidade de laminação, Tensão de entrada, Tensão de saída, Referência Roll Bending, Sentido de operação, Potência da laminação, Potência de laminação, Força de laminação, Tempo de passe e Deslizamento.

2.4. Simulação do modelo matemático

As simulações foram realizadas utilizando-se os dados de entrada gerados pelo banco de dados criado anteriormente. Os dados de cada amostra foram inseridos na tela de entrada de parâmetros, uma por vez, desta forma foram feitas 200 simulações.

Cada amostra gerava parâmetros de saída e os mesmos eram salvos juntamente com os dados de entrada, assim, cada amostra passou a possuir seus dados de entrada e os de saída respectivamente, conforme figura abaixo:

Figura 3 - Banco de dados das simulações

Item	Grau	Largura	Espessura	Along.	Peso	Diâmetro	SAÍDA									
							Esp.	Red	Total	Tensão	Roll Bend	Pot. (Kw)	Pot. (A)	Força	Tempo	Desliz.
1	2310	1299	1,00	1,01	24285	1845	2,732	1	10	101	392	595	221	140	0,2	0,3
2	2310	758	1,47	1,10	10585	1624	1,454	1,1	10,1	54	-4	151	230	112	1,7	0,3
3	2710	1302	2,22	1,05	20700	1718	2,197	1	10	101	-15	409	624	265	1,4	0,3
4	2710	1011	0,59	1,10	24869	2089	0,584	1,1	10,1	29	8	190	289	232	5,9	0,3
5	2310	1468	2,73	1,01	14263	1396	2,703	1	10	101	-21	572	801	314	1	0,2
6	2710	1017	1,46	1,13	14926	1659	1,444	1,1	10,1	72	-3	254	385	196	1,8	0,3
7	2310	1418	0,97	1,01	16165	1490	0,96	1	10	67	-21	216	328	203	2	0,2
8	2310	1209	1,92	1,02	21822	1817	1,901	1	10	101	-19	273	415	183	1,7	0,2
9	2710	1443	1,76	1,08	15664	1460	1,741	1,1	10,1	101	-19	396	601	285	1,3	0,3
10	2710	998	2,19	1,08	23667	2054	2,167	1,1	10,1	101	-5	309	469	197	1,9	0,3
11	2310	739	2,66	1,13	12927	1791	2,63	1,1	10,1	95	-4	225	342	121	1,3	0,3
12	2710	1275	2,22	1,07	22856	1811	2,196	1,1	10,1	101	-14	406	617	261	1,5	0,3
13	2710	1257	2,47	1,11	14742	1508	2,443	1,1	10,1	101	-13	447	679	267	1,1	0,3
14	2710	1265	2,17	1,01	12185	1391	2,148	1	10	101	-14	378	574	252	1,1	0,2
15	2710	1202	1,30	1,00	11855	1404	1,287	1	10	76	-10	258	392	224	1,5	0,2
16	2310	1408	2,70	1,13	15883	1483	2,67	1,1	10,1	101	-24	462	702	250	1	0,3
17	2310	1575	1,83	1,11	14257	1357	1,81	1,1	10,1	101	-27	379	575	251	1,1	0,3
18	2710	1561	2,13	1,15	20472	1581	2,106	1,1	10,1	101	-22	520	790	331	1,3	0,3
19	2310	1358	1,44	1,12	18664	1613	1,424	1,1	10,1	95	-21	272	413	201	1,7	0,3
20	2310	920	2,46	1,02	16968	1834	2,435	1	10	101	-12	246	373	145	1,5	0,2
21	2310	1101	2,84	1,06	15456	1628	2,81	1	10	101	-16	349	531	189	1,1	0,2
22	2310	1121	0,39	1,08	22219	1894	0,386	1,1	10,1	21	-11	125	190	164	7	0,3
23	2310	755	3,00	1,01	23706	2338	2,97	1	10	101	-6	231	351	123	1,8	0,2
24	2310	786	1,23	1,10	21136	2000	1,217	1,1	10,1	47	-5	142	216	115	3,3	0,3
25	2710	1156	1,01	1,07	22264	1870	0,999	1,1	10,1	57	-6	235	358	225	3	0,3

Fonte: Autores (2019)

Algumas informações não foram inseridas no banco de dados por possuírem características que não influenciariam na qualidade da rede ou até mesmo podendo prejudicar o seu desempenho.

2.5. Assistente de Redes Neurais (*Neural Network Start*)

Foi utilizado no desenvolvimento da rede neural a aplicação "*Neural Network Start*" ou "*nnstart*" do Matlab, que funciona como um assistente na criação de redes neurais utilizando parâmetros específicos para cada finalidade.

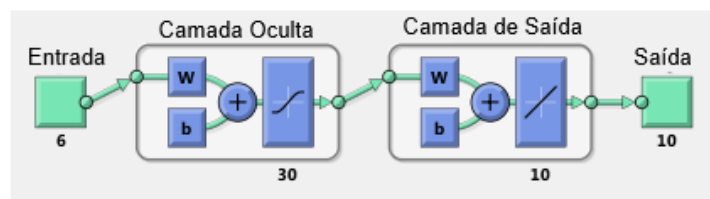
Com o banco de dados criado, contendo os valores de entrada e saída, estes foram importados para a *Workspace* do Matlab, onde puderam ser processadas pelo "*nnstart*".

Utilizou se a categoria "*Fitting*" com as seguintes parametrizações: Feedforward com duas camadas ocultas em sua unidade de processamento, sendo a primeira com a função de ativação do tipo Sigmoid e a segunda Linear.

A primeira camada com 30 neurônios e a segunda com 10 neurônios, sendo o número de neurônios da segunda camada igual ao número de parâmetros de saída da rede.

As amostras foram divididas da seguinte forma: 70% para treinamento, 20% para validação e 10% para testes. A rede foi criada utilizando 6 variáveis de entrada e 10 variáveis de saída.

Figura 4 - Arquitetura da rede neural

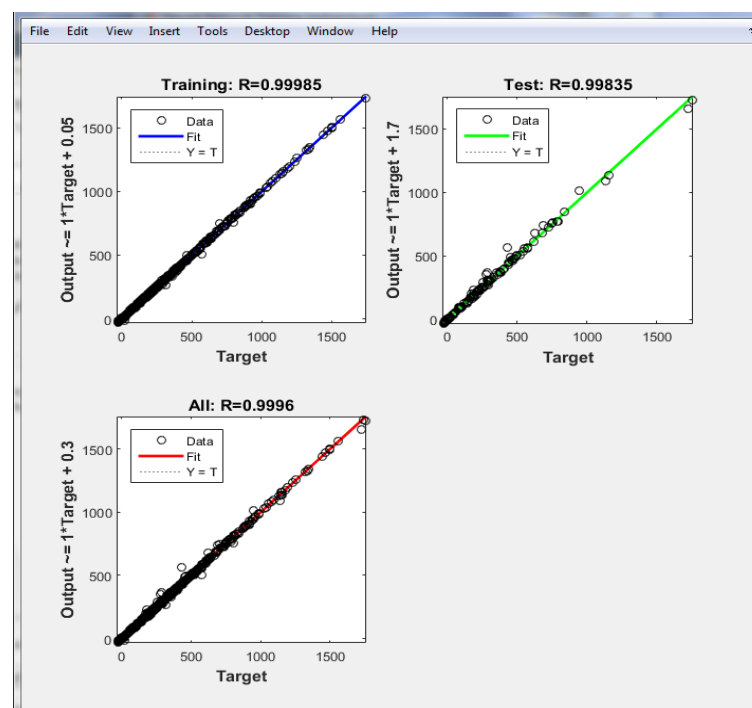


Fonte: Autores (2019)

2.6. Treinamento da rede neural

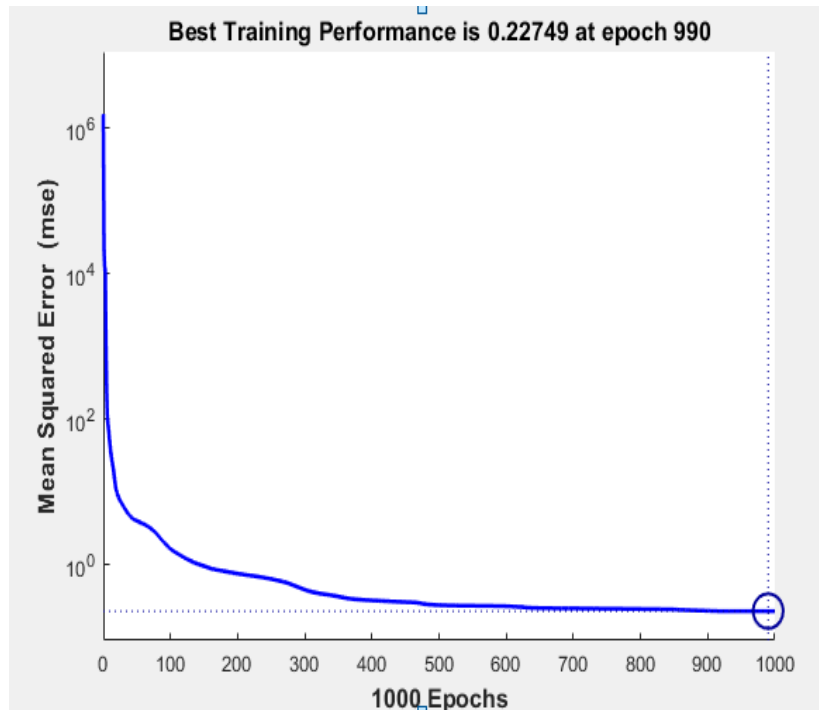
No treinamento da rede neural foi utilizado o método “*Bayesian Regularization*”, onde se obteve os seguintes resultados:

Figura 5 - Gráfico de regressão



Fonte: Autores (2019)

Figura 6 - Erro médio quadrático



Fonte: Autores (2019)

Analisando a Figura 4 observa-se que a regressão, próxima a 1 expressa a relação entre as variáveis, anteriormente alimentadas durante o processo de treinamento, desta forma, pode se afirmar que a rede identificou a ligação entre os dados de entrada e saída.

Já o gráfico da Figura 5 demonstra a diminuição do erro médio quadrático durante o processo de treinamento, sendo praticamente nulo ao final do teste, sendo assim, à medida que o treinamento era realizado a rede se tornava mais precisa, ou seja, diminuindo o erro entre o valor esperado e o calculado.

2.7. Interface Gráfica

Utilizando a aplicação "App Designer" foi criada uma interface gráfica, onde os operadores podem realizar a inserção de novas bobinas para processamento, a alteração de dados de processo e a visualização do resultado calculado pela rede neural.

2.8. Comunicação

Após o processamento pela rede neural, uma mensagem é gerada contendo todos os parâmetros de saída, essa mensagem é enviada via serial até um computador que valida essa informação e envia até o CLP para realizar os respectivos acionamentos.

3. Resultados e Discussão

O modelo matemático em funcionamento é exato, ou seja, independentemente dos valores inseridos para o processamento, o mesmo sempre fornecerá os parâmetros corretos, desde que respeitadas as devidas restrições.

Porém, as redes neurais não são precisamente exatas, pois se trata de um processo de aproximação de função, ou seja, a rede neural, baseada no treinamento gera uma função que se aproxima de uma função exata, porém, ainda existe uma pequena diferença, que define o modelo como não exato.

Foi realizado um teste onde o modelo matemático e a rede neural receberam os seguintes dados de bobina:

Tabela 2 – Bobina teste

Parâmetro	Valor
Grau	2710
Largura	1335 mm
Espessura	2,24 mm
Alongamento	2,49 %
Peso	16575 Kg
Diâmetro externo	1546 mm

Fonte: Autores (2019)

Abaixo um quadro comparativo entre os resultados.

Figura 6 – Resultados teste

Saída Rede Neural		Saída Modelo	
Espessura Saída	2,185 mm	Espessura Saída	2,186 mm
Percentual Redução	2,10%	Percentual Redução	2,40%
Total de Redução	11,3 mm	Total de Redução	11,3 mm
Tensão de Entrada	101,8 kN	Tensão de Entrada	101 kN
Tensão de Saída	101,8 kN	Tensão de Saída	101 kN
Referência Roll Bend	-5,4	Referência Roll Bend	-5
Potência de Laminação	899,5 kW	Potência de Laminação	899 kW
Potência de Laminação	1366 A	Potência de Laminação	1365 A
Potência de Laminação	378,8 ton.	Potência de Laminação	379 ton.
Tempo de processo	1,55 s	Tempo de processo	1,2 s
Deslizamento	0,57%	Deslizamento	0,60%

Fonte: Autores (2019)

4. Conclusão

Analisando os testes realizados pode-se concluir que o resultado foi satisfatório, a rede neural utilizando o método de aproximação de função, produziu valores próximos ao do modelo matemático exato, desta forma, comprovando a eficácia de soluções inteligentes que realizam grandes tarefas de forma rápida e precisa.

O sistema formado pela rede neural permite a interação com outros dispositivos, pois se trata de um sistema que pode ser executado na maior parte dos computadores da atualidade.

Com isso surge a possibilidade da implementação de vários recursos que visam o aumento da produtividade, como por exemplo: A alimentação das bobinas, que hoje é manual, podendo ser substituída por um sistema automático que utiliza as informações geradas pelo sistema de programação de produção.

Além disso, a substituição pelo sistema com a rede neural garante a manutenibilidade do equipamento, pois em caso de falhas, o mesmo pode ser rapidamente reparado ou substituído, diminuindo uma possível perda de produção.

Portanto a aplicação de sistemas de inteligência artificial, mais especificamente as redes neurais surgem como novas alternativas para suprir as demandas do mercado, podendo ser aplicadas em inúmeras áreas de negócio.

Referências

COPPIN, Ben. **Inteligência Artificial**. Tradução: Jorge Duarte Pires Valério. Rio de Janeiro: LTC, 2010.

HAYKIN, Simon. **Redes Neurais: Princípios e pratica**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2007.

FILHO, Antonio. **Inteligência computacional aplicada na adaptação a modelagem do processo de laminação de tiras a frio de aços planos**. 2009. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) - USP, São Paulo, 2009.

KOVÁCS, Zsolt. **Redes Neurais Artificiais: Fundamentos e Aplicações**. 4. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2006.

FERNANDES, Anita Maria da Rocha. **Inteligência Artificial: Noções Gerais**. Florianópolis: VisualBooks, 2008.

Recuperação da água de descarte de destilador por processo de recirculação

Recirculation distillation waste water recovery

MACHADO, C. E.V.¹; GOMES, A.¹

1 – UniFOA, Centro Universitário de Volta Redonda, Volta Redonda, RJ.

cyntiaesposti@hotmail.com

RESUMO

Mediante ao cenário atual da crise hídrica, novas opções de sustentabilidade devem ser pensadas em processos cotidianos, principalmente no tocante à processos que visem a racionalização do consumo de águas. Pensando nisto, surge a justificativa do presente trabalho que visa o reaproveitamento de águas para resfriamento utilizada em processos de destilação de águas. O objetivo vai além da economia de água para a instituição, mas também preservação de recurso hídrico e uma projeção para outros equipamentos que também utilizam de trocas de calor por colunas de água corrente. Foram realizados cálculos de vazão e gasto diário para quantificar as melhorias do circuito implementado. O resultado final foi altamente satisfatório, pois, utilizando-se materiais reciclados para a implementação do permutador de calor tipo recirculação, (trocador de calor tipo *Plate Heat Exchanger*), obteve-se uma redução no consumo diário de 6840 litros de água limpa para 100 litros por dia, perfazendo uma economia diária de água no montante de 6740 litros.

Palavras-chave: Reuso de água. Destilador. Sustentabilidade.

ABSTRACT

Given the current scenario of the water crisis, new sustainability options should be considered in daily processes, especially regarding processes aimed at rationalizing water consumption. With this in mind, the justification of the present work emerges, which aims at the reuse of cooling water used in water distillation processes. The goal goes beyond saving water for the institution, but also preserving water resources and a projection for other equipment that also uses heat exchanges for running water columns. Flow and daily expense calculations were performed to quantify the improvements of the implemented circuit. The end result was highly satisfactory

because using recycled materials for the implementation of the recirculating heat exchanger (Plate Heat Exchanger heat exchanger) reduced daily consumption by 6840 liters of clean water to 100 liters per day for a daily water saving of 6740 liters.

Keywords: Water reuse. Distiller. Sustainability.

1. Introdução

O cenário atual aponta para uma crescente crise hídrica mundial. O solvente universal que também dá nome ao “Planeta Azul”, na realidade, tem sido fator de guerras além de problemas na agricultura e agropecuária; uma preocupação global, justificado pelo fato da água ser um agente indispensável seja nas mais variadas formas de vida, seja na manutenção destas; e fonte de estudos e fundamental em processos laboratoriais e industriais. (GRAZIANO, 2017; BRITO, 2008; FACO, 2018)

No setor industrial e em laboratórios, a utilização da água seja como insumo, matéria-prima, ou ainda em qualquer outra relação aos processos diários como preparo de reagentes, higienização das vidrarias, esterilização de autoclaves, refrigeração em processos fechados como extrações por exemplo; continua sendo de suma relevância. (PNCQ)

As águas que participam dos processos citados acima, são águas com ausência de microrganismos e alto teor de pureza, esta necessidade se dá pela capacidade do crescimento de algas e estes microrganismos nas águas, prejudicando com isso os processos, causando o entupimento de tubulações, contaminação de substâncias, assim como alterações em resultados de análises físico-químicas. A água destilada é assim, uma substância capaz de evitar tais adversidades nos procedimentos laboratoriais. (MENDES; FAGUNDES; PORTO; BENTO; COSTA; SANTOS; SUMITA; 2011)

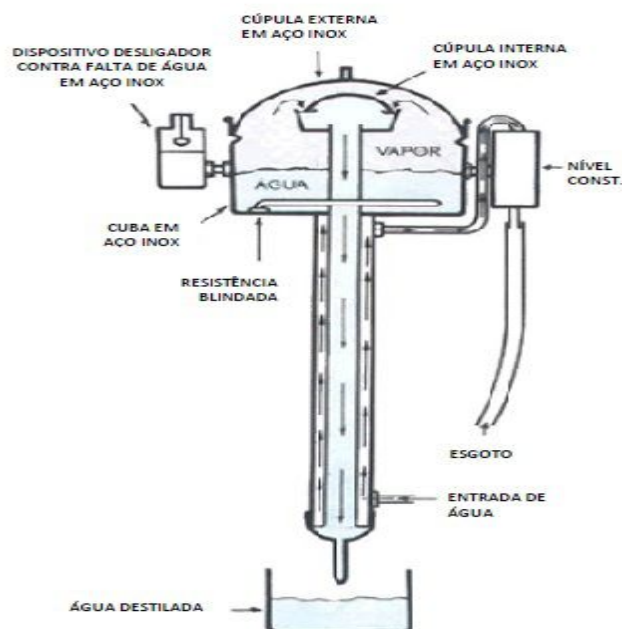
O destilador é o equipamento onde a água através de ebulição, é purificada. A caldeira é aquecida e o vapor d’água é resfriado por água corrente que circula por um sistema contínuo, fazendo com que o vapor se torne em líquido, agora puro. Com isso, a água destilada participa ora como solvente ora como reagente em laboratórios e indústrias, além de ser útil na esterilização de autoclaves. (BRASIL, 2005).

Uma condição que se torna indesejável durante as destilações de água, é a proporção litros/minuto que são desperdiçados para o resfriamento do sistema para que o vapor mude seu estado para líquido. Parte da água limpa passa pela caldeira que se transformará em água destilada, porém grande parte desta mesma água limpa será descartada por minutos chegando até horas em que o aparelho estiver ligado. (PNCQ) Como pode ser visto na figura 1.

Pensando nisso, surge este trabalho com o objetivo de buscar um meio de reaproveitar esta água limpa que é perdida nos processos de destilação de água.

Foi escolhido o Laboratório de Ciências e Tecnologia de Alimentos (L21), situado no Centro Universitário de Volta Redonda – UniFOA; como laboratório piloto para se implementar um sistema contínuo, onde não ocorra perda nem de água destilada, nem de água limpa não potável, sendo ainda possível a implementação nos outros laboratórios da instituição que também possuem destiladores.

Figura 1- Esquemática interna de um destilador



Fonte: (MIRANDA; YOGUI, 2012)

2. Metodologia de Desenvolvimento do Produto

Utilizou-se para este trabalho, a metodologia descritiva-quantitativa em função destas abordarem a coleta de dados que possam ser reproduzidos.

3. Descrição do Produto

O produto fruto desta pesquisa, é o aperfeiçoamento do processo de destilação de água nos laboratórios do Centro de Saúde do Centro Universitário de Volta Redonda. Os laboratórios-alvo para tal reaproveitamento de águas, são os Laboratórios do Centro de Ciências da Saúde - CCS, são eles: Laboratório de Ciências e Tecnologia de Alimentos (L21) inicialmente, e posteriormente os Laboratório de Farmacologia e Biofísica (L15) e Bioquímica e (L24); por serem os laboratórios do prédio que possuem a instalação de destiladores de água e atendem toda a demanda de água destilada do prédio. Porém, nos laboratórios do CIT este projeto pode ser também implementado pela coordenação responsável.

3.1. Materiais

Utilizou-se uma bombona de glicerina de 50 litros vazia, como meio de reaproveitamento da mesma, como mostrado na figura 2. Uma ventoinha de 110W, uma bomba também de 110 watts, mangueiras de silicone de "1/2", 2 chapas de metal e um tubo de cobre tipo serpentina, além de conexões (luva e registro esfera de 3/4, 1 nip de 1/2 e uma boia reutilizada. As conexões foram cedidas pela empresa de seguimento construção civil COMERCIAL VIBRAS, a bomba e ventoinha foram doadas pela empresa AG-SOLUTIONS. O tubo de cobre, chapas e bomba de descarga foram todas recicladas e adquiridas na própria IES.

Figura 2 - Bombona utilizada de forma reciclável para o projeto



Fonte: (AUTORES, 2019)

3.2. Métodos

Para o permutador de calor tipo recirculação, foi construído um trocador de calor tipo *Plate Heat Exchanger*, formado com placas metálicas e tubo de cobre com ventoinha; e velocidade constante, resfriado através de fluxo de ar forçado, assim, arrefecendo a água saída do destilador. Esta após resfriada, será direcionada a um reservatório que servirá de pulmão para a alimentação do destilador, com isto, a água potável servirá apenas como água de reposição (*make-up*) para a alimentação da caldeira do destilador utilizando uma eletrobomba recicladora com controle de vazão variável.

4. Resultados e Discussão

Foi medida a temperatura de entrada e saída das águas envolvidas durante a destilação, como mostra o quadro 1.

Para o cálculo de vazão de água destilada/ litro e água da torneira que descartada/ litro; utilizou-se uma proveta graduada de 1L, onde o tempo de partida de destilação foi cronometrado e medido. A figura 3 demonstra como foi realizada a medição

Figura 3- Medição de vazão/ litro em água destilada e água de torneira. Fig 2.a, vazão da água da torneira desprezada por litro. Fig 2.b, vazão da água destilada por litro



Fonte: (AUTORES, 2019)

O consumo médio é de 25L/dia de água destilada no setor, pois este atende à demanda de outros laboratórios além dele próprio. Para a produção de 1L de água destilada (H₂O_d), gastam-se 5 minutos de aquecimento e outros 15 minutos para o início da primeira gota, totalizando 25min para produzir o primeiro litro, conforme o quadro 1.

Quadro 1 – Relação tempo X volume X temperatura durante a destilação de 1L de água.

Águas	Tempo para completar 1L	Temperatura de entrada (C°)	Temperatura de saída (C°)
Água destilada	14,52 minutos aprox. 15min + 5min para fervura da caldeira	28,30	31,40
Água da torneira	33 segundos aprox. 0,55min	28,30	47,20

Fonte: (AUTORES, 2019)

Com base no cálculo de vazão/ litro, foi encontrado 300mL/segundo, mediante o cálculo:

$$Q = 1L/0,335 = 0,30 \text{ L/segundo}$$

Onde:

Q= vazão de H₂O_t

1L= de água destilada

33segundos = tempo levado para produção de 1Lde H₂O_d

Neste consumo médio de 25 L/dia, para produção de 1L de água destilada (H₂O_d), levam-se 5 minutos (300 segundos), para aquecimento, onde 90L de água limpa são descartadas, e mais 15min para o início da primeira gota, totalizando 25min para produção de 1L de H₂O_d. Durante os 25 min, ocorrem a vazão (Q) de 0,55 min (33seg) de água potável limpa que se perde na saída da água da torneira (H₂O_t), numa proporção de 1L/ 0,55min.

Após o primeiro litro, o destilador utiliza 15min (900seg) para produção do próximo 1L de H₂O_d. Em 900 segundos são produzidos 270L de H₂O_d, como visto no quadro 2.

Quadro 2 - Tempo de destilação x Volume

Descrição	Tempo	Volume
Produção de 1L de H ₂ O _d	15 minutos – 900 segundos	270 L
Início da destilação	5 Minutos – 300 segundos	90 L

Fonte: AUTORES, 2019

A produção diária de 25L equivalem a 375 minutos, ou 22500 segundos, obtidos mediante o cálculo:

$$\begin{array}{r} 1\text{Litro} \text{ -----} 15 \\ \text{min} \\ 25\text{L} \text{ -----} x \end{array}$$

Onde, 375 min por dia, equivalem a Q= 0,3L/segundo, logo, 22500 segundos de funcionamento diário multiplicado pela vazão 0,3, obtém-se por dia 6840L/dia (6750L de + 90L) de água potável (H₂O_t), desperdiçada nos primeiros 20minutos de

funcionamento do aparelho e mais 6750L de água para cada litro em diante. Pensado que o funcionamento se dá em 20 dias no mês, obtém-se os dados:

$6840\text{L}/\text{dia} \times 20 = 136800 \text{ L}/\text{mês}$ de água potável (H₂O_t) desperdiçadas.

Para o cálculo da economia de água obtida, levou-se em consideração o consumo de água destilada produzida (25L) em relação ao sistema de recirculação, que possui um volume útil de 40L, mais 5L de capacidade da caldeira, levando-se em consideração de 5% de evaporação, perfazendo um volume diário de 100L. A figura 4 apresenta a modificação no sistema de destilação.

Figura 4 - Sistema implementado no destilador de água



Fonte: (AUTORES, 2019)

Após a implementação do sistema, observou-se significativa economia tanto em L/min quanto em energia, o que pode ser explicado pelas leis da termodinâmica, onde um corpo mais quente irá tender a ceder temperatura para o corpo de menor temperatura. Com o trocador de calor, foi possível realizar estas trocas de temperatura, o que resultou em um facilitador no processo de destilação, pois a água de saída que antes da torneira que era de 47,20 C°, passou para 26 C°, sendo assim, ao entrar novamente no circuito, esta água menos quente resfria a água que passa paralelamente a esta dentro da serpentina. O quadro 3 demonstra os dados anteriores e o depois da implementação do produto.

Segundo o site do SAAE, considerando que até 10 mil litros é estabelecido o pagamento fixo de R\$ 21,73 e de 11 a 20 mil litros há um acréscimo de R\$ 3,42 para

cada mil litros, observou-se uma redução em torno de 98,5% do consumo de água, havendo uma economia de R\$ 21,51 mensal.

Quadro 3 – Relação tempo X volume X temperatura durante a destilação de 1L de água.

Águas	Tempo para completar 1L	Temperatura de entrada (C°)	Temperatura de saída (C°)	Temperatura Após implementação do sistema em (C°)
Água destilada	14,52min aprox. 15min	28,30	31,40	31,00
Água da torneira	33seg aprox. 0,55min	28,30	47,20	26,00

Fonte: AUTORES, 2019

5. Conclusão

A preocupação com o desperdício de água faz com que sejam pensadas medidas eficazes e eficientes para tornar processos diários mais econômicos e sustentáveis. De acordo com os dados encontrados nesta pesquisa, foi possível com equipamentos recicláveis e com pouco tempo, obter uma economia satisfatória no setor, podendo ser aplicado tal projeto nos demais laboratórios da instituição e já apontando para futuras medidas sustentáveis para outros equipamentos que também necessitam de resfriamento por água corrente durante seu funcionamento, havendo economia de 6740 litros de água limpa por dia, apenas no laboratório piloto.

Agradecimentos

Os agradecimentos às empresas COMERCIAL VIBRAS e AG-SOLUTIONS que cederam parte do material utilizado no produto.

Agradecimentos também à todos os setores pertencentes à prefeitura do Campus Três Poços do Centro Universitário de Volta Redonda, mas especialmente: carpintaria, serralheria, refrigeração e almoxarifado que muito auxiliaram para a aquisição de materiais reciclados durante o projeto.

Referências

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Dispõe sobre regulamentação técnica para funcionamento de laboratórios clínicos. Resolução da Diretoria Colegiada, RDC no 302, 2005.

BRITO, Carla Maria Alves. **Água como recurso renovável**: O design na concepção de um produto para uma prática sustentável. Dissertação (Mestrado em Design Industrial). Escola Superior de Artes e Design, Porto, 2008. 131. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/12234/2/Texto%20integral.pdf>
Acesso em: 25 março 2019

FACO, Igor Bicalho. Diferentes modelos de gestão da água e a inclusão hídrica universal. **Leopoldianum**, n. 44, p. 18, 2018. ISSN 122. Disponível em: <periodicos.unisantos.br/leopoldianum/article/download/797/668> Acesso: 15 de maio de 2019

GRAZIANO, José. Escassez de água, desafio à sustentabilidade. **Valor Econômico**, 28 março 2017. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/artigo-escassez-de-agua-desafio-a-sustentabilidade/>. Acesso: 13 março de 2019

MENDES, Maria Elizabete; FAGUNDES, Carla Costa; PORTO, Cláudio Campos; BENTO, Laiz Cameirão; COSTA, Thiago Guarato Rodrigues; SANTOS, Ricardo Alexandre; SUMITA, Nairo Massakazu. **A importância da qualidade da água reagente no laboratório clínico**. *Bras Patol Med Lab*, v. 47, n. 3, p. 217-223; junho 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/jbpml/v47n3/v47n3a04.pdf> Acesso: 11 de maio de 2019

MIRANDA, D.A.; YOGUI, G.T. Procedimento para utilização e manutenção do destilador de água. Procedimento Operacional Padrão OrganoMAR- 2012-04, Revisão nº1. Laboratório de Compostos Orgânicos em Ecossistemas Costeiros e Marinhos, Departamento de Oceanografia, Universidade federal de Pernambuco, 6p. 2012. Disponível em: <https://www.ufpe.br/documents/951030/981240/2012-04-r1.pdf/8e8eb995-c3b5-40ee-bed1-844f75996e0c> Acesso: 10 de junho de 2019

PNCQ – Programa Nacional de Controle de Qualidade: Educação Continuada. **Água reagente no laboratório clínico.** Disponível em: http://www.pncq.org.br/participantes/atualizacao_baixo_001.asp Acesso em: 7 de maio de 2019.

Resolução ANEEL N° 2.523/19 de 26/03/2019. VIGÊNCIA A PARTIR DE 01/04/2019. Disponível em: <http://www.light.com.br/para-residencias/Sua-Conta/composicao-da-tarifa.aspx>. Acesso: 15 de agosto de 2019

Design de interface: aplicativo Toca Logo

Interface Design: Toca Logo app

OLIVEIRA, J. V. B.¹; BOTELHO, A. R.¹

1 – UniFOA, Centro Universitário de Volta Redonda, Volta Redonda, RJ.

aline.botelho@foa.org.br

RESUMO

Este trabalho consiste no desenvolvimento de uma interface gráfica para um aplicativo móvel de contratação de músicos seguindo conceitos e métodos de design centrado no usuário. Todo o processo consistiu no método descrito por Jesse James Garrett em seu livro *The Elements of User Experience* (2011), que possui cinco etapas: Estratégia, escopo, estrutura, esqueleto e superfície. Tais etapas nortearam o desenvolvimento do projeto, desde a concepção dos primeiros wireframes até a realização de um protótipo de alta fidelidade.

Palavras-chave: Design de Interface. Aplicativo. Usabilidade.

ABSTRACT

*This work consists in the development of a graphical interface for a mobile application of hiring musicians following concepts and methods of user centered design. The entire process consisted of the method described by Jesse James Garrett in his book *The Elements of User Experience* (2011), which has five stages: Strategy, Scope, structure, skeleton and surface. These steps guided the development of the project, from the design of the first wireframes to the development of a high fidelity prototype.*

Keywords: Interface Design. App. Usability.

1. Introdução

Com a competitividade exigida pelo mercado, o acesso a informações relevantes que auxiliam na tomada de decisões se torna cada vez mais importante, e a tecnologia traz novas oportunidades a serem exploradas, e um dos maiores desafios

imposto ao designer é transformar os benefícios da evolução tecnológica no mercado mundial e também o brasileiro.

Um público que pode se beneficiar dessa evolução são os músicos autônomos, que muitas vezes trabalham sobrecarregados. Segundo a pesquisadora Karina Poli, da USP Beto Figueiroa, em uma entrevista realizada em 2015 ao portal EBC (Empresa Brasil de Comunicação), 67% dos músicos fazem a gestão do próprio trabalho artístico e 60% utilizam a internet como uma forma de divulgar seu trabalho.

Diante deste cenário, observou-se a necessidade de criar uma solução para conectar músicos autônomos a empresários e pessoas com a necessidade de encontrar o melhor músico com o perfil desejado, dentro do orçamento e com agenda disponível, sem a necessidade de dedicar muito tempo em pesquisas de mercado e realizando o mínimo de esforço possível.

Segundo pesquisa realizada pelo IBGE e divulgada pelo portal G1, o celular é o principal aparelho para acessar a internet no Brasil. Em 2016, o eletrônico era usado por 94,6% dos internautas, à frente de computadores (63,7%), *tablets* (16,4%) e televisões (11,3%).

As startups são novos modelos de negócios escaláveis e que oferecem serviços inovadores através de uma plataforma digital, como por exemplo, aplicativos. Elas estão em amplo crescimento na atualidade e, será o ponto de partida deste projeto, com a startup Toca Logo. Deste modo tem-se como objetivo deste projeto desenvolver a interface de um aplicativo para dispositivos móveis para o usuário que busca encontrar uma banda ou músico e também para aqueles que irão utilizar a ferramenta como forma de divulgação do seu trabalho.

Dado este crescimento no mercado de produtos e serviços digitais, a competitividade aumentou e os princípios de design e usabilidade são cada vez mais essenciais para esses serviços se destacarem, aumentando a experiência do usuário e sentimentos positivos com o mesmo.

2. Metodologia

O presente projeto foi baseado na metodologia proposta por Jesse James Garrett em seu livro “The Elements of User Experience” (2011), o qual apresentou os

elementos que compõem a experiência do usuário dentro do desenvolvimento de produtos para web.

Esse método é baseado e estruturado em cinco planos essenciais: estratégia, escopo, estrutura, esqueleto e superfície. Dentro de um projeto, esses elementos envolvem diferentes disciplinas, entre elas a arquitetura de informação, o design de interação e o design de interfaces.

Cada plano depende dos planos abaixo dele. Então, a superfície depende do esqueleto, que depende da estrutura, que depende do escopo, que depende da estratégia. Quando as escolhas que fazemos não se alinham com aquelas acima e abaixo, projetos descarrilam, os prazos são perdidos, e os custos começam a disparar assim como a equipe de desenvolvimento tenta juntar componentes que não estão naturalmente aptos. Pior ainda, quando o produto finalmente é lançado, os usuários muitas vezes detestam, porque não oferece uma experiência satisfatória. (GARRETT, 2011, p. 22, tradução nossa)

Durante o desenvolvimento de um projeto, esses planos são percorridos partindo do nível mais abstrato (o da estratégia) para o mais concreto (o da superfície).

Ainda segundo Garrett (2011), podemos classificar cada etapa como:

A Estratégia é o primeiro e importante passo para o desenvolvimento do projeto, definir a estratégia que será adotada. Segundo Garrett (2011), falhas frequentemente acontecem porque antes do início do projeto, antes mesmo dos primeiros códigos serem escritos, ninguém fez dois questionamentos básicos: Qual nosso objetivo com esse aplicativo? E o que os usuários esperam desse aplicativo?

Nesta etapa é crucial que se entenda as necessidades, desejos e objetivos das pessoas que irão utilizar o aplicativo, assim como traçar a estratégia a ser utilizada e definir o quê e para quem se quer comunicar.

Para chegar ao fundo dessas necessidades, temos de definir apenas quem nossos usuários são. Uma vez que sabemos quem estamos tentando alcançar, podemos realizar pesquisas com eles, em outras palavras, fazer-lhes perguntas e observar seu comportamento. Essa pesquisa pode nos ajudar definir e priorizar o que as pessoas precisam e quando usar o nosso produto. (GARRETT, 2011, p. 42, tradução nossa)

Segundo Garrett (2011), identificar as necessidades do usuário torna-se uma tarefa complicada, principalmente se estamos criando um aplicativo móvel destinado ao público consumidor devido à grande diversidade de pessoas. Para facilitar essa tarefa, é utilizada a segmentação de usuário, onde são divididos em pequenos grupos formados por usuários com características em comum.

A etapa seguinte consiste no Escopo, onde são definidas todos os requisitos e características do projeto, sendo estabelecido o conteúdo que estará presente no projeto. Cabe ressaltar que tão ou mais importante do que deixar claro aquilo que faz parte do projeto, é definir o que não faz. Quando definimos o escopo de nosso projeto definimos o foco de nosso trabalho, deixando absolutamente claro aquilo que será incluído e aquilo que será excluído, por sua vez. Um escopo mal feito pode acarretar retrabalho ou prejuízo para quem está desenvolvendo o projeto, uma vez que quando não existem fronteiras bem definidas, damos margem à especulação e à dúvida. (JARDIM FILHO et al., 2014)

Segundo Garrett (2011, p.58), esta etapa é tão importante porque nos dá uma visão ampla dos potenciais conflitos e falhas no projeto, enquanto tudo ainda é hipotético, nos dando a possibilidade de identificar questões mais urgentes que precisam ser resolvidas agora, e aquelas que podem esperar até mais tarde.

Segundo Garrett (2011, p.20), a Estrutura trata-se da etapa onde é definida como os usuários chegarão em uma determinada página, e onde poderão ir depois.

A região da estrutura é o terceiro dos cinco planos e apropriadamente é o ponto em que as nossas preocupações mudam de questões mais abstratas de estratégia e escopo para os fatores concretos que determinará o que os usuários finalmente experimentarão. Mas a linha entre abstrato e concreto podem ficar embaçados - embora muito do que decidir aqui terá uma influência perceptível, tangível no produto final, as próprias decisões ainda envolvem em grande parte assuntos conceituais. (GARRETT, 2011, p. 80, tradução nossa)

A penúltima etapa é o Esqueleto, etapa responsável pelo desenho da estrutura “óssea” das telas, menus e formulários.

No esqueleto, surge uma bifurcação conceitual: o design de navegação e o de informação. O design de navegação trata da disposição dos elementos da interface de forma a facilitar a navegação do usuário através da arquitetura da informação. Já o design

da Informação define como apresentar a informação de forma a facilitar o entendimento por parte do usuário. O método de desenho do esqueleto, para que este possa ser representado graficamente chama-se wireframe. (JARDIM FILHO et al., 2014)

Segundo Garrett (2011, p.128), um wireframe, nada mais é do que uma representação simplista de todos os elementos de uma e como eles se encaixam em uma determinada página, podendo ter níveis variados de detalhes.

No topo dos planos da metodologia de Garrett está a quinta e última etapa, chamada de Superfície. Segundo Garrett (2011), é efetivamente nesta etapa que aspectos funcionais e estéticos são unidos, onde é trabalhado aspectos que os usuários perceberão de imediato: o design visual.

Movendo-se para o plano da superfície, estamos agora lidando com o design sensorial e apresentação dos arranjos lógicos que compõem o esqueleto do produto. Por exemplo, através da atenção ao design da informação, determinamos como devemos agrupar e organizar os elementos de informação da página; através da atenção para design visual, determinamos como esse arranjo deve ser apresentado visualmente. (GARRETT, 2011, p.134, tradução nossa).

3. Resultados e Discussão

Neste projeto, foi utilizado como assinatura visual do aplicativo o conceito da logo pré-existente e que já é usada pela startup. A pedido do cliente o logotipo sofreu pequenas alterações, tendo apenas a tipografia redesenhada, acrescentando curvas mais suaves e formas mais arredondadas.

Trata-se de uma logo com tipografia cursiva, sem utilização de símbolo, contendo um conector utilizado em equipamentos musicais completando a letra “g”.

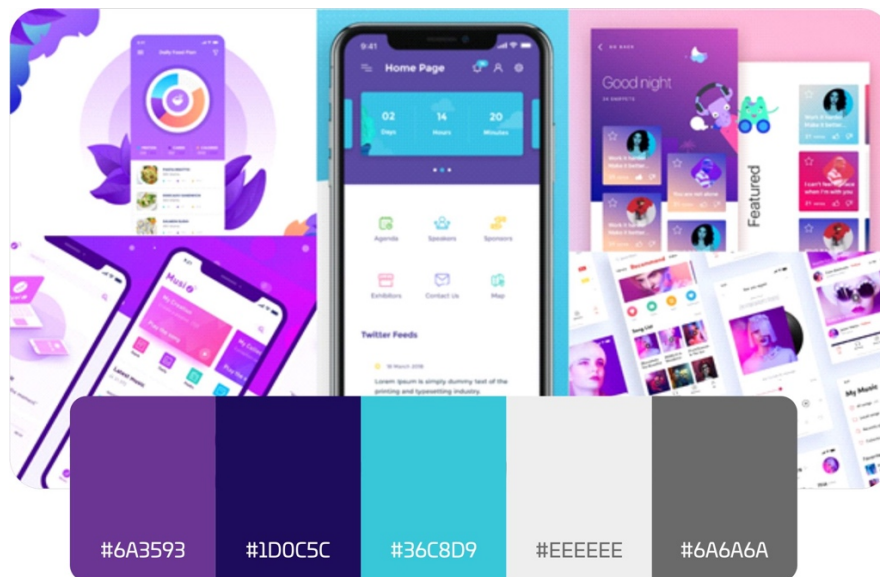
Figura 7 – Logotipo



Fonte: O Autor

O grupo de cores utilizado para a composição da interface do aplicativo foi selecionado considerando o painel do tema visual, de modo que combinadas geram um resultado cromático harmônico.

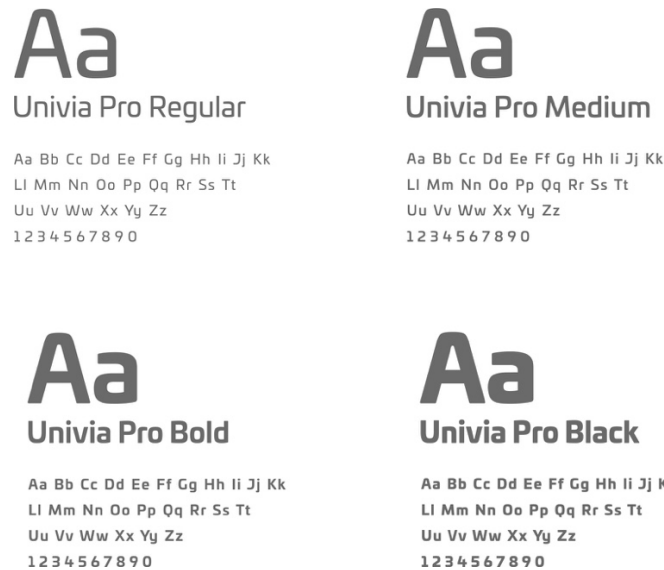
Figura 2 - Cores do aplicativo



Fonte: O Autor

A tipografia utilizada no projeto pertence à família tipográfica Univia Pro, projetada por Olivier Gourvat em dezembro de 2015, a Univia Pro é uma família de fontes OpenType contemporânea, com modernidade e versatilidade. Possui uma aparência agradável, extremamente moderna e com muita personalidade, principalmente por curvas suaves e cantos arredondados que formam um estilo muito único em toda a família. Ele também fornece amplo suporte a idiomas. A família de fontes oferece 18 variações (9 pesos e itálicos).

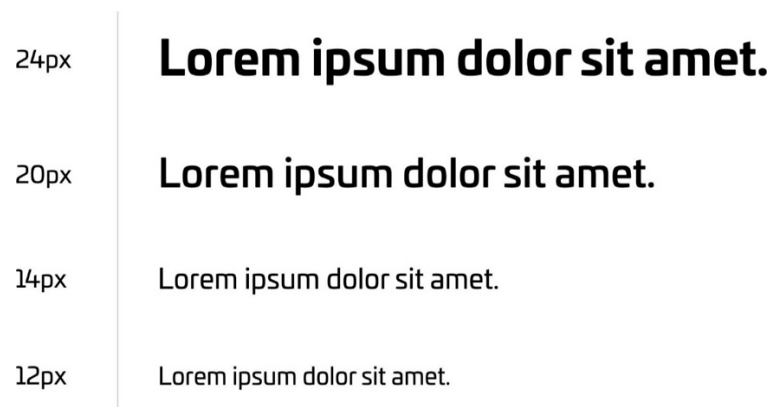
Figura 3 - Tipografia do aplicativo



Fonte: O Autor

O tamanho dos caracteres foi definido de acordo com a hierarquia dos textos (títulos, subtítulos etc.), estabelecendo-se uma relação de proporção entre os elementos. Esta padronização de proporção tipográfica foi estabelecida para proporcionar uma experiência de uso agradável, com estética harmônica e equilibrada, para favorecer sempre a legibilidade da mancha gráfica.

Figura 4 - Escala tipográfica

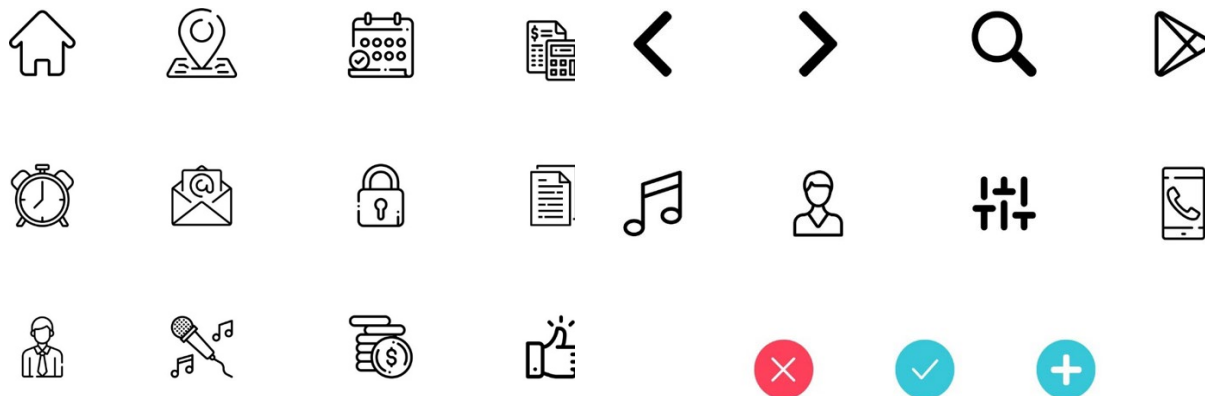


Fonte: O Autor

Os elementos iconográficos desenvolvidos para representar áreas, ações e objetos do aplicativo foram projetados com aspecto visual simples, mas representativo. Através de linhas, curvas e uma cor única (que varia com a aplicação),

os ícones foram moldados e adaptados à coerência gráfica adotada para a interface. Cada ícone tem a sua particularidade e todos formam uma unidade que representam a iconografia geral do produto.

Figura 5 - Ícones

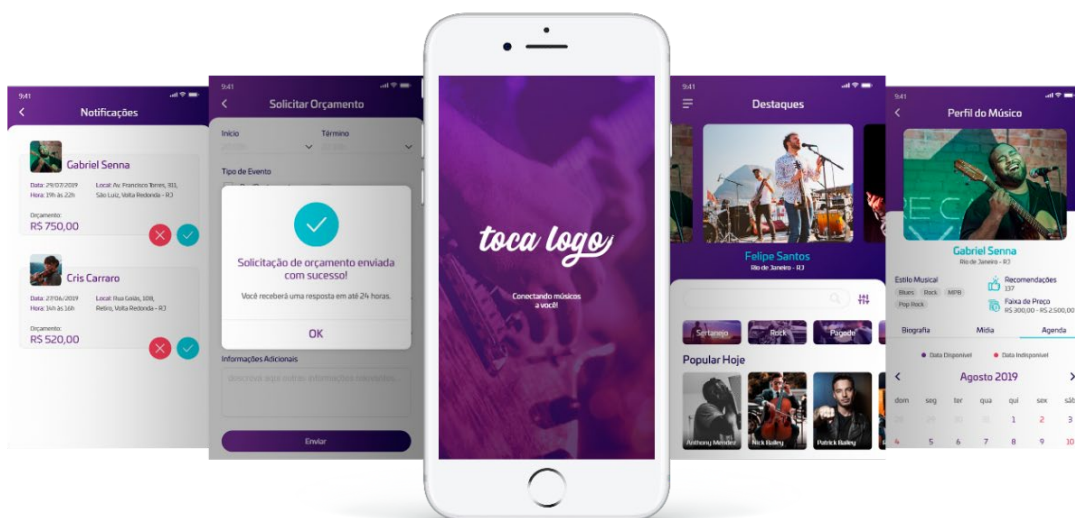


Fonte: O Autor

O resultado final se deu após a definição de toda identidade visual do projeto, como cores, tipografia, escala, iconografia e etc.

Todo o aplicativo foi desenvolvido utilizando o Software Adobe XD, também conhecido como Adobe Experience Design, trata-se de um aplicativo da Adobe Systems que ajuda aos profissionais de design a organizar o fluxo de trabalho para criação de interfaces para aplicativos móveis e desktop, englobando os passos desde a concepção do projeto até visualização de protótipos e compartilhamento.

Figura 6 - Mockup



Fonte: O Autor

O protótipo do aplicativo Toca Logo desenvolvido neste projeto pode ser acessado através do hiperlink (<http://bit.ly/tocalogo>) ou pelo QR Code abaixo.

Figura 7 - QR Code



Use a câmera do seu smartphone para ler o código ao lado

Fonte: O Autor

4. Conclusão

Após a realização deste projeto, podemos concluir que a interface desenvolvida para a startup Toca Logo está apta a receber todo processo de programação e codificação necessários, para então ser implementada e colocada no mercado.

A metodologia de Jesse James Garrett (2011), se fez muito completa de acordo com a ampla abordagem necessária para o projeto, desde a fase de identificação dos problemas até sua prototipação para se tangibilizar a ideia abordada, com isso sua estrutura se fez bastante eficaz para a execução do projeto.

A solução foi estruturada de acordo com todos os requisitos presentes na síntese, levando em consideração as dificuldades que os usuários poderiam ter, analisando os aplicativos similares identificando seus pontos positivos, negativos e interessantes, foi elaborada uma interface de fácil acesso, dando destaques ao conteúdo e fazendo com que o usuário conclua a tarefa desejada com o mínimo de estampas possível.

Ao decorrer do projeto, vemos que os assuntos abordados foram de suma importância para o resultado final. Já que aspectos de usabilidade, arquitetura da informação, cores e tipografias, foram introduzidos de forma embasada, o que ajudou a dar mais a relevância e originalidade do aplicativo.

Portanto, conclui-se que o projeto atende ao objetivo de criar uma solução com a finalidade de conectar músicos a empresários e pessoas com a necessidade de encontrar uma ampla variedade de músicos com o mínimo de esforço e tempo.

Referências

AMBROSE, Gavin; HARRIS, Paul. Cor. 2. Ed. Porto Alegre: Bookman. 2009.

Blog PayPal Brasil. Disponível em: <<https://www.paypal.com/stories/br/mais-de-84-dos-brasileiros-ja-compram-servicos-pelo-smartphone>> Acesso em: 25 de agosto de 2018.

Bitzen. Design de interfaces, o que é, qual sua importância? Disponível em: <<http://bitzen.com.br/desenvolvimento-de-software/design-de-interfaces-o-que-e-qual-sua-importancia>> Acesso em: 27 de outubro de 2018.

Business Insider. Global app downloads broke a record in Q4. Disponível em: <<https://www.businessinsider.com/global-app-downloads-broke-q4-record-2018-1>> Acesso em: 03 de novembro de 2018.

Caelum. Ux e Usabilidade aplicados em mobile e web. Disponível em: <<https://www.caelum.com.br/download/caelum-ux-usabilidade-wd41.pdf>> Acesso em: 03 de novembro de 2018.

Empresa Brasil de Comunicação. Disponível em:
<<http://www.ebc.com.br/cultura/2015/02/pesquisa-quer-tracar-perfil-do-musico-do-brasil>> Acesso em: 06 de outubro de 2018.

Exame. Mercado de shows atrai empreendedores. Disponível em:
<<https://exame.abril.com.br/pme/mercado-de-shows-atrai-empresendedores/>>
Acesso em: 03 de novembro de 2018.

GARRETT, Jesse James. The elements of User Experience. Berkeley: Peachpit, 2011.

Information Architecture Institute. Disponível em: <<https://www.iainstitute.org/what-is-ia>> Acesso em: 02 de novembro de 2018.

Jardim Filho, Airton Jordani; Oliveira, Sandra Regina Ramalho e; Santos, Flavio Anthero Nunes Vianna dos; "A AVALIAÇÃO HEURÍSTICA APLICADA AO PLANO DE SUPERFÍCIE NO MÉTODO DE PROJETO CENTRADO NO USUÁRIO, DE JESSE JAMES GARRETT", p. 1154-1166 . In: Anais do 11º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design [Blucher Design Proceedings, v. 1, n. 4]. São Paulo: Blucher, 2014.

KOVALENKO. Grids em Design Gráfico e Web. Disponível em:
<<https://medium.com/gravitdesigner/grids-in-graphic-and-web-design-be20e3158efd>> Acesso em: 19 de novembro de 2018.

Nielsen Norman Group. Card Sorting: Descubra os modelos mentais dos usuários para uma melhor arquitetura de informações. Disponível em:
<<https://www.nngroup.com/articles/card-sorting-definition>> Acesso em: 02 de novembro de 2018.

PEREIRA, Rogério. User experience design: como criar produtos digitais com foco nas pessoas. São Paulo: Casa do Código, 2018.

PAIS, André Rafael Pinto Xavier. Tipografia para web. Rio de Janeiro: Origamid Books, 2015.

Sebrae. Estudo de inteligência do mercado da música. Disponível em:
<http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf>

/9a9010a3ba4a4a43995c6fcb4546fcd5/\$File/5809.pdf> Acesso em: 03 de novembro de 2018.

HSUAN-AN, Tai. Design: conceitos e métodos [livro eletrônico]. São Paulo: Blucher, 2018.

Remoção de Metais Pesados da Água do Rio Paraopeba após o Rompimento da Barragem Mina Córrego do Feijão

Heavy Metal Removal from Paraopeba River Water after Dam Collapse Mina Córrego do Feijão

CYRNE, R. C. O¹; SALES, R.A.¹, ARAUJO, M. V. F.¹; ARAUJO, M. J. F.

1 – UniFOA, Centro Universitário de Volta Redonda, Volta Redonda, R.J.

rafaelcyrne@gmail.com / renata.asales@hotmail.com

RESUMO

O rompimento da barragem de Brumadinho, em 25 de janeiro de 2019, resultou em um dos maiores desastres com rejeitos de mineração no Brasil. Tais rejeitos que vazaram da mina Córrego do Feijão, da Vale, avançaram pelo Rio Paraopeba, que abastece uma mancha urbana de cerca de 3 milhões de pessoas. Materiais presentes no material da barragem rompida, como Ferro, Manganês, Alumínio e Níquel, podem prejudicar os usos preponderantes a partir da contaminação da água. Nesse sentido, este trabalho visa um estudo de tratabilidade a partir de um filtro de carvão ativado, resina catiônica e zeólita, em três taxas diferentes, para a remoção de metais pesados presentes na água deste Rio. Na taxa de 5 m³/m².h observa-se a remoção de 100% do Alumínio, 100% do Ferro, 98,3% do Manganês e 66,7% do Níquel. Na taxa de 10 m³/m².h observa-se a remoção de 100% do Alumínio, 100% do Ferro, 98,3% do Manganês e 33,4% do Níquel. Na taxa de 15 m³/m².h observa-se a remoção de 100% do Alumínio, 100% do Ferro, 100% do Manganês, 100% do Níquel. A eficiência do filtro se mostrou elevada nas três taxas testadas, mostrando a potencialidade destes materiais.

Palavras-chave: Brumadinho. Rejeitos de Mineração. Filtro de Carvão Ativado. Filtro de Zeólita. Filtro de Resina Catiônica.

ABSTRACT

The Brumadinho dam collapse on 25 January 2019 resulted in one of the largest mining tailings disasters in Brazil. Such tailings that leaked from Mina Córrego do Feijão, advanced along the Paraopeba River, which supplies an urban area of about 3 million people. Materials present in ruptured dam material, such as Iron, Manganese, Aluminum and Nickel, can impair overriding uses from water contamination. In this

sense, this work aims a study of treatability from a activated carbon filter, cationic resin and zeolite, at three different rates, for the removal of heavy metals present in the water of this river. At the rate of $5 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{h}$ The removal of 100% of Aluminum, 100% of Iron, 98.3% of Manganese and 66.7% of Nickel is observed. In the $10 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{h}$ there is the removal of 100% Aluminum, 100% Iron, 98.3% Manganese and 33.4% Nickel. In the $15 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{h}$ there is the removal of 100% Aluminum, 100% Iron, 100% Manganese, 100% Nickel. The filter efficiency was high in the three tested rates, showing the potential of these materials.

Keywords: Brumadinho. Mining Tailings. Activated Carbon Filter. Zeolite Filter. Cationic Resin Filter.

1. Introdução

A mineração de substâncias metálicas acompanhou o desenvolvimento do Brasil desde a época da Colônia. A procura por metais preciosos, principalmente o ouro por parte dos bandeirantes, culminaram novos caminhos para a interiorização do país. À medida que aumentavam a ocupação territorial e o conhecimento sobre novas tecnologias, novos depósitos minerais foram descobertos e alguns metais - como o ferro e o manganês - passaram a ser vistos com um maior interesse (ANM, 2018).

Atualmente, de acordo com o Anuário Mineral Brasileiro de 2018, o valor da produção comercializada das onze principais substâncias metálicas – Alumínio, Cobre, Cromo, Estanho, Ferro, Manganês, Nióbio, Níquel, Ouro, Vanádio e Zinco – totalizou mais de 88 bilhões de reais, com destaque para as produções dos estados do Pará e de Minas Gerais, que obtiveram 90% deste valor, e para o minério de ferro, responsabilizado por mais de 71% do valor total.

É certo que a exploração de minério gera preocupações na esfera ambiental. Tais preocupações estão diretamente relacionadas a instabilidades de barragens de rejeitos da mineração, aos desafios encontrados pelo sistema de fiscalização ambiental do país, e, principalmente, aos impactos negativos sob a esfera social e sob os diversos aspectos ambientais (RAMOS *et al.*, 2017).

Dentre tais aspectos ambientais tem-se a depreciação qualitativa dos corpos hídricos próximos a estas mineradoras, os quais possuem diversos usos preponderantes para o desenvolvimento socioeconômico das cidades circunvizinhas. Sabe-se que tais corpos d'água, uma vez depreciados por contaminação de lamas de rejeitos provenientes de rompimento de barragens ratificam um descumprimento do que se tem como direito do cidadão brasileiro em termos de desfrutar de um “meio ambiente ecologicamente equilibrado”, direito este que está contido no artigo 225 da Constituição Federal de 1988.

O caso do rompimento da barragem da Mina Córrego do Feijão, ocorrido em 25 janeiro de 2019 no município de Brumadinho-MG, dispensou 12 milhões de metros cúbicos de rejeitos de mineração, vitimou centenas de trabalhadores e moradores locais, além de ter levado a interrupção do consumo da água do Rio Paraopeba

2. Metodologia

2.1. Coleta de Amostras

Para a coleta das amostras (Figura 1) realizada em maio de 2019, estabeleceu-se um ponto de amostragem no município de São Joaquim de Bicas, 5 km à jusante da captação da Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA) e 24,8 km à jusante da Barragem B1 da mina Córrego do Feijão. Foram utilizados recipientes plásticos de seis litros, posteriormente armazenados em um freezer.

Figura 8 - Trecho de acesso às margens do Rio Paraopeba



Fonte: Os autores (2019).

2.2. Os Aspectos Toxicológicos Analisados

Para a qualificação da água do Rio Paraopeba foram avaliados os seguintes parâmetros: Alumínio Dissolvido, Ferro Dissolvido, Manganês e Níquel Total.

2.2.1. Ensaio de Tratabilidade

Foi realizado ensaio de tratabilidade a nível de bancada para indicar a melhor taxa de remoção de metais. No filtro utilizou-se na camada inferior 360 cm³ de carvão ativado, 360 cm³ de resina catiônica e 360 cm³ de zeólita, conforme ilustra a Figura 2.

Figura 9 - Filtro utilizado para remoção de metal pesado. De baixo pra cima: carvão ativado, resina catiônica e zeólita.



Fonte: Os autores (2019).

Os testes foram feitos em três taxas de filtração: 5, 10 e 15 m³/m².h. O volume inicial foi de 1200 mL diferenciando apenas o tempo de passagem do fluxo de água pelo filtro, sendo, respectivamente 60, 30 e 20 segundos. Coletou-se o filtrado de cada taxa, fazendo a identificação de cada amostra para as análises laboratoriais.

3. Resultados e Discussão

A água do Rio Paraopeba foi caracterizada conforme os seguintes parâmetros: Alumínio Dissolvido, Ferro Dissolvido, Manganês e Níquel apresentados na Tabela 1. Todas as análises foram realizadas em triplicata e os resultados são as médias das leituras.

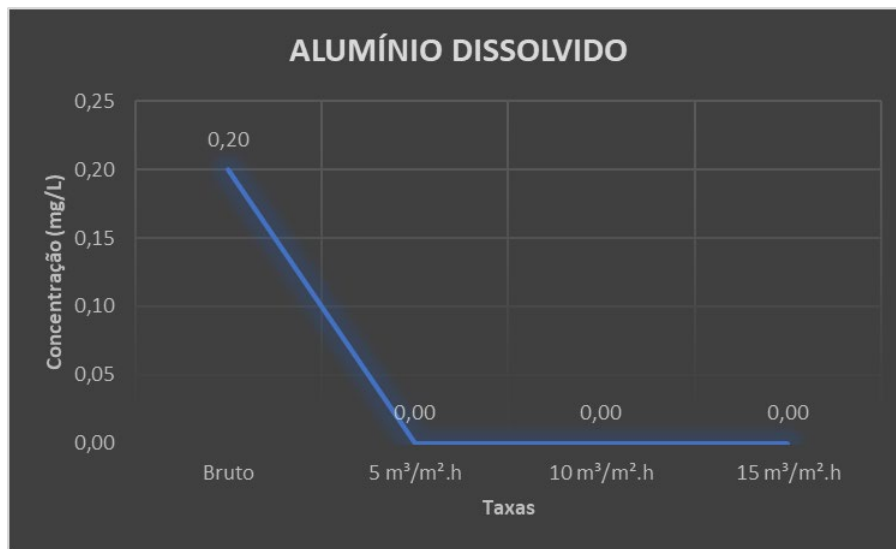
Tabela 2 - Caracterização físico-química da água do Rio Paraopeba.

Parâmetro	Valor	CONAMA 357/05
Alumínio Dissolvido	0,20 mg/L	0,10 mg/L
Ferro Dissolvido	3,00 mg/L	0,30 mg/L
Manganês	3,00 mg/L	0,10 mg/L
Níquel Total	0,006 mg/L	0,025 mg/L

Constata-se que os valores obtidos encontram-se acima do que preconiza a Resolução CONAMA 357/05 para todos os parâmetros analisados.

A Figura 3 apresenta a redução do alumínio dissolvido em função das taxas estudadas. Observa-se que para as três taxas, houve a remoção de 100% do Alumínio.

Figura 10 - Concentração de alumínio dissolvido em função das taxas de tratamento.



Fonte: Os autores (2019).

A Figura 4 apresenta a redução de ferro dissolvido em função das taxas estudadas. Observa-se que para as três taxas, houve a remoção de 100% do Ferro.

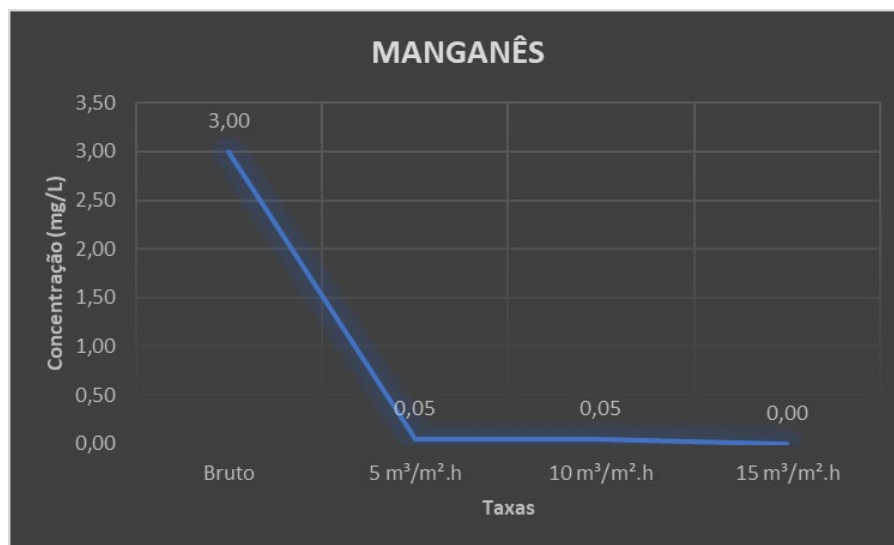
Figura 11 - Concentração de ferro dissolvido em função das taxas de tratamento.



Fonte: Os autores (2019).

A Figura 5 apresenta a redução de manganês em função das taxas estudadas. Observa-se que para a taxa de 5 m³/m².h a concentração de manganês foi de 3,00 mg/L para 0,05 mg/L, representando uma redução de 98,3%, para a taxa de 10 m³/m².h a concentração novamente foi de 3,00 mg/L para 0,05 mg/L. Enquanto, para a taxa de 15 m³/m².h, houve uma redução de 100% do manganês presente.

Figura 12 - Concentração de manganês em função das taxas de tratamento.



Fonte: Os autores (2019).

A Figura 6 apresenta a redução de níquel total em função das taxas estudadas. Observa-se que para a taxa de 5 m³/m².h a concentração de níquel foi de 0,006 mg/L para 0,002 mg/L, representando uma redução de 66,6%. Para a taxa de 10 m³/m².h, a concentração foi de 0,006 mg/L para 0,004 mg/L, representando uma redução de 33,3%. Enquanto, para a taxa de 15 m³/m².h, houve uma redução de 100% do níquel presente.

Figura 13 - Concentração de níquel total em função das taxas de tratamento.



Fonte: Os autores (2019).

Após 1 minuto de filtração na taxa de $5 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{h}$ observa-se a remoção de 100% do Alumínio, 100% do Ferro, 98,3% do Manganês e 66,7% do Níquel. Ratifica-se que todos os valores encontrados estão dentro dos limites máximos estabelecidos.

Após 30 segundos de filtração na taxa de $10 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{h}$ observa-se a remoção de 100% do Alumínio, 100% do Ferro, 98,3% do Manganês e 33,4% do Níquel. Ratifica-se que todos os valores encontrados estão dentro dos limites máximos estabelecidos.

Após 20 segundos de filtração na taxa de $15 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{h}$ observa-se a remoção de 100% do Alumínio, 100% do Ferro, 100% do Manganês, 100% do Níquel. Ratifica-se que todos os valores encontrados estão dentro dos limites máximos estabelecidos.

4. Conclusão

É evidente a necessidade de recuperação do Rio Paraopeba após o rompimento da barragem, haja visto que os principais usos deste rio são: abastecimento doméstico e industrial, irrigação, mineração, dessedentação de animais, pesca e piscicultura. A eficiência do filtro de zeólita, resina catiônica e carvão ativado para tratar a água deste rio se mostrou elevada nas três taxas testadas, mostrando a potencialidade destes materiais.

Referências Bibliográficas

ANM – AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO (2018). Anuário Mineral Brasileiro. 434. Brasília, DF. Disponível em: <http://www.anm.gov.br/dnpm/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/anuario-mineral/anuario-mineral-brasileiro/amb_2018.pdf>.

BRASIL. **Resolução CONAMA n°357**, de 17 de março de 2005. Classificação de águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional. Publicado no D.O.U.

CNDH - Conselho Nacional dos Direitos Humanos. **Relatório da missão emergencial a Brumadinho/MG após rompimento da Barragem da Vale S/A** – Brasília: Conselho Nacional dos Direitos Humanos; 2019

RAMOS, A. A., DE OLIVEIRA, J. F., NARDI, M. F., & CUNHA, M. A. (2017). **O caso de estudo “Samarco”: Os impactos ambientais, econômicos e sociais, relativos ao desastre de Mariana**. Unisanta BioScience, 6(4), 316-327.

Análise de harmônicas elétricas de acordo com o ângulo de disparo de SCR's utilizados em conversores estáticos

Analysis of harmonics electrical according to the firing angle of SCR's used in static converters

PIMENTA, W. R.¹; SILVA, C. M. F.¹

1 – UniFOA, Centro Universitário de Volta Redonda, Volta Redonda, RJ.

wesleyrossi2@bol.com.br

claudimfs@gmail.com

RESUMO

As variações de corrente e tensão na forma de onda senoidal podem ser descritas em termos das distorções em frequências múltiplas da fundamental que são descritas como distorções harmônicas. Em um sistema elétrico as harmônicas são causadas por diversos fatores característicos das cargas não lineares, então o objetivo primordial do trabalho é verificar através de uma simulação, as variações das distorções harmônicas quando utilizadas cargas não lineares características de conversores estáticos, utilizando o dispositivo SCR, e assim, verificar quais as intensidades das distorções harmônicas para variação dos valores de ângulo de disparo dos SCR's, com intuito de verificar qual modelo característico da corrente elétrica para este tipo cargas não lineares que está em crescente no mercado, auxiliando o dimensionamento de sistemas e análises destas cargas. Sendo assim, foi desenvolvido um modelo de simulação no software Simulink para análise destas, e, os ângulos de disparos, foram estabelecidos entre 0° - 180° até 150° - 330°, com uma taxa de crescimento de 30°, e uma análise das harmônicas até a 24° ordem. Para os valores de disparo equivalente a 30° - 210° exibiram uma predominância das harmônicas ímpares de 3° e 5° ordem. Já para o disparo de 150° - 330° foram verificados elevados valores de amplitude das harmônicas ímpares até a 23° ordem. E com isso, pode ser verificado que os valores de amplitude e ordem das harmônicas estão diretamente relacionados com o aumento dos valores do ângulo de disparo dos SCR's, gerando assim, perturbações e danos no sistema elétrico.

Palavras-chave: Harmônicas elétricas. Conversores estáticos. SCR.

ABSTRACT

Sine wave current and voltage variations can be described in terms of the multi-frequency fundamental distortions that are described as harmonic distortions. In an electrical system the harmonics are caused by several characteristic factors of nonlinear loads, so the primary objective of the work is to verify through a simulation, the variations of harmonic distortions when using nonlinear loads characteristic of static converters, using the SCR device, Thus, to verify the intensities of the harmonic distortions to vary the firing angle values of the SCR's, in order to verify which characteristic model of the electric current for this type of nonlinear loads is increasing in the market, helping the design of systems and analyzes of these loads. Thus, a simulation model was developed in the Simulink software to analyze them, and the shooting angles were established between $0^\circ - 180^\circ$ to $150^\circ - 330^\circ$, with a growth rate of 30° , and a harmonic analysis up to 24^o. order. For the firing values equivalent to $30^\circ - 210^\circ$ they exhibited a predominance of odd harmonics of 3rd and 5th order. For the $150^\circ - 330^\circ$ firing, high amplitude values of the odd harmonics were verified up to the 23rd order. And with this, it can be verified that the amplitude and order values of the harmonics are directly related to the increase of the firing angle values of the SCR's, thus generating disturbances and damages in the electrical system.

Keywords: *Electric harmonics. Static converters. SCR.*

1. Introdução

Naturalmente, as fontes de tensão de um sistema elétrico variante no tempo, deveriam exibir uma forma de onda senoidal para alimentar as cargas dos seus consumidores. Mas nem sempre isso acontece devido as diversas reações encontradas no sistema, onde se torna difícil preservar sua condição original. As variações de corrente e tensão na forma de onda senoidal podem ser descritas em termos das distorções em frequências múltiplas da fundamental que são descritas como distorções harmônicas. (C. DE LA ROSA, 2006)

As distorções harmônicas não representam um fenômeno novo, mas atualmente representam um dos maiores problemas do sistema elétrico. Em um sistema elétrico, as harmônicas são causadas por diversos fatores como: saturação de transformadores, fornos industriais, dispositivos eletrônicos e outros dispositivos elétricos caracterizados como cargas não lineares. Os efeitos causados pelas distorções harmônicas também são diversos, como perdas elétricas, efeitos em máquinas elétricas, interferências elétricas, falhas no nível de tensão de sistemas e falha em bancos de capacitores para correção de fator de potência. (C. DE LA ROSA, 2006)

As cargas não lineares, são modelos de cargas que a forma de onda da corrente elétrica não se apresenta da mesma forma de onda da tensão. Sendo assim, pode-se determinar que a relação entre a tensão e a corrente não descreve uma curva linear. Dentre os maiores modelos de cargas não lineares estão os dispositivos retificadores encontrados nos conversores de potência, UPS, fornos elétricos, lâmpadas fluorescentes, dentre outros. (MORENO, 2001)

As harmônicas são classificadas basicamente em dois modelos: pares e ímpares. As harmônicas pares são verificadas no sistema, quando a forma de onda exibe uma determinada assimetria, característica das componentes contínuas. Já as componentes ímpares estão presentes com mais facilidade no sistema elétrico, devido as características da forma de onda apresentar uma determinada simetria. Por exemplo, para conversores de 6 pulsos, estão presentes as harmônicas de 5°, 7°, 11°, 13° ordem, já para os conversores de 12 pulsos, as harmônicas presentes serão as de 11°, 13°, 23°, 25°, 35°, 37°. (MORENO, 2001)

Contudo, o objetivo primordial do trabalho é verificar através de uma simulação matemática com o software Simulink, as variações das distorções harmônicas quando utilizadas cargas não lineares características de conversores estáticos, utilizando o dispositivo SCR, e assim, verificar quais as intensidades das distorções harmônicas para variação dos valores de ângulo de disparo dos SCR's, utilizando cargas puramente resistivas e indutivas.

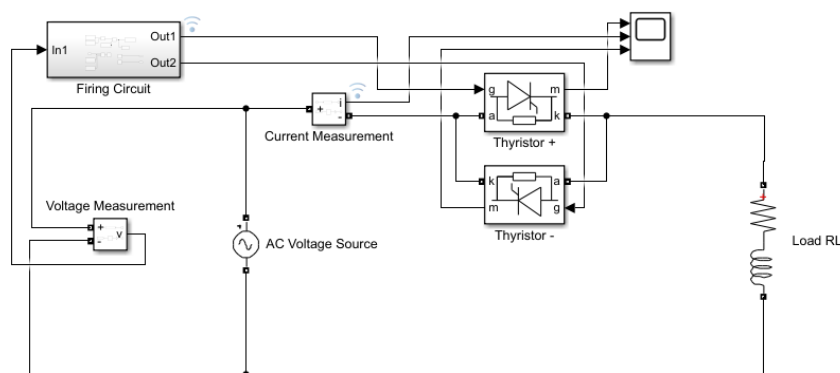
O mapeamento das intensidades das harmônicas e quais frequências estas apresentam, exibirá um passo para as análises de distorções harmônicas em

conversores estáticos, que estão em crescente no mercado, auxiliando na análise de dimensionamento dos mesmos e de sistemas de proteção para este modelo de carga.

2. Metodologia

Com o objetivo de realizar a análise das distorções harmônicas de corrente em SCR's simulando um conversor estático para os diversos valores dos ângulos de disparo, foi utilizado o software Simulink. Então, inicialmente foi verificado na biblioteca do software Simulink, e realizado a montagem do modelo elétrico a ser simulado, utilizando um modelo de carga resistiva e indutiva, em série com um par de SCR's em antiparalelo, conforme Figura 1.

Figura 1 - Modelo circuito elétrico com carga RL

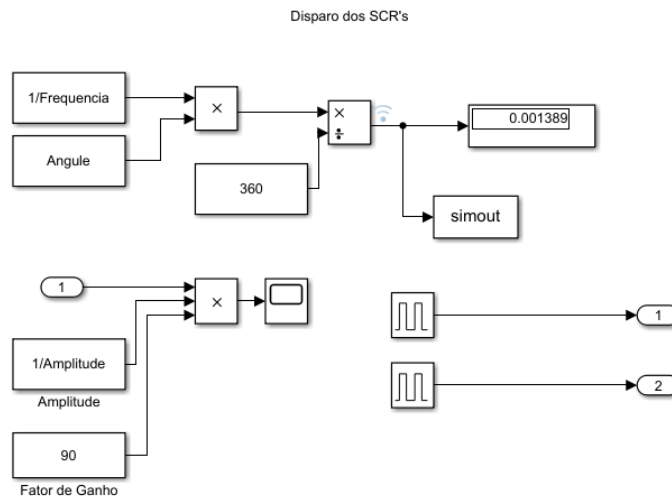


Fonte: (Autores, 2019)

O circuito de disparo, é chave fundamental para garantir a funcionalidade do ensaio, pois ele é responsável por modular em qual período deverá ser disparado os SCR's, de acordo com o ângulo de disparo solicitado, e a partir disso, realizar as análises das harmônicas elétricas.

Com isso, foi criado um modelo de simulação para realizar esses modelos de cálculo no software Simulink conforme Figura 2:

Figura 2 - Modelo de cálculo do ângulo de disparo



Fonte: (Autores, 2019)

No entanto, para facilitar a inserção de dados no sistema, foi desenvolvida uma dashboard para inserção dos valores do ângulo de disparo, resistência, indutância, tensão e frequência, conforme mostra Figura 3:

Figura 3 - Dashboard para inserção de dados

Inputs

Ângulo de disparo

Input

Resistencia

Indutância

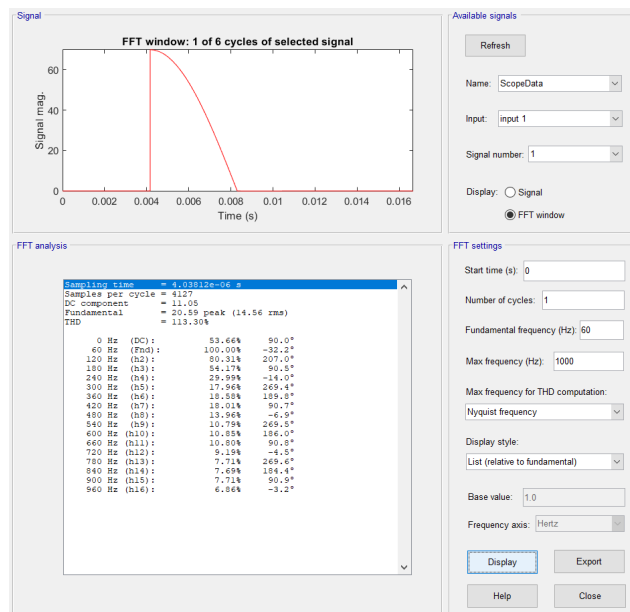
Tensão

Frequencia

Fonte: (Autores, 2019)

Com todos os parâmetros inseridos no sistema, é realizado a análise das harmônicas com a ferramenta "FFT Analysis" do Simulink, conforme mostrado a Figura 4:

Figura 4 - Ferramenta FFT Analysis simulink



Fonte: (Autores, 2019)

Com isso, foi definido para análise os ângulos de disparos, com uma taxa de crescimento de 30°, e uma análise das harmônicas até a 24° ordem, que de fato representa um valor considerável na amplitude destas. Conforme demonstrado na Tabela 1:

Tabela 1 - Ângulos que serão demonstrados e as respectivas harmônicas

Ângulo	0° - 180°	30° - 210°	60° - 240°	90° - 270°	120° - 300°	150° - 330°
Ordem	0..24	0..24	0..24	0..24	0..24	0..24

Com isso, será analisado de forma individualmente os valores das harmônicas elétricas para cada ângulo de disparo, com intuito de verificar qual a interferência que estas, de forma individual podem causar no sistema elétrico.

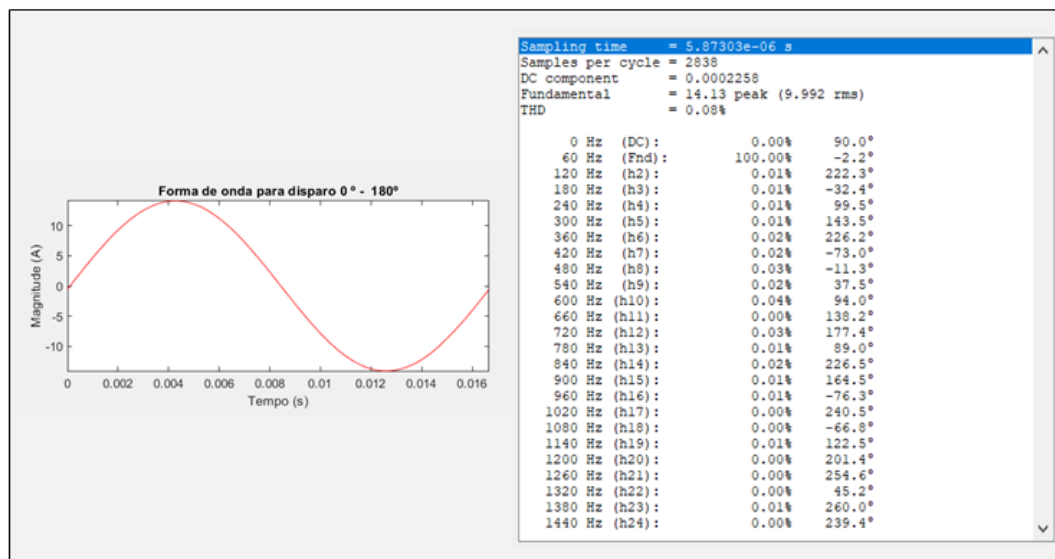
3. Resultados e Discussão

Sendo assim, foram realizadas as devidas simulações para verificar os valores de harmônicas para os devidos ângulos de disparo, analisando até os valores de 24° harmônica. Tomando como base uma carga, RL, com valores equivalentes a 1 ohm e

indutância de 0,003 Henry, sob uma tensão de linha de 100 Vrms e frequência base 60 Hz.

Inicialmente, o SCR será verificado disparando com o ângulo $0^\circ - 180^\circ$, sendo possível verificar a forma de onda da corrente elétrica, e as respostas das harmônicas, conforme figura 5.

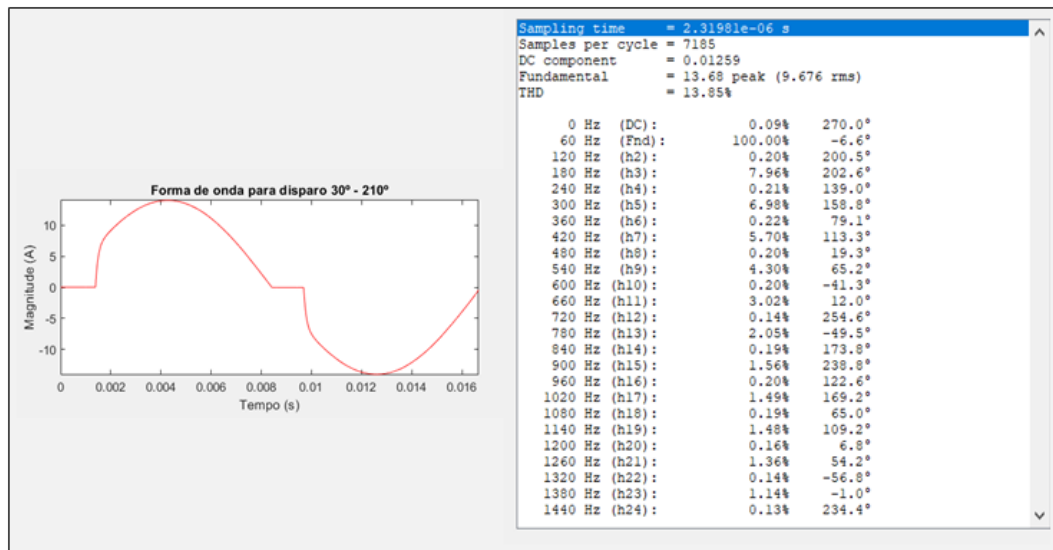
Figura 5 - Forma de onda da corrente elétrica e dados para disparo ângulo $0^\circ - 180^\circ$



Fonte: (Autor,2019)

Para o ângulo de $30^\circ - 210^\circ$, a forma de onda e os dados desta é representado pela Figura 6. Este modelo de forma de onda, apresenta uma predominância das harmônicas ímpares de 3º, 5º e 7º ordem.

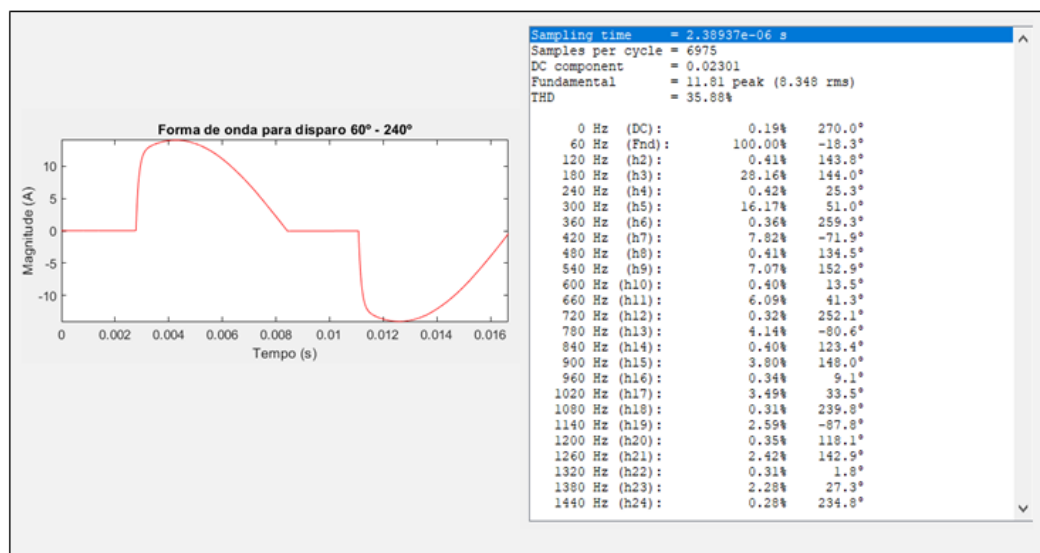
Figura 6 - Forma de onda da corrente elétrica e dados para disparo ângulo 30° - 210°



Fonte: (Autores, 2019)

Já para o ângulo de disparo equivalente a 60° - 240°, a forma de onda e os dados da mesma, são representados na Figura 7. Sendo que, para essa forma de onda, ainda exibe uma predominância das harmônicas de 3°, 5° e 7° ordem.

Figura 7: Forma de onda da corrente elétrica e dados para disparo ângulo 60° - 240°.

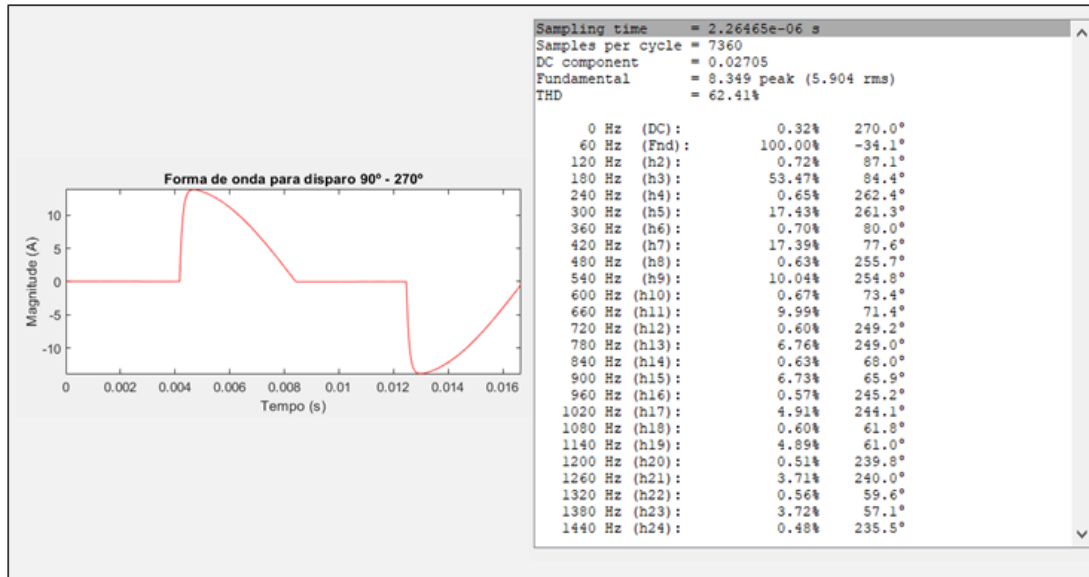


Fonte: (Autores, 2019)

Para a forma de onda com disparo equivalente a 90° - 270°, a forma de onda e suas características, são representada pela Figura 8. Esta forma de onda, exibe

algumas características peculiares, sendo um aumento expressivo da harmônica de 3ª ordem em conjunto com as harmônicas ímpares.

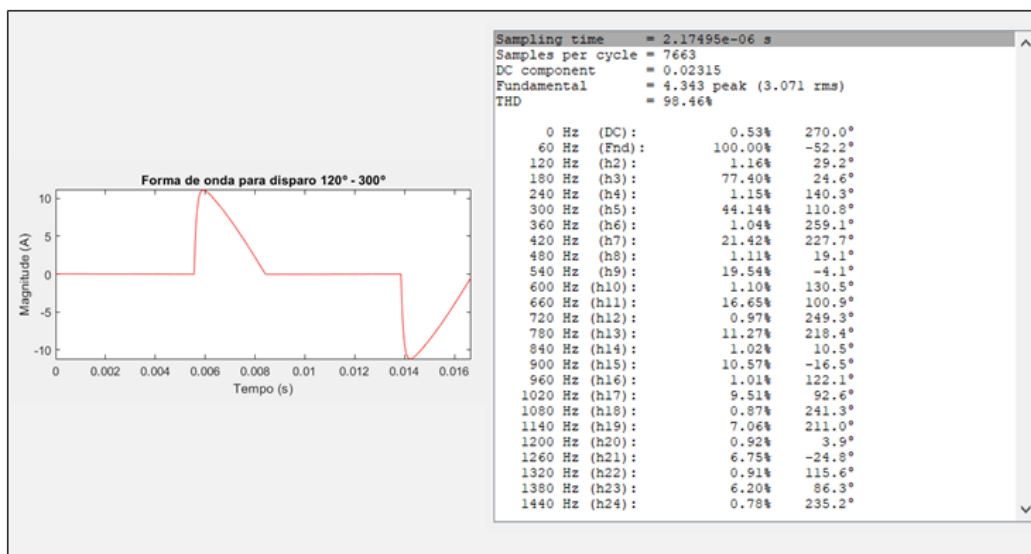
Figura 8 - Forma de onda da corrente elétrica e dados para disparo ângulo 90° - 270°



Fonte: (Autores, 2019)

Para o disparo equivalente a 120° - 300°, a forma de onda e suas características são demonstradas conforme Figura 9. Sendo que, essa forma de onda exibe uma característica de elevada amplitude das harmônicas ímpares até a 11ª ordem.

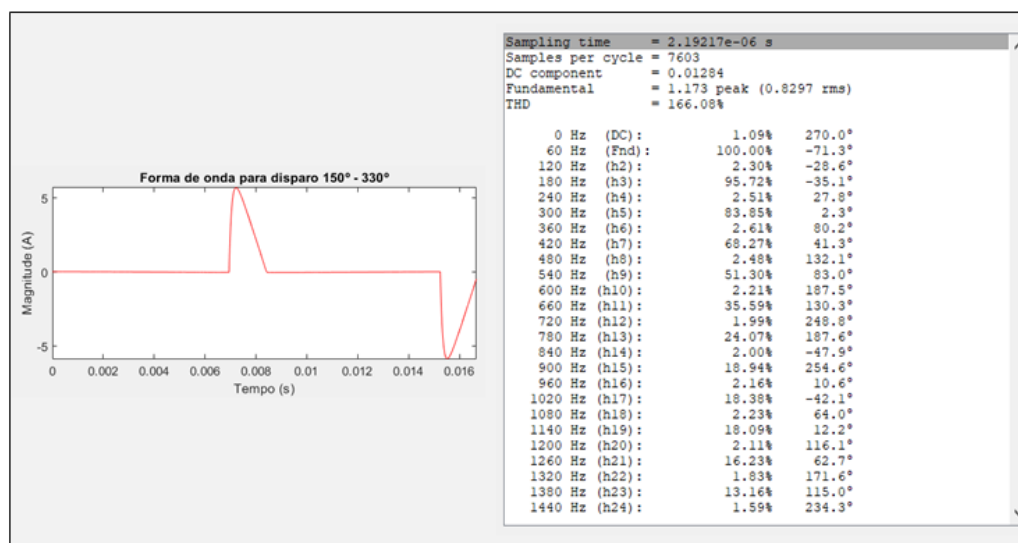
Figura 9 - Forma de onda da corrente elétrica e dados para disparo ângulo 120° - 300°



Fonte: (Autores, 2019)

Para o ângulo de disparo equivalente a 150° - 330° a forma de onda e seus dados são demonstrados conforme Figura 10. Sendo que estas exibem harmônicas ímpares até a 23ª ordem, com amplitudes significativas.

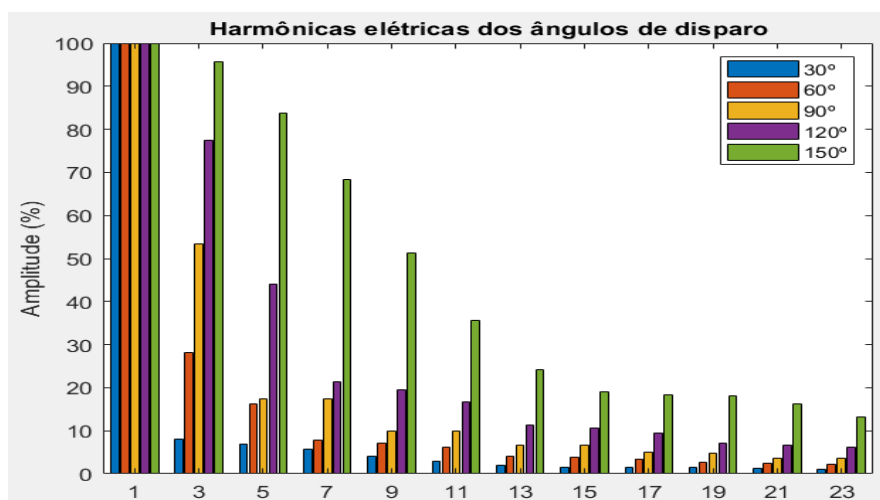
Figura 10 - Forma de onda da corrente elétrica e dados para disparo ângulo 150° - 330°



Fonte: (Autores, 2019)

Então, as harmônicas elétricas para os devidos ângulos de disparo, pode ser representadas conforme Figura 11, demonstrando que a relação das intensidades das harmônicas e a ordem, estão associadas ao crescimento do ângulo de disparo. Devido a simetria da forma de onda, apresentam-se com maior intensidade as harmônicas ímpares conforme descreve (MORENO, 2001). Como também a predominância das harmônicas ímpares com maior amplitude para as ordens superiores, conforme descreve (C. DE LA ROSA, 2006).

Figura 11 - Espectro harmônico para os ângulos de disparo



Fonte: (Autores, 2019)

4. Conclusão

Sendo assim, devido aos resultados obtidos, pode-se concluir que a taxa de crescimento das distorções harmônicas, de fato está relacionado com o aumento do ângulo de disparo dos SCR's, tendo em mente que os valores verificados dão um valor base na análise das harmônicas. Porém estas, podem variar de acordo com os valores da carga final.

Referências

C. DE LA ROSA, Francisco. **Harmonics and Power Systems**. Taylor & Francis Group, LLC, 2006.

MORENO, Hilton. **Harmônicas nas instalações elétricas**. Instituto do cobre brasileiro, PROCOBRE, 2001.

HART, Daniel W. **Eletrônica de potência análise e projetos de circuitos**. AMHG editora Ltda, 2012.

A Engenharia Semiótica como diretriz no desenvolvimento de interface com acessibilidade

Semiotic Engineering as a Guideline in Accessible Interface Development

ALMEIDA, P. R. P.¹; SILVA, M. A. L.¹; REZENDE, M. S. R.¹; SILVA, P. H. M.¹; COSTA, T. D.¹; BATISTA, A. C. S.¹; DEUS, L. J. C.¹;

1 – UniFOA, Centro Universitário de Volta Redonda, Volta Redonda, RJ.
paulo.pereira.dev@gmail.com

RESUMO

O atual artigo visa mostrar como a engenharia semiótica, apresentada na disciplina Interface Homem Máquina do curso de Sistemas de Informação, auxiliou o projeto SOSLIBRAS, que é uma solução tecnológica composta por *website* e um aplicativo *mobile*, sendo um Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) do curso de Sistemas de Informação na instituição UniFOA. O projeto tem como objetivo principal proporcionar aos pacientes surdos e aos profissionais da área de saúde, uma solução que possa intermediar a relação entre eles, além de permitir o atendimento nos hospitais e unidades de saúde mais rápido e eficaz. A engenharia semiótica aplicada no desenvolvimento de uma interface para pessoas surdas pode ajudar na inclusão social, por meio de símbolos dinâmicos e estáticos que aproximam o entendimento do usuário de palavras presentes em sua linguagem natural.

Palavras-chave: surdos; hospitais; acessibilidade; LIBRAS; tecnologia.

ABSTRACT

The current article aims to show how semiotic engineering, presented in the course Interface Man Machine of the Information Systems course, helped the project SOSLIBRAS, which is a technological solution composed by website and a mobile application, being a Course Completion Work of Information Systems at UniFOA. The project's main objective is to provide deaf patients and healthcare professionals with a solution that can mediate their relationship, as well as enable faster and more effective care in hospitals and health facilities. Semiotic engineering applied in the development of an interface for deaf people can help in social inclusion through

dynamic and static symbols that bring the user's understanding of words present in their natural language.

Keywords: *deaf. hospitals; accessibility; LIBRAS; technology.*

1. Introdução

Você consegue imaginar-se um jovem adulto, sendo surdo e o único meio de comunicação é a Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS), e em uma noite ter complicações de saúde e precisar ir ao hospital, e querer dizer o que está sentindo e saber que os atendentes não vão entender? Infelizmente é uma realidade na vida dos surdos desde criança até a vida adulta.

A contextualização apresentada acima ocorreu com um dos integrantes do grupo de TCC, neste dia ele precisou recorrer a uma interprete e buscá-la em casa no meio da madrugada para auxiliá-lo na comunicação. Hoje em dia poucos profissionais de saúde estão capacitados na língua de sinais, o que torna o atendimento mais longo e com precisão de erros no diagnóstico.

Diante do que foi dito acima, a proposta da construção do projeto é proporcionar a inclusão social dos pacientes surdos e ajudar usuários e profissionais da saúde com o desenvolvimento de uma solução que permita um atendimento mais rápido e eficaz.

1.1. Surdez

Consoante Pereira (2019) surdez é o nome dado à incapacidade e dificuldade de escutar, podendo ter como causa inúmeros motivos que podem acontecer antes, durante ou após o nascimento. A deficiência auditiva pode mudar de um estágio leve a profunda, ou melhor, a criança pode não ouvir só os sons mais fracos ou até mesmo não ouvir som nenhum.

1.2. Língua Brasileira de Sinais – LIBRAS

De acordo com Menezes e Santos (2001) A Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS) teve início a partir do Instituto dos Surdos-Mudos, criado em 1857 como a primeira escola para surdos no Brasil, atualmente nomeado como Instituto Nacional da

Educação de Surdos (INES). Sendo o resultado da combinação da Língua de Sinais Brasileira antiga com a Língua de Sinais Francesa, já utilizada pelos surdos de diversas regiões do Brasil.

Segundo Cursos (2019) LIBRAS foi desenvolvida para propiciar a inclusão social de deficientes auditivos, sendo uma estrutura de linguagem natural. Ela apresenta uma forma gramática própria como qualquer outra, com seus aspectos semânticos, morfológicos, sintáticos, etc. O que a distingue das outras línguas utilizadas hoje é que, ao invés do som, emprega os gestos como intermédio de comunicação. Nela, os sinais são apresentados por movimentos característicos sendo feitos com as mãos e juntamente com expressões corporais e faciais.

1.3. Engenharia Semiótica

Nas palavras de Souza (1993) para o *design* de linguagens de interface, utiliza-se a semiótica como base, disciplina que estuda os signos e linguagens de produção de significado e sentido. A engenharia semiótica surgiu na década de 90, no centro de pesquisa *Semiotic Engineering of Human-Computer Interaction*.

De acordo com Netto (2010) o intuito desta engenharia é tornar as interfaces mais amigáveis aos usuários, dessa forma, mais fáceis de serem utilizadas e menos complexas, pois são utilizados elementos gráficos para representar comandos, funções e dados no sistema, como a imagem de uma impressora para representar o comando de imprimir ou um envelope representando a função de enviar e-mail.

Como mencionado por Baranauskas e Rocha (2003) os sistemas interativos são compostos por artefatos de metacomunicação, ou seja, palavras. Visto que o designer cria signos para se comunicar com os usuários por meio das telas do sistema, sua comunicação é mediada pela interface.

Segundo Ramos (2019) em interfaces, um signo é uma comunicação codificada pelo designer para transmitir para usuário. São três tipos de signos: estáticos, dinâmicos e metalinguísticos. Cada tipo de signo foca diferentes elementos:

- Signos estáticos: apresentam o estado do sistema, elementos existentes na interface num determinado instante de tempo, como imagens, rótulos, campos, itens de menu e botões de formulários, disposição dos elementos



na tela, conteúdo e características dos elementos como cor, tamanho, fonte e outras.

- Signos dinâmicos: apresentam as modificações na interface resultantes das ações dos usuários, de eventos externos, assim como: queda da conexão com a internet, ou um novo e-mail, ou do passar do tempo, sendo signos dinâmicos a associação causal entre a escolha de um item no menu, as transições de tela, a ativação e desativação de um botão, e a exibição do diálogo e o surgimento de dicas de acordo com o comportamento do usuário.
- Signos metalinguísticos: no que se refere e esclarece os outros signos, passando informações de como os outros signos é capaz de ser usadas durante a interação como materiais de divulgação, manuais, avisos, instruções, e mensagens de erro.

2. A Engenharia Semiótica no SOS LIBRAS

No desenvolvimento de interface do projeto em pauta foi evidente as dificuldades na forma de comunicar-se com o surdo, pelo fato da gramática do português para indivíduos ouvintes divergir da LIBRAS, utilizada pelos surdos.

Tal impasse se deu quando a equipe elaborou um questionário para os surdos responderem com frases bem estruturadas em português, porém os surdos tiveram dificuldade em interpretar as perguntas, sendo necessário uma adaptação orientada pela interprete de LIBRAS da instituição.

A tabela 1 a seguir mostra o questionário antes da adaptação.

Tabela 3 - Questionário sem adaptação

QUESTIONÁRIO SEM ADAPTAÇÃO
Você utiliza aplicativos de banco, transporte ou comunicação?
Com que frequência você utiliza de serviços de saúde?
Você vai acompanhado durante as consultas?
Você consegue se comunicar sozinho durante as consultas?
Os profissionais utilizam LIBRAS para se comunicar com vocês?
Como você se sente quando o que você está dizendo não é entendido pelo profissional da saúde?
Você gostaria de ter informações como alegria, medicações em uso, etc...

Fonte: Produção do próprio autor, 2019.

A adaptação consistiu na alteração da estrutura gramatical de cada frase adequando as palavras para um vocabulário que possua sinais em LIBRA, facilitando o entendimento do surdo.

A tabela 2 a seguir mostra o questionário após adaptação.

Tabela 4 - Questionário com adaptação

QUESTIONÁRIO COM ADAPTAÇÃO
Você usar App banco ou Uber ou bater papo?
Você vai hospital sempre ou às vezes?
Médico você vai, pessoa junto ajudar?
Você comunicação com médico conseguir?
Os profissionais utilizam LIBRAS para se comunicar com vocês?
Você explicar médico em LIBRAS, mas médico não entender, comunicação não ter, você sentir como?
Você quer App ajudar surdo salvar informações? exemplo assunto: alergia, remédio eu usar todo dia qual, etc...

Fonte: Produção do próprio autor, 2019.

O ocorrido contribuiu para decisão de maior utilização das técnicas da engenharia semiótica, para maior aproximação da interface do aplicativo construído com a linguagem natural dos surdos.

O SOS LIBRAS é uma solução desenvolvida para testar e analisar as funcionalidades da anamnese do paciente e a validação dos dados presentes, pelo médico. Foi planejado pelo grupo o desenvolvimento de um sistema web, que será implementado em hospitais e um aplicativo mobile, que será utilizado por pessoas surdas em situações de emergência ou apenas de consulta.

A interface está sendo desenvolvida baseada em técnicas de engenharia semiótica, que faz uso de símbolos meta visuais que promovem significados aos componentes, ações e escolhas dentro de ambas as plataformas, assim como o estudo de usabilidade que será aperfeiçoado a cada versão nova da solução.

A figura 1 abaixo exhibe os símbolos dinâmicos e estáticos que foram utilizados na tela do protótipo.

Figura 14 - Tela representando os símbolos dinâmicos e estáticos.



Fonte: Produção do próprio autor, 2019.

3. Conclusão

Com a elaboração da solução, espera-se que a interação entre profissionais da saúde e pacientes surdos seja bem-sucedida, assim sendo, locais como clínicas e hospitais terão uma qualidade maior no atendimento médico, proporcionando mais segurança no diagnóstico.

O projeto possibilita a inclusão social aos pacientes dentro dos locais de saúde, de forma a irem às consultas de rotinas ou emergências sem a presença de acompanhantes.

A elaboração de interface com acessibilidade para surdos aplicando engenharia semiótica visa quebrar as barreiras linguísticas e outros paradigmas por meio de imagens e símbolos.

Referências

MENEZES, Ebenezer Takuno de; SANTOS, Thais Helena dos. LIBRAS (Língua Brasileira de Sinais). 2001. Disponível em: < <https://www.educabrazil.com.br/libras-lingua-brasileira-de-sinais/>>. Acessado em: 09 Set 2019.

CURSOS, Prime. A importância da língua de Sinais para a inclusão social. 2019. Disponível em: < <https://www.primecursos.com.br/blog/importancia-lingua-sinais-inclusao-social/>>. Acessado em: 09 Set 2019.

PEREIRA, Graciele Kerlen. LIBRAS (Língua Brasileira de Sinais). 2019. Disponível em: <https://ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/incluir/libras/curso_de_libras_-_graciele.pdf>. Acessado em: 09 Set 2019.

RAMOS, Marcelo. IHC: Engenharia Semiótica. 2019. Disponível em: < <http://www.marceloramos.com.br/publicacao/51/ihc-engenharia-semiotica>>. Acessado em: 11 Nov 2019.

ROCHA, Heloísa Vieira Da; BARANAUSKAS, Maria Cecília Calani. Design e Avaliação de Interfaces Humano-Computador. Campinas: Unicamp, 2003

NETTO, Alvim Antônio de Oliveira. IHC e a Engenharia Pedagógica. Florianópolis: Visual Books, 2010

SOUZA, C. S. (1993). The Semiotic Engineering of User Interface Languages. International Journal of Man-Machine Studies, v. 39, p. 753-773



Controle e Supervisão de Nível com Arduino e Supervisório Elipse Mobile

Level Control and Supervision with Arduino and Elipse Mobile

PINHEIRO, L. G. C.¹; MAGALHÃES, C. P. D. ¹; SILVA, A. C.¹

1 – IFMG, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, Ibirité, MG.
contato.ibirite@ifmg.edu.br

RESUMO

A forma como o controle e a automação pode auxiliar e agilizar processos é de grande importância para as novas fases da indústria 4.0, com o auxílio das ferramentas da engenharia, é possível demonstrar novas formas de acompanhar e realizar funções que antes necessitavam de uma complexidade desnecessária. Nesse sentido foi desenvolvido um protótipo para controle e supervisão de nível, utilizando a plataforma de prototipagem Arduino e os sistemas de supervisão Elipse SCADA. O grande intuito do projeto é fazer de forma satisfatória o controle de nível através da inserção do setpoint no supervisório através do computador e também do smartphone, diminuindo assim o tempo gasto com o monitoramento e diminuindo custos em reparos. Para tanto foram utilizados um sensor ultrassônico para medir o nível no interior do tanque de controle, uma bomba submersa e uma válvula solenóide que atuam de acordo com a lógica implementada para que o nível no interior do tanque atinja o valor desejado. Através da integração do sistema supervisório com o Arduino foi possível controlar o nível de forma satisfatória através do smartphone utilizando um sistema simples de controle On-Off.

Palavras-chave: Controle. Nível. Indústria 4.0. Supervisão. Automação.

ABSTRACT

The shape how control and automation can help and streamline processes is of great importance for the new phases of industry 4.0, with the help of engineering tools, it is possible to demonstrate new ways to track and perform the functions that are required before an experimental application. In this sense, a prototype for level control and control was developed using the Arduino prototyping platform and the Elipse SCADA supervision systems. The main purpose of the project is to make a

satisfactory form or to control the level by inserting the setpoint in the supervision through the computer as well as the smartphone, thus reducing the time spent on monitoring and reducing the cost of repairs. To do this, we use an ultrasonic sensor to measure the level inside the control tank, a submerged pump and a solenoid valve that act according to a logic implemented for the level inside the tank to reach or the value used. By integrating the supervision system with Arduino, it was possible to satisfactorily control the level through the smartphone using a simple On-Off control system.

Keywords: Control. Level. Industry 4.0. Supervision. Automation.

1. Introdução

O uso de novas tecnologias voltadas a indústria 4.0 faz com que a automação esteja necessariamente presente nos processos industriais e cotidianos. A supervisão e controle de nível visa solucionar problemas e agilizar processos em demasiadas áreas e aplicações, sejam refinarias, processos industriais ou bases de distribuição; O sistema proposto aqui foi projetado utilizando um microcontrolador Arduino Atmel AVR, que consiste em uma placa de prototipagem e programação que foi desenvolvida em 2005 com intuito de auxiliar a necessidade de estudantes com maior suporte e melhor custo benefício (Arduino Básico-2ª edição: Tudo sobre o popular microcontrolador Arduino).

Além disso, visou-se salientar a introdução dos sistemas ciber-físicos (CPS) demonstrado na Figura 1, juntamente com o IIoT (Industrial Internet of Things) onde a conexão entre máquina, sistema, físico e cibernético demonstra o controle de entidades físicas e virtuais como uma nova era de tecnologia.

Uma pesquisa do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) em 2016 mostrou que 116 milhões de pessoas se conectaram a internet no Brasil, número que, potencialmente, tende a crescer e demonstra a importância da atualização dos sistemas, junto a conectividade presente na vida de grande maioria da população. É nesse intuito que foi desenvolvido um protótipo de Controle e supervisão de nível controlado por automaticamente através da plataforma Arduino um computador com software Eclipse SCADA instalado e um smartphone com o Eclipse Mobile.

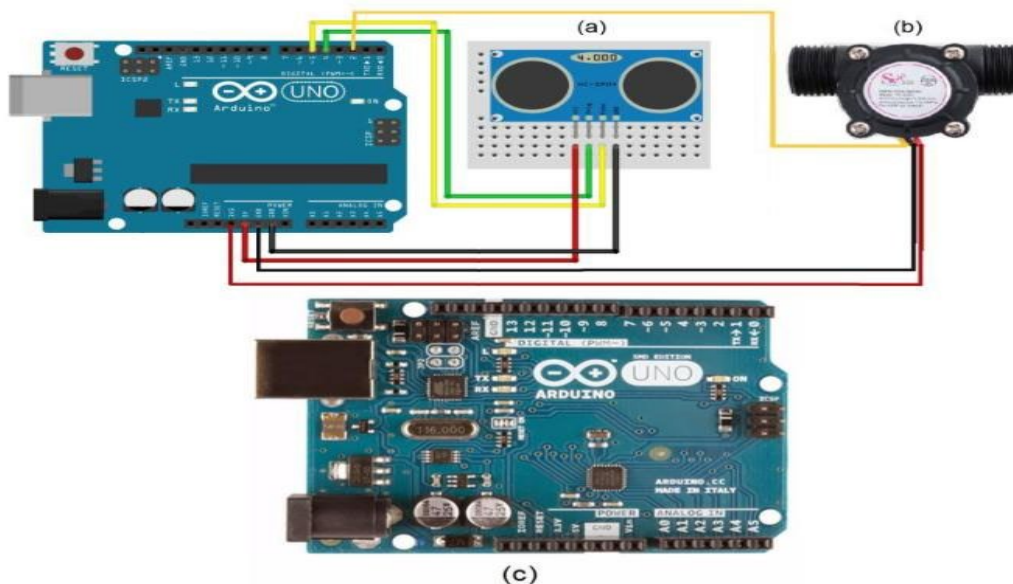
Figura 1 - Esquema de funcionamento dos sistemas ciber-físicos



Fonte (IBM)

Visto isso, o objetivo deste trabalho é desenvolver uma aplicação, junto ao Arduino e a conectividade entre máquina e sistemas cibernéticos demonstrado na Figura 2.

Figura 2 - Ligações para (a) sensor ultrassônico hc-sr04 (b) válvula solenóide (c) Arduino UNO.



Fonte: (Supervisão de vazão e nível utilizando Plataforma Arduino)

2. Metodologia

Para a montagem do projeto, que foi desenvolvido com o objetivo de monitorar o nível de água de um reservatório, foram utilizados os seguintes materiais:

- 1 placa Arduino UNO
 - 1 Sensor HC-SR04
 - 1 bomba submersa
 - 1 Válvula Solenóide
 - 2 Relés
 - 1 Smartphone com o Elipse Mobile instalado
 - 1 Computador com o Elipse SCADA instalado
- ### 2.1. Sensor HC-SR04

O sensor ultrassônico HC-SR04 possui função de medição sem contato de 2cm à 400cm, com precisão de aproximadamente 3mm. O módulo é composto por transmissor, receptor e circuito de controle. Desta forma, foi acoplado o sensor HC-SR04 à tampa do recipiente utilizado para recebimento dos fluidos de teste para medição do nível e definição de parâmetros que serão utilizados na sequência do projeto.

A Figura 2a e a Figura 2b demonstram ligações necessárias para a conexão entre o arduino e o sensor ultrassônico respectivamente. A Figura 2c apresenta o arduino UNO (placa de prototipagem utilizada no projeto) com os pinos de conexão na parte inferior e superior

2.1. Bomba Submersa

A bomba de água utilizada foi o modelo Jajale DB-300 (figura 3) possui acoplada em si 6 Leds para a ornamentação e decoração de sua fonte ou outros. Silenciosa e eficaz, essa bomba produz intensa movimentação na água, com baixo consumo de energia elétrica. Seu Fluxo/Vazão é de 250 L/H, sua altura máxima é 0,70 cm e seu consumo é de 3 Watts, sendo perfeita para utilização no protótipo que conta com recipientes de 25cm de altura e 34cm de comprimento (CASA DA ADA)

Figura 3 - Bomba submersa utilizada



Fonte (CASA DA ADA)

2.2. Válvula Solenoide

Como pode ser visto na Figura 4, foi utilizada uma válvula solenóide de entrada de água - 180° ½ x ½ de 127V, serve para controlar o Fluxo de Água do projeto. Quando alimentada em 127V ela permite a vazão de água, e corta o fluxo quando deixa de ser energizada.

Figura 4 - Válvula Solenóide



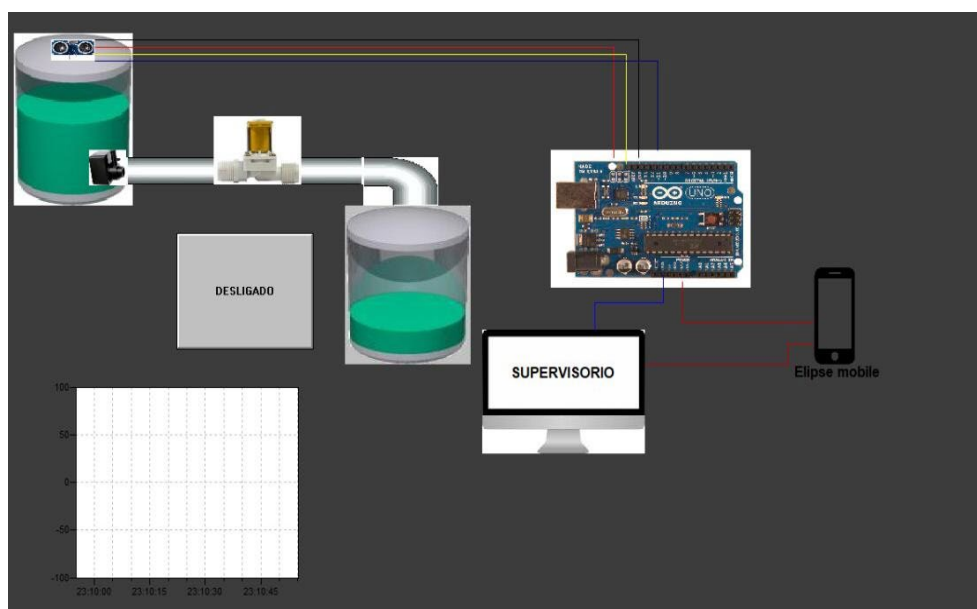
Fonte: (ELETROGATE)

2.3. Sistema de Supervisão – Elipse SCADA

A Figura 5 apresenta a forma esquemática do experimento de supervisão de nível, feito através das plataformas Elipse SCADA.

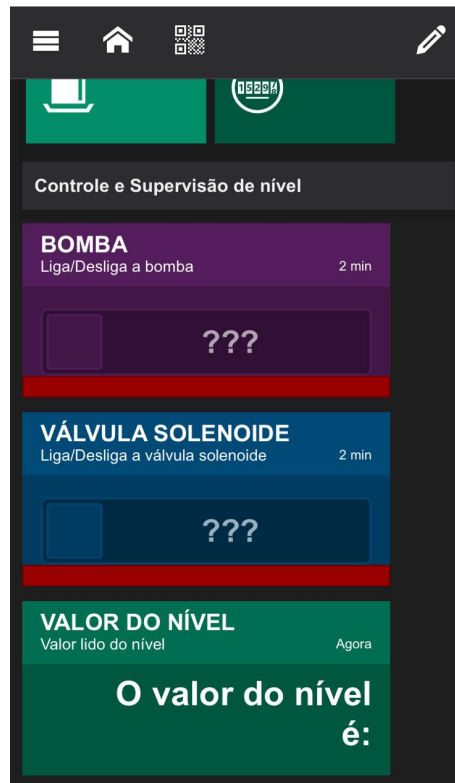
O sistema funciona da seguinte forma: O tanque 1 deve ter seu nível controlado e o tanque 2 é o local de armazenamento de fluido. Caso o nível desejado (setpoint) no tanque 1 seja inferior ao nível medido pelo sensor ultrassônico, a bomba deve ser ligada imediatamente. Caso contrário, ou seja, se o nível desejado for superior ao medido pelo sensor ultrassônico, a válvula solenoide deverá abrir imediatamente descartando fluido para o tanque 2. O supervisor utilizado foi o Elipse SCADA juntamente a elipse mobile, fazendo perfeita conexão entre a utilização do supervisor com a mobilidade do controle pelo smartphone, propiciando perfeita interação entre a automação e a praticidade existente na indústria 4.0. A conectividade permite aperfeiçoar o processo e agilizar as manutenções e controles no desempenho do protótipo. A figura 6 apresenta o visual da plataforma Elipse Mobile, assim desenvolvida para utilizarmos no projeto, nela há dois botões e um display, que respectivamente representam a função de: Liga/Desliga a bomba, Liga/Desliga a válvula solenoide, Demonstra os valores de nível. Em sequência a figura 7 apresenta a montagem do protótipo que será controlada através da plataforma Elipse.

Figura 5. Desenho esquemático da montagem do sistema



Fonte (Autor)

Figura 6 - Elipse Mobile



Fonte (Autor)

Figura 7 - Montagem do protótipo



Fonte (Autor)

2.4. Relés

É importante ressaltar que a utilização do módulo relé 1 canal 5V é necessária para o funcionamento da válvula solenoide e também para ligar a bomba através da placa Arduino.

A válvula e a bomba utilizadas possuem alimentação de 127V/60Hz e o Arduino só é capaz de fornecer 5V com uma corrente de no máximo 10mA. Dessa forma foi necessário utilizar um relé para comandar cada uma delas.

Quando é necessário ligar a bomba, o Arduino envia um sinal através da sua saída digital e alimenta a bobina do relé, que por sua vez tem seus contatos comutados e é capaz de alimentar a bomba com os 127V necessários para seu funcionamento. De forma análoga, para abrir a válvula solenoide basta acionar outra saída digital do Arduino, que por sua vez será responsável por alimentar a bobina de um segundo relé quando é desejado abrir a válvula.

3. Resultados e Discussão

Com os resultados obtidos, foi possível controlar o nível e assegurar as medidas propostas para o funcionamento dos sensores. Através do supervisório e do Eclipse Mobile foi possível controlar o funcionamento da bomba, da válvula solenoide e um controle geral de todo processo, acompanhando o desenvolvimento junto ao gráfico e alcançando um processamento rápido e eficaz, que condiz com o que foi proposto.

Dessa forma, podem ser desenvolvidos projetos futuros que auxiliem equipamentos maiores e possibilitem testes em tanques de grande porte e com todos os tipos de fluido, além disso desenvolver uma plataforma que identifique erros no processo e os corrija de acordo com sua capacidade, desenvolver um controle com o clássico método pid e usar Mqtt para controle via internet.

É importante ressaltar que os equipamentos necessários para montagem foram escolhidos de acordo com suas especificações, e que o funcionamento do equipamento se baseia no equilíbrio entre eles. Em um processo maior, seria necessário em expensor de entradas (Shield v5) para o Arduino e em caso de um

tanque maior, sensores com um alcance maior e mais preciso. O intuito do protótipo foi alcançado, com a supervisão e controle de nível o processo se tornou mais dinâmico e não necessitou de interferência humana em seu processo para ser capaz de funcionar, além de possibilitar medidas com mais exatidão que as manuseadas manualmente

4. Conclusão

Conclui-se que através da conectividade é possível conciliar as novas tecnologias em diferentes processos, ao desenvolver um protótipo de controle e supervisão de nível se abre um leque de opções para o mercado e para intuits acadêmicos, de forma que automatizando tal processo, a forma como se obtém os resultados mudar significamente, é possível ver maior velocidade no processo e maior praticidade ao manusear a máquina através de um dispositivo móvel. A atualização dos processos é necessária e conta com muitos benefícios, a forma como vivemos em tempos de indústria 4.0, conta com um mundo conectado, e com a chegada de novas tecnologias as possibilidades são ainda maiores

Agradecimentos e/ou Apoio Financeiro

Agradecemos ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - Campus Ibirité, por nos dar a oportunidade de desenvolver novas tecnologias, projetos, por disponibilizar diversos recursos para a montagem além de toda a estrutura.

Referências

ARDUINO: Tecnologia para todos; [acesso em 10 set 2019]. Disponível em: <http://arduinohtics.weebly.com/historia.html>

CASA DA ADA [acesso em 09 set 2019]. Disponível em: <http://casadaada.com.br/>.

DOS SANTOS, Carla MM et al. **Desenvolvimento de um módulo de controle de nível utilizando o kit Arduino Uno.** In: XX Congresso Brasileiro de Automática. Belo Horizonte, Brasil. 2014.

ELETROGATE [acesso em 08 set 2019]. Disponível em: <https://www.eletrogate.com/>.

ELIPSE, Elipse Software, 2019 [acesso em 08 set 2019]. Disponível em: <https://www.elipse.com.br/>.

FONSECA, Daniel Guerra Vale da. **Modelagem e controle adaptativo de uma planta didática de nível com instrumentação industrial**. 2012. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

IBM [acesso em 09 set 2019]. Disponível em: <https://www.ibm.com/>

MCROBERTS, Michael. **Arduino Básico-2ª edição: Tudo sobre o popular microcontrolador Arduino**. Novatec Editora, 2015.

VARGAS, Sthéfany; ARRUDA, Alexandre Denes. **SUPERVISÃO DE VAZÃO E NÍVEL UTILIZANDO PLATAFORMA ARDUINO**. Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão, v. 9, n. 4, 2018.

Análise bibliométrica dos Métodos de Tratamento de Lixiviado e Efluentes de Aterro Sanitário com foco em Remoção de Nitrogênio

Bibliometric analysis of landfill leachate and effluent treatment methods focusing on nitrogen removal

TESSARO, I.¹; FONTANEZI, V.¹; ARAÚJO, M. V.¹

1 – UniFOA, Centro Universitário de Volta Redonda, Volta Redonda, RJ.
ikaro.tessaro@hotmail.com

RESUMO

A simetria de informações em qualquer tema sempre foi um pilar importante para a construção do saber de uma civilização. Tal construção é aprimorada por métodos da comunicação científica que oportunizem não apenas conteúdos, mas ofereçam a métrica, ao longo do tempo e ao redor do mundo; sobre temas pesquisados nas diversas áreas de saber. A análise bibliométrica é a ferramenta capaz de quantificar e avaliar em base estatística a evolução da produção nas diferentes áreas científicas, evidenciando padrões de autoria, instituições de ensino/pesquisa, países de origem e até entidades patrocinadoras de pesquisas. Portanto, a presente pesquisa considera os temas “métodos de tratamento de efluentes”, “lixiviação de aterros” e “remoção de nitrogênio em efluentes líquidos”, em separado, agrupados dois a dois e consorciados totalmente; aplicando diversos indicadores bibliométricos, que possibilitam discussões sobre a relevância dos temas, antes de se iniciar uma pesquisa sobre os mesmos. No presente trabalho utilizou-se a base de dados da Scopus (Elsevier) para a varredura dos temas, o que norteará futuros pesquisadores, quanto às fontes de informações de maior relevância em seus respectivos trabalhos, minimizando casos de utilização de fontes com baixo fator de impacto para a construção do saber.

Palavras-chave: Bibliometria. Avaliação da produção científica. Tratamento de Efluentes. Chorume. Remoção de Nitrogênio.

ABSTRACT

The symmetry of information in any theme has always been an important pillar for building the knowledge of a civilization. Such a construction is enhanced by methods of scientific communication that provide opportunities not only for content, but offer

metrics over time and around the world; on topics researched in the various areas of knowledge. Bibliometric analysis is the tool capable of quantifying and evaluating on a statistical basis the evolution of production in different scientific areas, highlighting patterns of authorship, educational/research institutions, countries of origin and even research sponsors. Therefore, the present research considers the themes "effluent treatment methods", "landfill leaching" and "nitrogen removal in liquid effluents" separately, grouped two by two and fully consortiated; applying several bibliometric indicators, which allow discussions about the relevance of the themes, before starting a research on them. In the present work we used the Scopus (Elsevier) database to scan the themes, which will guide future researchers, as to the most relevant information sources in their respective works, minimizing cases of use of sources with low level of factor impact on the construction of knowledge

Keywords: *Bibliometric. Evaluation of scientific production. Wastewater treatment. Manure. Nitrogen removal.*

1. Introdução

O método de disposição em solos, também conhecido como aterro sanitários, apresenta, atualmente, uma solução mais simples e barata a respeito da destinação final de resíduos sólidos urbanos. Este método tem como princípio a aplicação de conceitos de Engenharia para confinar os resíduos reduzindo ao máximo seu volume utilizando a menor área possível; de forma a não prejudicar o meio ambiente ou provocar riscos a segurança e a saúde pública (EEA, 1998).

As soluções no que diz respeito aos tratamentos de lixiviados oriundo de aterros sanitários são prematuras em países emergentes. Os sistemas já conhecidos de tratamento de esgoto estão sendo avaliados para aplicação nestes líquidos, entretanto têm apresentado dificuldades provenientes, sobretudo, da baixa biodegradabilidade e dos altos valores de concentrações de nitrogênio amoniacal (BIDONE, R. F. 2018).

Através do cenário apresentado, faz-se necessário por intermédio das análises bibliométricas, estudos relativos aos métodos de tratamento de lixiviados e efluentes provenientes dos aterros sanitários com a finalidade de prover a métrica do interesse

da comunidade científica. visto que, o assunto em questão é um processo prematuro e apresenta fortes obstáculos para seu controle e monitoramento eficiente.

2. Metodologia

Atualmente, o mundo da comunidade científica e tecnológica tem sofrido mudanças intensas, que têm exigido a aplicação de novas ferramentas de intervenção e assumido um tratamento mais rígido e coordenado de dados (SOARES *et al*, 2016).

A análise bibliométrica é uma ferramenta utilizada para quantificar e avaliar em base estatística a evolução da produção nas diferentes áreas científicas, sendo assim, o projeto em questão realizou um apanhado na base de dados da Scopus (Elsevier) aplicando os temas “métodos de tratamento de efluentes”, “lixiviação de aterros” e “remoção de nitrogênio em efluentes líquidos”, em separado, agrupados dois a dois e consorciados totalmente.

A base de dados da Scopus detém de grandes volumes de informação contemplando citações, livros, artigos científicos, sendo possível extrair diversos dados de diferentes áreas do saber e que no caso do projeto, tais dados foram colhidos e transformados em indicadores bibliométricos que posteriormente foi analisado a métrica destes.

Na escolha de qual plataforma seria utilizada para o projeto em questão, foi considerada a que detinha de maiores números de publicações científica, portanto, a Scopus (Elsevier) foi a que apresentou maior volume de informações. Para a extração de dados na Scopus, realizou-se um cadastrou na plataforma e a partir de então foi pesquisado na primeira fração de estudo. a palavra-chave “Wastewater treatment”, em segundo “ Garbage leachate”, em terceiro “ Nitrogen removal” e por último “Wastewater treatment and Garbage leachate and Nitrogen removal”. As palavras-chave foram traduzidas para o idioma inglês para se ter maior alcance a publicações internacionais, desta forma, a análise bibliométrica se tornou mais fidedigna frente ao tema de interesse.

Para a análise final dos dados foram escolhidos quatro indicadores para compor o projeto, à saber: por ano, por autor, instituições de ensino/pesquisa e país de origem.

3. Resultados e Discussão

3.1. Palavra-chave: Tratamento de Efluentes - “Wastewater treatment”

Foram encontrados na plataforma 148.744 documentos desde 1960, que foi o ano marco zero das publicações nesta área até 2019, conforme mostrado na figura 1 a seguir. O aumento do interesse da comunidade científica em busca por métodos de tratamento de efluente é explicado pela urbanização e pela expansão econômica mundial pós Revolução Industrial seguido pelo pós Segunda Guerra Mundial. Estes marcos históricos propiciaram maior a maior produtividade no setor terciário desencadeando o êxodo rural, que conseqüentemente, provocou o crescimento desordenado de cidades sem considerar o planejamento ambiental e saneamento básico. Já com indicador por autor foram identificados três autores que mais publicaram em revistas internacionais conforme mostrado na figura 2. Em seguida o indicador por instituição de ensino/pesquisa identificou os números de publicações em universidades e centro de pesquisa em todo mundo, na maior parte desta fração de estudo foi evidenciado a presença de instituições chinesas. Dentre dez instituições listadas, seis são chinesas, conforme mostrado na figura 3. E por último, o indicador de país de origem mostrou a China como o país que mais se publicou sobre o tema de interesse; apresentando 30.930 de documentos publicados conforme figura 4.

Figura 15 – Documentos publicados por ano

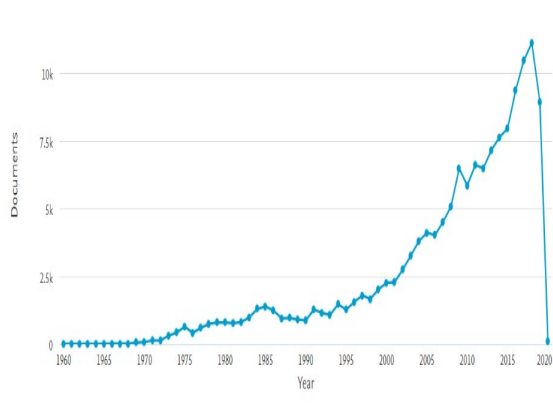


Figura 2 – Autores com maior número de publicações

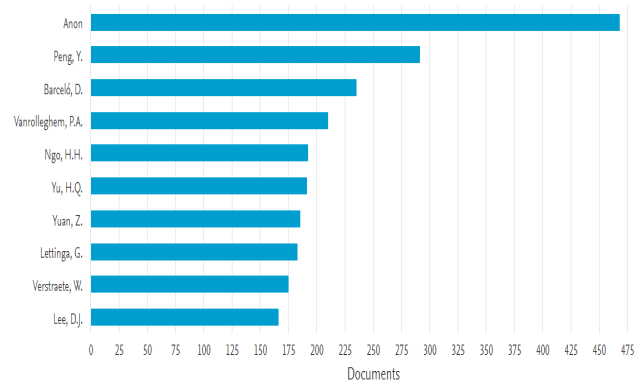


Figura 3 – Documentos publicados por instituições de ensino/pesquisa

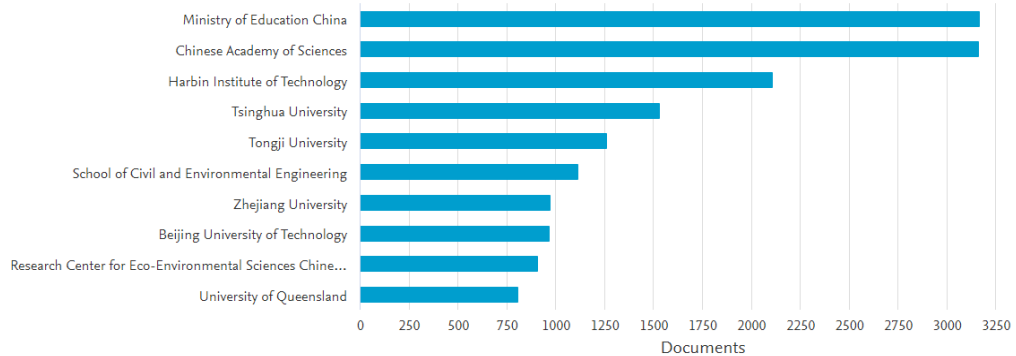
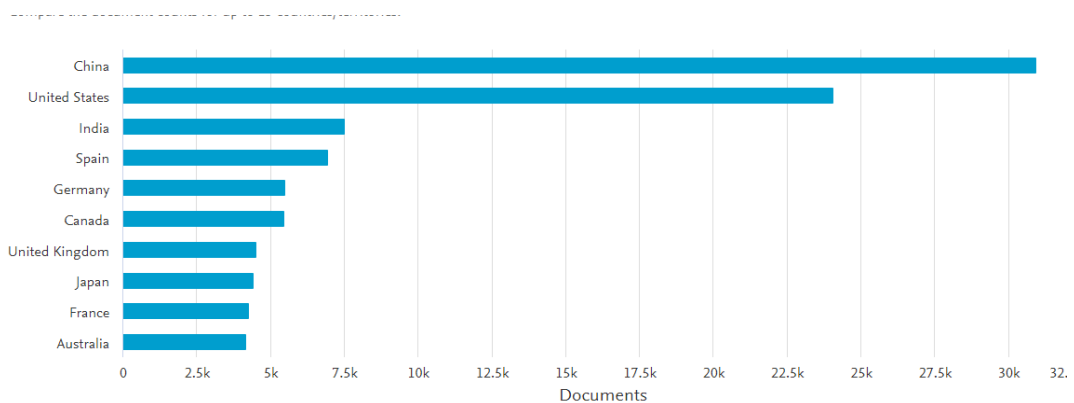


Figura 4 – Número de publicações por país de origem



Fonte: (Scopus, 2019)

3.2. Palavra-chave: Lixiviação de Aterros - "Garbage leachate"

A problemática dos lixões e aterros está atrelada ao crescimento urbano desordenado; quanto maior número de habitantes nas cidades maior geração de resíduos, sejam eles de invés industrial ou doméstico, ambos apresentam o

subproduto da percolação de água da chuva sobre os resíduos dispostos, fenômeno conhecido como lixiviação.

Foi notório que o interesse da comunidade científica em relação ao processo de lixiviação de aterros foi quase que constante ao longo dos anos até a década de 90, a partir dos anos 2000 houve-se um crescimento nos estudos e publicações dos mesmos, em contrapartida apresentaram quatro grandes quedas no interesse de estudo, conforme mostrado na figura 5. Neste indicador não é possível visualizar quais países estão contidos neste período para justificar tais quedas, entretanto países desenvolvidos apresentam tecnologias ambientais mais avançadas, o que reduz a probabilidade do processo de lixiviação. Identificou-se três autores que publicaram exatamente o mesmo número de artigos, à saber: Barlaz, M. A; Behera, S. K. e Park, H. S, mostrado na figura 6. Nesta fração de estudo, foram encontrados poucas publicações sobre o tema de interesse evidenciando a presença de instituições de ensino/pesquisa chinesas, dez das instituições encontradas nove estão localizadas na China, apresentando ao total 60 publicações em todo país, visto na figura 7 e 8.

Figura 16 – Documento publicados por ano

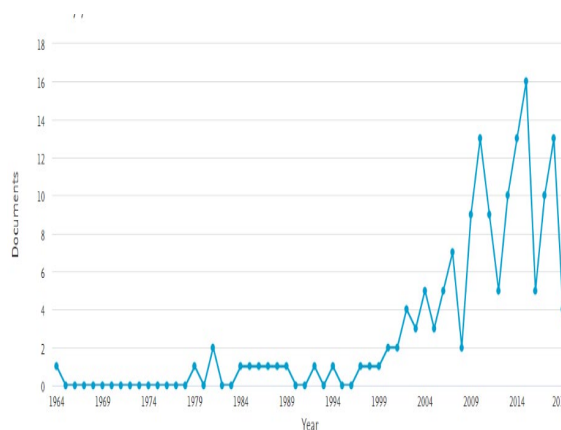


Figura 6 - Autores com maior número de publicações

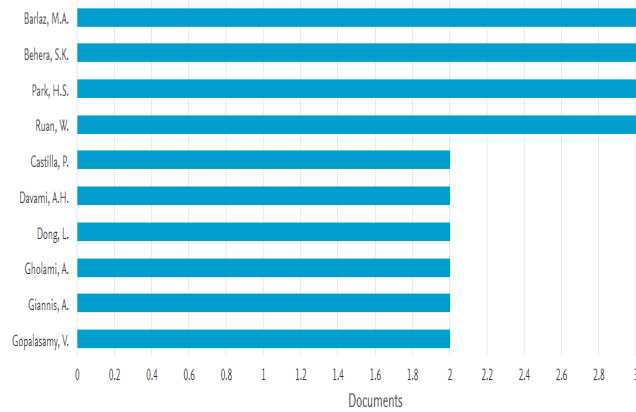


Figura 17 - Número de publicações por instituição de ensino/pesquisa

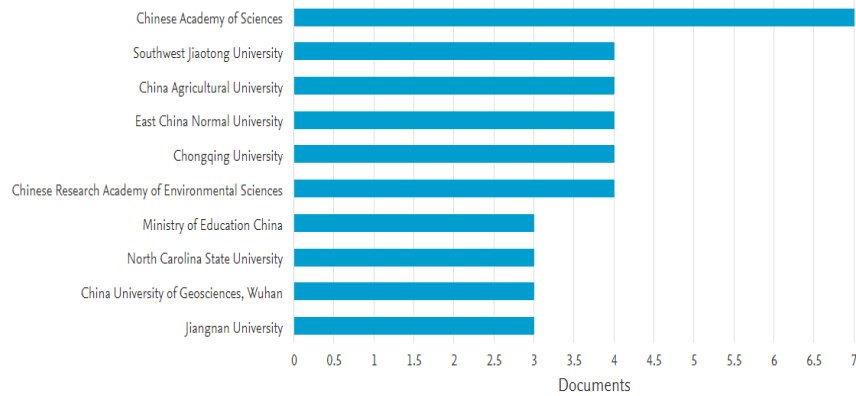
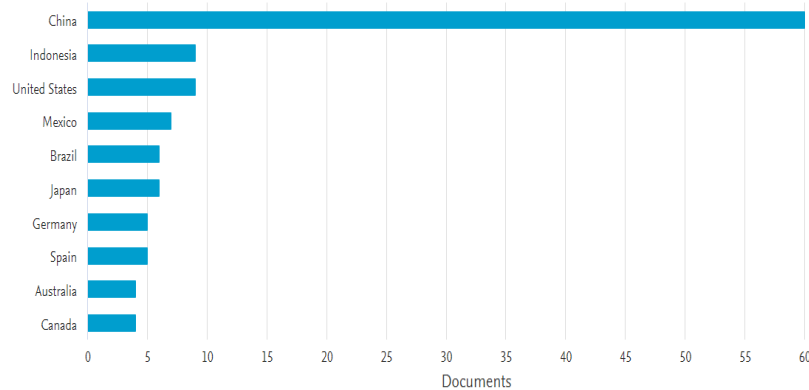


Figura 8 - Número de publicações por país de origem



Fonte: (Scopus, 2019)

3.3. Palavra-chave: Remoção de Nitrogênio – “Nitrogen removal”

Os sistemas já conhecidos de tratamento de esgoto estão sendo avaliados para aplicação nestes líquidos, entretanto têm apresentado dificuldades provenientes, sobretudo, da baixa biodegradabilidade e dos altos valores de concentrações de nitrogênio amoniacal (BIDONE, R. F. 2018).

A tendência crescente do gráfico ao longo dos anos sobre o tema de interesse, é perceptível que até a década de 60 as publicações eram quase que constantes, conforme figura 9. O grande interesse da comunidade científica foi despertado a partir dos anos 2000. Foi encontrada também uma perspectiva para até 2025. Acredita-se que até este ano o interesse sobre esta tema decaia bruscamente.

Aplicando os indicadores na palavra-chave foram ressaltados dez autores, dez instituições e dez países, em sua maioria são instituições e autores chineses, ambos já conhecidos pela equipe através de outros indicadores e palavras-chave pesquisados conforme mostra a figura 10 a 12 respectivamente.

Figura 9 - Número de publicações por ano

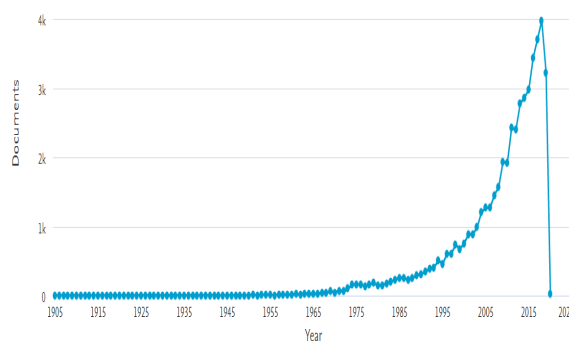


Figura 10 - Autores com maior número de publicações

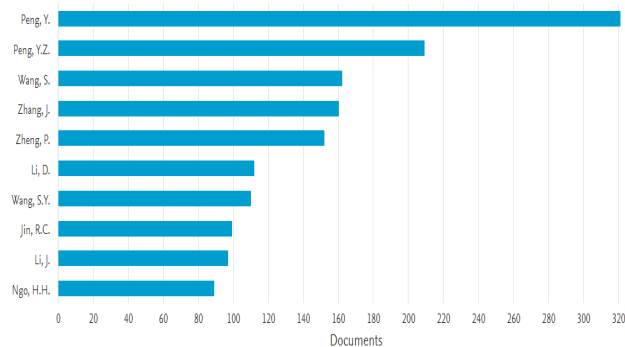


Figura 11 - Número de publicações por instituições de ensino/pesquisa

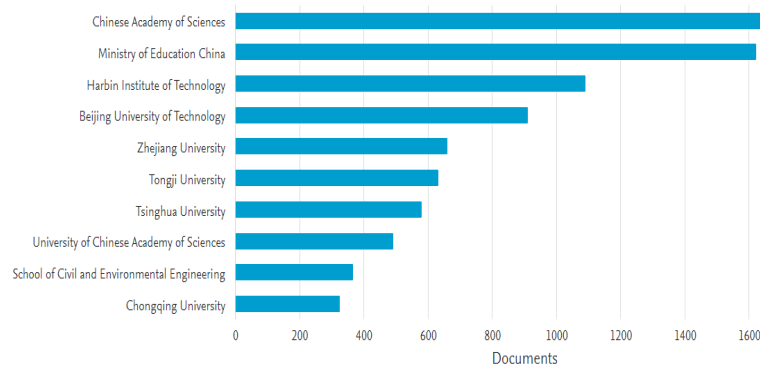
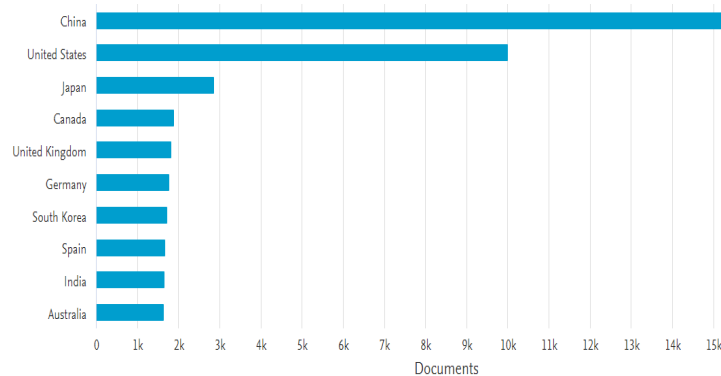


Figura 12 – Número de publicações por país de origem



Fonte: (Scopus, 2019)

3.4. Palavra-chave: Tratamento de Efluentes, Lixiviação de Aterros e Remoção de nitrogênio – “Wastewater treatment and Garbage leachate and Nitrogen removal”

Após a busca na base de dados da Scopus, os resultados encontrados sobre todos temas pesquisados consorciados, foram encontrados somente três publicações ao dos anos conforme mostra a figura 13.

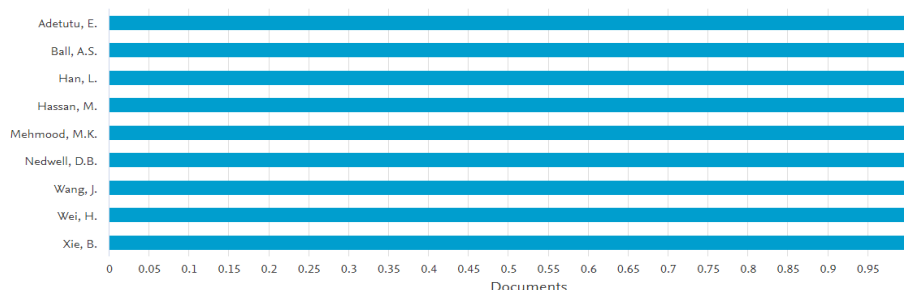
Figura 13 - Número de publicações por autores



Fonte: (Scopus, 2019)

Aparentemente este resultado demonstra que não há muito investimento nesta área ou interesse da comunidade acadêmica-científica. Uma pesquisa científica é baseada na necessidade do estudo e demanda do mercado, entretanto, tais pesquisas sobre o tema em questão ainda são muito incipientes. Quando aplicado o indicador por autor foi notório a quantidade de publicações por autores. Encontrou-se somente uma atividade científica e outra característica marcante, podendo ser visto nas figuras 14 a 16 respectivamente; a China liderou durante praticamente todo o estudo, os rankings de países que mais publicaram sobre estas palavras-chave separado, dois a dois e consociado totalmente, além dos autores e instituições de maiores relevância para a análise bibliométrica.

Figura 14 - Número de publicações por autores



Fonte: (Scopus, 2019)

Figura 15 - Número de publicações por instituições de ensino/pesquisa

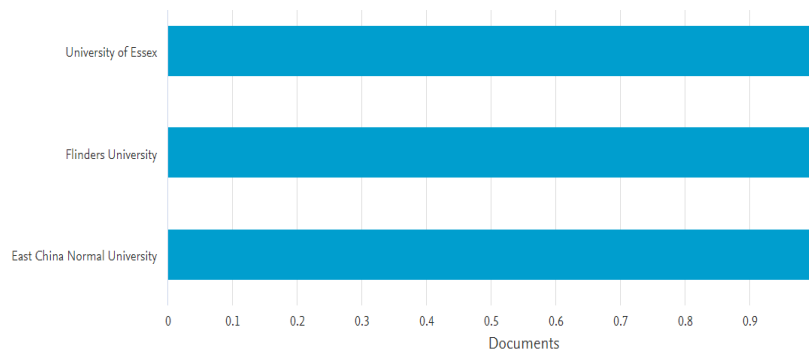
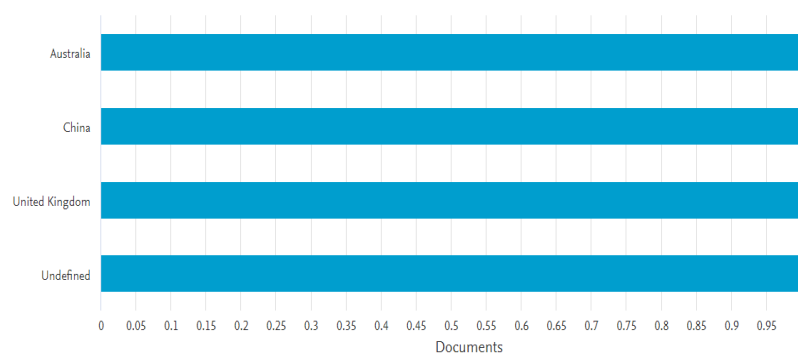


Figura 16 – Número de publicações por país de origem



Fonte: (Scopus, 2019)

Uma das discussões seria o apontamento da China nos rankings ao longo desta pesquisa. Tal país é considerado o segundo em maior extensão, no qual, há mais de 1,3 bilhões de pessoas, sendo responsável, segundo a USEPA (2008), por 11% de toda emissão mundial de gás metano provenientes dos aterros sanitários. Conforme mencionado anteriormente, o crescimento populacional sem planejamento ou gestão ambiental, no âmbito de gestão de resíduos sólidos, provoca intensos impactos negativos no ecossistema e não seria diferente no país mais populoso do mundo. Sendo assim, através da análise bibliométrica, é presumível que a China lidera na maioria desses indicadores, devido a sua percepção sobre a problemática de um país densamente habitado frente a questões ambientais fazendo-se necessário o investimento em pesquisas científicas.

4. Conclusão

O objetivo desta pesquisa consistiu em fazer um panorama das publicações a respeito do método de tratamento de efluentes e lixiviado de aterros sanitários na remoção de nitrogênio amoniacal. Em suma, após análise e interpretação dos resultados obtidos e considerando as condições em que se desenvolveu este projeto, conclui-se que a China é o país que mais se destacou durante o estudo, podendo-se dizer que se investe mais neste tema de interesse do que outros países devido a caracteriza de seu território. As palavras-chave ao serem consorciadas totalmente, são identificadas a Austrália, China e Reino Unido com os mesmos números de publicações, contudo há indícios de somente uma publicação por país o que remete o pouco interesse e investimento sobre o tema. Como discutido anteriormente, a problemática de lixões e aterros é vivenciado em territórios em desenvolvimento, pois a possibilidade de tratamento dos resíduos e emprego da logística reversa e outras tecnologias ambientais ainda são pouco disseminadas nessas localidades. Contudo, tal tema é de extrema importância para economia e para gestão integrada de um país, fazendo-se necessário a ampliação dos estudos neste seguimento.

Referências

Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE). Acesso em 25/08/2019.

BIDONE, R. F. **Tratamento de lixiviado de aterro sanitário por um sistema composto por filtros anaeróbicos seguidos de banhados construídos: Estudo de caso – Central de Resíduos do Recreio, em Minas do Leão/RS.** Dissertação de Mestrado, Departamento de Hidráulica e Saneamento. 2007.

European Environment Agency. Europe's Environment: **The Second Assessment.** ISBN 92-828-3351-8, Aarhus – Denmark. 1998

MORAVIA W. G. **Avaliação do tratamento de lixiviado de aterro sanitário através de processo oxidativo avançado conjugado com sistema de separação por membranas.**

Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da UFMG. 2010.

SOARES, P. B.; CARNEIRO, T. C. J.; Calmon, J. L.; CASTRO, L. O. da C. de O. **Análise bibliométrica da produção científica brasileira sobre Tecnologia de Construção e Edificações na base de dados Web of Science.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 175-185, jan./mar. 2016.

Young, Juliana, Cotrim, Sérgio Luís da Silva e Soares Cruz, Marcus Aurélio. **Gestão do Tratamento de Efluentes Líquidos Lixiviados de Aterros Sanitários.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS.