PRODUÇÃO E ACEITABILIDADE SENSORIAL DE LICOR COM TEOR CALÓRICO REDUZIDO

Production and sensory acceptability of liqueur with content caloric reduced

CARVALHO, Matheus Fortuna de
Centro Universitário de Jaguariúna

SILVA, Vera Sônia Nunes da
Centro Universitário de Jaguariúna / Instituto de Tecnologia de Alimentos

RESUMO: Os licores são bebidas apreciadas há séculos, ao longo desse tempo sofreu algumas alterações, mas nunca deixou de agradar o paladar de grande parte da população. Com as matérias primas açúcar, álcool, água, leite em pó desnatado, xarope de glucose, aromas e corante é possível criar um licor com teor calórico reduzido seguindo a legislação vigente. Diante deste contexto, este trabalho objetivou a produção de licor de formulação de licor tradicional (LFT) e licor com formulação light (LFL) para reduzir o teor de açúcar adicionado e o teor alcoólico, com a intenção de diminuir o teor calórico e avaliar a aceitação sensorial. O teste triangular não apresentou diferença significativa entre as diferentes amostras apresentadas. Todos os parâmetros físico-químicos apresentaram diferenças estatísticas ($p<0,05$) com valores superiores para o LFT. Foi possível reduzir o teor alcoólico em 11,5% e a adição de açúcar em 51,8%. O objetivo do trabalho foi atingido, pois foi possível produzir uma bebida alcoólica com teor calórico reduzido em 27% sem alterar a qualidade sensorial da bebida.

Palavras-chave: Bebida alcoólica, licor, baixo teor alcoólico

ABSTRACT: Liquors are beverages that have been consumed by mankind for centuries, but still meets the taste of a big share of the population. Using sugar, alcohol, water, milk, glucose, coloring and flavoring as raw material, it´s possible to create a liqueur with reduced calorie degree according to the current legislation. In this scenario, this paper's goal was to produce liqueur traditional formulation (LTF) and a light liqueur formulation (LLF) with a reduced degree of sugar and reduce the alcoholic degree e assess the sensorial acceptance. The analysis of triangular tests didn't deliver any significant difference between the formulations. All physic-chemical parameters showed statistical variations ($p<0,05$), with higher values for the LTF. It was possible to reduce the alcoholic degree in 11,5% and the amount of sugar added in 51,8%. The objective of this paper, which was to produce an alcoholic beverage with reduced calorical degree in 27% without affecting the sensorial quality of the beverage, has been achieved.

Key-words: Alcoholic beverage, liqueur, low alcohol

INTRODUÇÃO

Segundo Galduróz & Carlini (2011) o consumo de bebidas alcoólicas no Brasil antecede a vinda dos colonizadores portugueses para o país. Pois os índios já produziam uma bebida a partir da fermentação do milho e da mandioca denominada “cauim”, sendo que, após a colonização e o cultivo da cana-de-açúcar deu-se o início da produção de cachaça, bebida com alto teor alcoólico. Já a produção caseira e o consumo de licor foram trazidos pelos portugueses e seu consumo preservado no país até os dias de hoje como um hábito sofisticado.

Em geral, de acordo com a legislação brasileira, a bebida é classificada como todo produto industrializado, destinado à ingestão humana, em estado líquido, sem finalidade medicamentosa ou terapêutica. Matéria-prima é toda substância que para ser utilizada como bebida necessita sofrer, em conjunto ou separadamente, tratamento e transformação. Já ingrediente é toda substância, incluindo aditivos, empregada na fabricação ou na preparação de bebidas, e que esteja presente no produto final, em sua forma original ou modificada (VENTURINI, 2005).

O decreto 2.314/97, que regulamenta a Lei 8.918/94, em especifico, diz que licores são bebidas com graduação alcoólica de quinze a cinquenta e quatro por cento em volume alcoólico a vinte graus Celsius. Elaboradas com álcool etílico potável de origem agrícola, ou destilado alcoólico simples de origem agrícola, ou bebidas alcoólicas, adicionadas de extrato ou substância de origem vegetal ou animal, substâncias aromatizantes, saborizantes, corantes e outros aditivos permitidos em ato administrativo (BRASIL, 2009). São também consideradas licores ou bebidas compostas as bebidas alcoólicas produzidas através do processo de infusão, que são fabricadas a partir de produtos acabados, obtidos pelos processos de fermentação ou destilação, aos quais se adicionam os ingredientes que lhes dão as características.

No caso dos licores, as essências são misturadas ao álcool neutro, à água para regular a graduação alcoólica do produto final e a outras substâncias que lhe conferem viscosidade (GARCIA, 2011).

Fato é que o licor é uma bebida consumida desde a antiguidade, havendo registros do consumo de licores no antigo Egito, onde eram usados como digestivos e como produtos medicinais, especialmente para combater

problemas relacionados ao estômago (LICORES, BAR E BEBIDAS, 2011). Há relatos também que o licor foi criado na Itália pelos monges e que os alquimistas já dominavam essa técnica e fabricavam licores com seus diversos instrumentos (PACHECO, 2010).

A verdade é que não se sabe quem criou os licores, o que se sabe é que eles são consumidos há séculos por diferentes povos, inicialmente como remédio e posteriormente como uma saborosa bebida, degustada e saboreada até os dias atuais.

Para a produção dos licores são indispensáveis alguns ingredientes, como, por exemplo, a água, que deverá ser potável, filtrada ou destilada, isenta de contaminação microbiana (principalmente patogênicos). O açúcar pode ser o branco comercial ou um xarope de açúcar obtido pela simples fervura do açúcar com água até completa dissolução, procedimento este, que facilitará a posterior homogeneização com a solução hidroalcoólica (PENHA, 2003).

Assim como a água, o álcool etílico utilizado na produção da bebida também necessita ser potável. Os álcoois vendidos em farmácia, supermercado ou em postos de gasolina não podem ser usados na composição dos licores ou de qualquer outra bebida, pois possuem substâncias tóxicas, como o metanol, que são prejudiciais à saúde (ZAMBON, 2013). Os ingredientes citados formam a “base” do licor, pois quem vai proporcionar o sabor da bebida são os aromas utilizados, que podem ser desde essências adquiridas no mercado, até extratos obtidos por processos de maceração alcoólica, seguida ou não de destilação.

Nos dias atuais uma das grandes preocupações da população é com a saúde e a estética, o excesso de peso e a obesidade são preocupantes no Brasil já que 54,7% da população masculina e 47,4% da feminina sofrem com isso. A obesidade é o acúmulo de gordura no corpo causado quase sempre por um consumo excessivo de calorias na alimentação (BRASIL, 2016).

Por esse motivo, existem diversos produtos light e com baixo teor calórico no mercado, sendo possível encontrar leite, pão, iogurte, margarina, até chocolates e derivados. O leque desses produtos só vem aumentando a cada dia, tentando atender a essa necessidade da população. Um alimento pode ser “reduzido” ou “light” em valor energético, açúcares, gorduras totais,

gorduras saturadas, colesterol, sódio, entre outros critérios. Para um alimento ser considerado reduzido ou light é necessária uma redução de no mínimo 25% no valor energético ou no conteúdo do nutriente objeto da alegação, em relação ao alimento de referência ou convencional (ANVISA, 2012).

Na última década surgiram muitos estudos sobre a elaboração de novas formulações de licores com utilização de frutas cultivadas no Brasil como açaí, maracujá, laranja, abacaxi, graviola (OLIVEIRA & SANTOS, 2011; DIAS et al., 2011; PASSOS et al., 2013; SIMÕES et al., 2014; SIMÕES et al., 2014; OLIVEIRA et al., 2015).

Portanto, esse trabalho teve como objetivo a produção de licor sabor chocolate com morango com diminuição do açúcar adicionado e do teor alcoólico, posteriormente o produto foi avaliado quanto suas características físico-químicas e perfil de açúcar, foi avaliado também o impacto provocado pela diminuição destes ingredientes na qualidade sensorial.

MATERIAL E MÉTODOS

Material

Álcool etílico potável 96ºGL, água potável, açúcar cristal industrializado, leite em pó desnatado, aroma artificial de chocolate, aroma artificial de morango, corante caramelo 150C, corante vermelho *bordeux*.

MÉTODOS

Estabelecimento das formulações dos licores

Para estabelecer a formulação do produto foi necessário um estudo de cada matéria prima separadamente. Sabe-se que as calorias calculadas nos alimentos partem praticamente de quatro componentes básicos, sendo que cada um deles possui um valor calórico próprio, como: carboidratos 4 kcal, proteína 4 kcal, álcool 7 kcal e gordura 9 kcal. Na Tabela 1 estão apresentadas a formulação padrão e a formulação experimental com teor calórico reduzido. Como já citado anteriormente para que um produto possa ter o apelo “reduzido” ou “light” sua composição deve conter no mínimo 25% menos do nutriente alvo comparado ao produto tradicional. Sendo assim, a formulação (Tabela 1) foi calculada para que o produto final alcance a redução de 27% do valor calórico.

Tabela 1. Formulação de licor tradicional (LFT) e licor com formulação light (LFL)

Ingredientes	**LFT**	**LFL**
Álcool etílico potável (mL)	900	800
Xarope de glicose (g)	1000	600
Leite em pó desnatado (g)	500	400
Sacarose (g)	1000	600
Água potável (L)	q.s.p	q.s.p

*Quantidade de água suficiente para 5 litros de bebida.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Processamento do licor

Todo material utilizado foi lavado e sanitizado em água clorada a 200 ppm por 30 minutos e enxaguado em água clorada 20 ppm. As bancadas foram lavadas e sanitizadas com água clorada 200 ppm por 30 minutos. Para garantir o processamento correto, inicialmente foi separado cada constituinte do licor. Com o uso do alcoômetro foi observada a graduação alcoólica do álcool etílico e foram feitos os cálculos da água necessária para a correta diluição para se obter a graduação alcoólica final desejada. O leite em pó, açúcar e xarope foram medidos em balança digital e adicionados enquanto as quantidades de aromas foram tomadas com uso de pipetas graduadas.

O fluxograma do processamento pode ser observado na Figura1. O processo iniciou-se com a dissolução do xarope, do leite em pó e do açúcar em água, em seguida adicionou-se o álcool, formando assim a “base” do licor. Para conferir sabor ao produto, foram adicionados os aromas, e posteriormente os corantes.

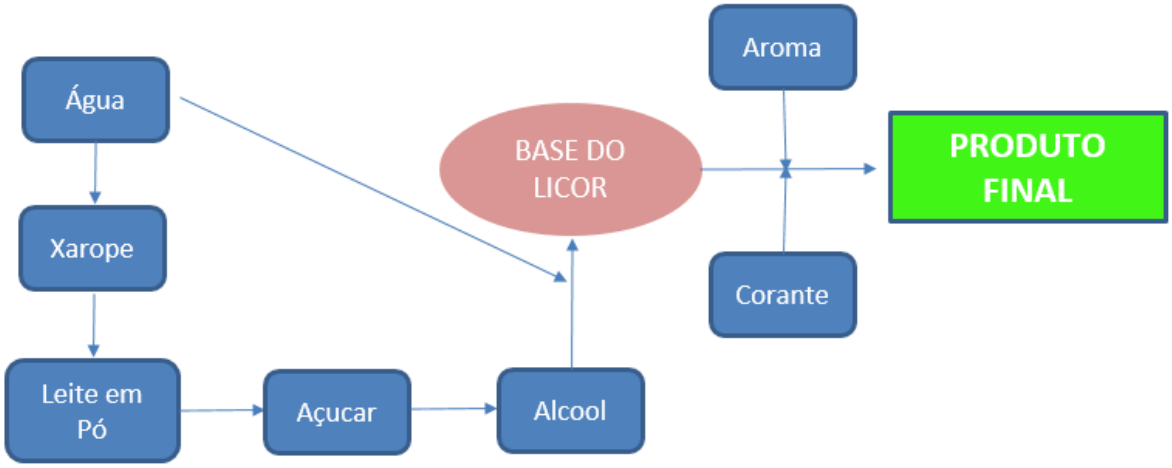


Figura 1. Etapas do processamento para obtenção do licor com teor calórico reduzido.

Fonte: Elaborado pelo autor.

As bebidas LFT e LFL foram envasadas em recipientes de vidro verde lavados e esterilizados, pois de acordo com Cabral et al., (1984) cores âmbar e verde limitam as mudanças de sabor catalisadas pela luz. Para identificação dos produtos (Figura 2) foram utilizadas tampas de cores diferentes e os frascos permaneceram hermeticamente fechados até o momento da caracterização físico-química e análise sensorial.



Figura 2. (a) licor formulação tradicional (LFT), **(b)** licor formulação light (LFL).

Fonte: Elaborado pelo autor.

Caracterização do produto

No licor foram avaliados os sólidos solúveis - ˚Brix efetuando a leitura refratométrica direta expressa em ˚Brix da amostra a 20˚C. Sendo que, a leitura em ˚Brix corresponde aproximadamente ao percentual de sólidos solúveis da amostra (ZENEBON, 2005); densidade; teor alcoólico e Calorias (KALIL, 1975; PASSMORE et al., 1975; USDA,1963). Os açúcares foram quantificados através de cromatografia líquida de alta eficiência - HPLC (BURGNER & FEINBERG, 1992). O açúcar foi extraído em meio aquoso para determinação dos monossacarídeos e dissacarídeos que compõem a amostra.

Análise Sensorial

A análise sensorial é uma disciplina da Ciência usada para evocar, medir, analisar e interpretar as reações às características dos alimentos e materiais tal como são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, paladar, tato e audição (IFT, 1981). Pode-se utilizar essa ciência para avaliar diversos aspectos do produto e de diversas formas, de início foi aplicado um teste triangular para checar se havia diferença significativa entre a formulação padrão e a formulação light.

Para efetuar o teste sensorial, primeiramente o projeto foi submetido ao site da Plataforma Brasil, do Ministério da saúde, após aprovado pela comissão nacional de ética em pesquisa – CONEP com número CAAE: 61460316.6.0000.5409, os consumidores foram recrutados pessoalmente, e informado sobre o produto que seria avaliado. A todos foi apresentado o “Termo de Consentimento Livre e Esclarecido”, onde havia uma explicação sobre o projeto e o produto a ser avaliado.

Os voluntários com idade variando de 25 a 35 anos que manifestaram interesse e consentimento participaram da avaliação, sendo que esta fase foi conduzida com 32 provadores não treinados, utilizando cabines individuais no Laboratório de Análise Sensorial de Alimentos da Faculdade de Jaguariúna – FAJ CAMPUS II.

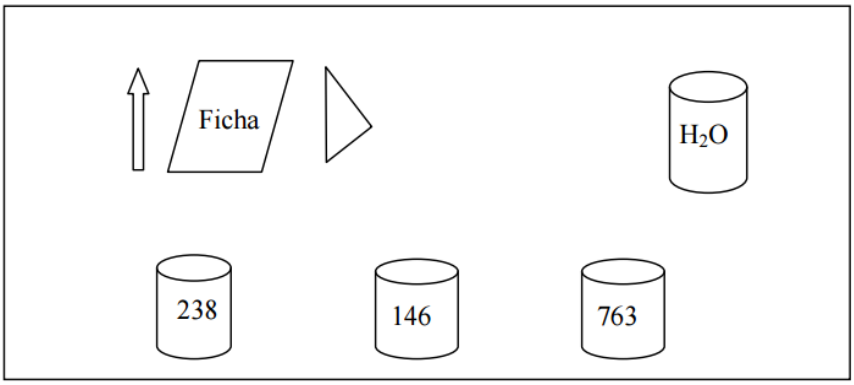


Figura 3. Esquema de apresentação das amostras

FONTE:https://disciplinas.stoa.usp.br/pluginfile.php/951488/mod_resource/content/1/Apostila%202.pdf

Desta forma para o teste triangular foi apresentado três amostras codificadas para o provador, sendo que duas amostras continham o mesmo produto e na outra o produto que diferia, após provar as três amostras o consumidor anotou qual amostra ele achou diferente, com esses dados foi analisado se as amostras possuíam uma diferença significativa. Os provadores receberam as amostras de acordo com a Figura 3 e uma ficha (Figura 4) para o teste sensorial.

Nome: _____ Data: ___/___/___

Por favor, prove as amostras codificadas da esquerda para a direita. Duas amostras são iguais e uma é diferente. Identifique com um círculo a amostra diferente.

_____ _____ _____

Comentários:

_____

Figura 4. Modelo de ficha utilizada para aplicação do Teste Triangular.

FONTE:https://disciplinas.stoa.usp.br/pluginfile.php/951488/mod_resource/content/1/Apostila%202.pdf

Após obter-se o total de respostas foi necessário analisar os resultados: Então foi somado o número total de respostas e verificado, se o número de respostas corretas era maior ao descritos na Tabela 2 (IAL 2005) para análise de resultados do teste triangular. Foi avaliado na análise sensorial o atributo de aceitação do produto como um todo, nesta etapa somente o

produto light foi oferecido aos consumidores, para responderem dentro de uma escala que variou de “desgostei muito” à “gostei muito”.

Tabela 2. Parâmetros para análise de resultados do teste triangular

Nº total de julgamentos	Níveis de probabilidade (α)						
	5%	4%	3%	2%	1%	0,5%	0,1%
5	4	5	5	5	5	5	-
6	5	5	5	5	6	6	-
7	5	6	6	6	6	7	7
8	6	6	6	6	7	7	8
9	6	7	7	7	7	8	8
10	7	7	7	7	8	8	9
11	7	7	8	8	8	9	10
12	8	8	8	8	9	9	10
13	8	8	9	9	9	10	11
14	9	9	9	9	10	10	11
15	9	9	10	10	10	11	12
16	9	10	10	10	11	11	12
17	10	10	10	11	11	12	13
18	10	11	11	11	12	12	13
19	11	11	11	12	12	13	14
20	11	11	12	12	13	13	14
21	12	12	12	13	13	14	15
22	12	12	13	13	14	14	15
23	12	13	13	13	14	15	16
24	13	13	13	14	15	15	16
25	13	14	14	14	15	16	17
26	14	14	14	15	15	16	17
27	14	14	15	15	16	17	18
28	15	15	15	16	16	17	18
29	15	15	16	16	17	17	19
30	15	16	16	16	17	18	19
31	16	16	16	17	18	18	20
32	16	16	17	17	18	19	20
33	17	17	17	18	18	19	21
34	17	17	18	18	19	20	21
35	17	18	18	19	19	20	22
36	18	18	18	19	20	20	22
37	18	18	19	19	20	21	22
38	19	19	19	20	21	21	23
39	19	19	20	20	21	22	23
40	19	20	20	21	21	22	24
41	20	20	20	21	22	23	24
42	20	20	21	21	22	23	25
43	20	21	21	22	23	24	25
44	21	21	22	22	23	24	26
45	21	22	22	23	24	24	26
46	22	22	22	23	24	25	27
47	22	22	23	23	24	25	27
48	22	23	23	24	25	26	27
49	23	23	24	24	25	26	28
50	23	24	24	25	26	26	28
60	27	27	28	29	30	31	33
70	31	31	32	33	34	35	37
80	35	35	36	36	38	39	41
90	38	39	40	40	42	43	45
100	42	43	43	44	45	47	49

Fonte: IAL (2005) ABNT, NBR 12995.

Além do teste sensorial triangular fez-se necessário também efetuar o teste sensorial utilizando escala hedônica estruturada de nove pontos com extremos da escala que variaram de “desgostei extremamente” a “gostei extremamente” da amostra para a avaliação da aparência, consistência, sabor alcoólico e impressão global do produto. Foi solicitado aos consumidores que

indicassem, também a intenção de compra (5 = certamente compraria, 3 = talvez compraria/talvez não compraria e 1 = certamente não compraria) de acordo com o método do Instituto Adolfo Lutz (ZENEBON, 2005) com 58 provadores não treinados e recrutados pessoalmente. As amostras foram apresentadas de forma monádica sequencial em recipientes descartáveis e identificadas com códigos de três dígitos numéricos aleatórios. Com o objetivo de limpar o palato, foi disponibilizada aos julgadores água mineral natural, para uso antes e entre as amostras.

Análise estatística

Os resultados obtidos serão submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao teste de Tukey (PIMENTEL GOMES, 2009), para determinação da diferença significativa entre as médias (nível de significância de $p \leq 0,05$), utilizando o programa SAS – StatisticalAnalysis System (SAS, Cary, USA).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Análise sensorial dos licores

No teste triangular aplicado obteve-se um número de 12 respostas corretas conforme a Figura 5, isso significa que segundo a tabela para aplicação do teste não houve diferença significativa entre as diferentes amostras apresentada.

O resultado do teste de aceitação do produto foi apresentado Figura 6. Sendo que o índice maior foi de 45% dos julgadores apontaram como “gostei muito” do licor *light*.

Dentro dos atributos (Tabela 3) aparência, consistência e impressão global as formulações de licor light e tradicional não diferiram entre si estatisticamente ($p>0,05$), porém com relação ao teor alcoólico o licor light apresentou valor superior ($p>0,05$) com diferença estatística. A análise sensorial foi importante também para confirmar que a bebida com menor teor

alcoólico foi a preferida pelos consumidores, sendo este um parâmetro positivo já que o consumo de álcool foi inferior em 11,4%.



Figura 5. Resultado da análise sensorial**.**

Fonte: Elaborado pelo autor.

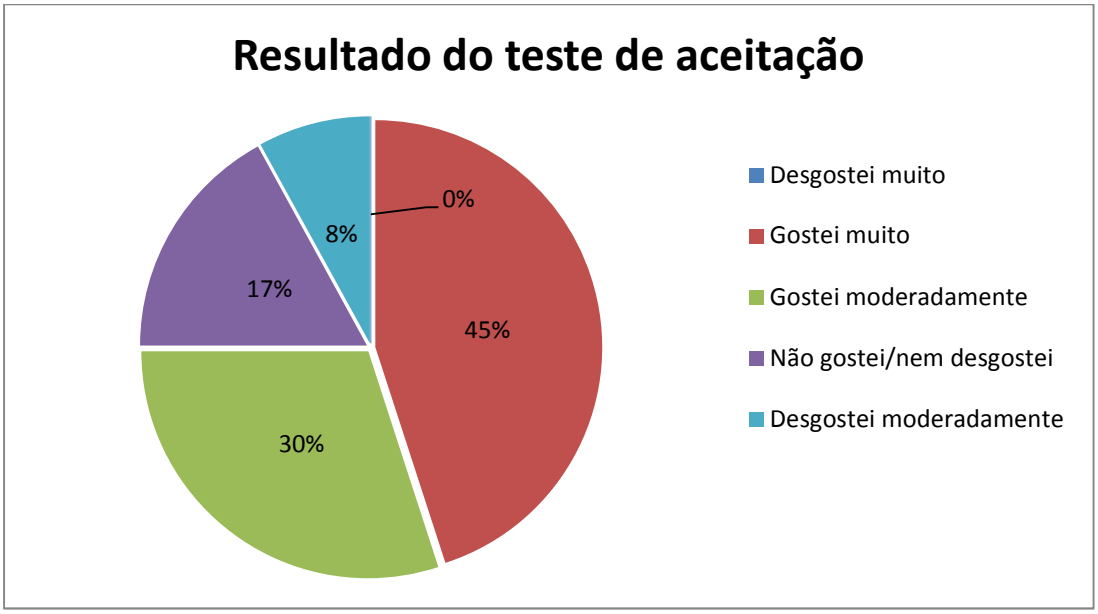


Figura 6. Resultado final do teste de aceitação do produto *light***.**

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 3. Médias dos atributos avaliados no teste de aceitação (N=58), através do método sensorial afetivo de aceitação**.**

Amostras	Atributos			
	Aparência	Consistência	Sabor Alcoólico	IG
Licor *Light*	6,68ª	7,13ª	7,73ª	7,35ª
Licor *Tradicional*	6,77ª	7,12ª	7,08ᵇ	7,43ª
DMS	0,57	0,64	0,63	0,60

*Médias seguidas por uma mesma letra na mesma coluna não diferem significantemente entre si. DMS: diferença mínima significativa ao nível de erro de 5% pelo Teste de Tukey. IG: Impressão Global.

Os provadores também foram questionados quanto à intenção de compra das amostras avaliadas. Os resultados obtidos (Figura 7) apontaram que 45% dos provadores “certamente comprariam” e 30% “provavelmente compraria” o licor tradicional. Já para o licor light, 47% dos provadores “certamente comprariam” e 27% “provavelmente compraria”. A amostra e o padrão tiveram percentual próximo em todos os critérios, principalmente em relação ao “talvez comprasse/talvez não” com 15% de intenção pelos provadores para ambos licores.

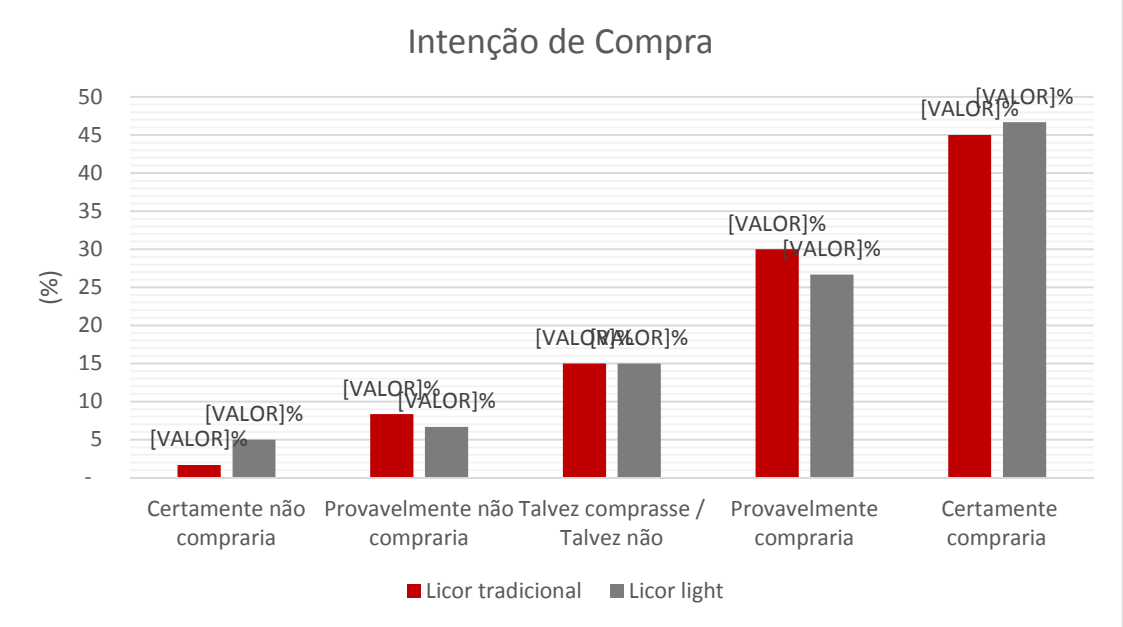


Figura 7. Gráfico do teste de intenção de compra

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os pesquisadores Teixeira et al. (2007) concluíram no estudo com licor de banana que a preferência dos consumidores foi para o produto com o menor teor de açúcar e menor teor de álcool, assim como constatado neste estudo que a preferência dos consumidores também foi pelo produto com menor teor alcoólico. Entretanto é importante enfatizar que os autores produziram licores com teor alcoólico de 18ºGL, sendo que este valor é 15,4% maior que o encontrado neste estudo que foi o equivalente à 15,60ºGL (Tabela 3).

Caracterização físico-química dos licores

Na tabela 3 estão apresentados os resultados das análises pertinentes à característica de cada formulação. Observa-se que todos os parâmetros avaliados apresentaram diferenças estatísticas (*p<0,05*) com valores superiores ao licor formulação tradicional (LFT) em relação ao licor formulação Light (LFL), exceto para o pH.

Tabela 3. Comparação entre as características do produto padrão com a formulação light.

Ingredientes	**LFT**	**LFL**
Densidade (g/mL)	1,135 ± 0,001[a]	1,072 ± 0,002[b]
pH	6,42 ± 0,00[a]	6,46 ± 0,01[a]
Sólidos solúveis (^{0}BRIX)	44,5 ± 0,0[a]	30,5 ± 0,0[b]
Teor alcoólico (%)	17,60 ± 0,17[a]	15,60 ± 0,17[b]
Açúcar Total (%)	19,50 ± 0,0[a]	9,40 ± 0,07[b]
Sacarose (%)	17,57 ± 0,04[a]	9,24 ± 0,03[b]
Glicose (%)	1,91 ± 0,01[a]	0,16 ± 0,01[b]
Calorias** (kcal/100mL)	201[a]	146[b]

*Resultados expressos como média ± desvio padrão das análises em triplicata. Médias seguidas por uma mesma letra na mesma linha não diferem significantemente entre si pelo teste de Tukey *(p < 0,05)*. **Calculada pela porcentagem de proteína multiplicado pelo fator 4 (kcal/g) somado ao teor de álcool multiplicado pelo fator 7 (kcal/g). Açúcar Total: Somatória dos açúcares quantificados por HPLC. **LFT:** Licor formulação tradicional; **LFL:** Licor formulação Light.

O valor estabelecido pela legislação brasileira para a graduação alcoólica do Licor é de 15 a 54% (v/v) a 20ºC, e com percentual de açúcar

superior a 30g/L (BRASIL, 2009). Sendo que, o teor alcoólico é um parâmetro importante na avaliação da aceitabilidade das bebidas alcoólicas, pois segundo Barros (2008) *apud* Oliveira & Santos (2011) à medida que aumenta o teor alcoólico, ocorre uma diminuição na aceitabilidade do produto pelos provadores.

Portanto, em relação ao teor alcoólico foi possível reduzir em 11,5%, sem alterar a qualidade sensorial do LFL, além disso, o produto similar encontrado no mercado apresenta 18% de graduação alcoólica.

Os resultados de monossacarídeos e dissacarídeos quantificados em HPLC (Figura 8) e apresentados na Tabela 3, evidenciaram uma diminuição de glicose e sacarose em 51,8%, sendo que a redução de açúcar adicionado (sacarose) correspondeu a 47,5%. Desta forma o consumidor será beneficiado com o menor consumo de sacarose, sendo atualmente uma das maiores preocupações das agências internacionais como USDA (United States Department of Agriculture), WHO (*World Health Organization*) e o FDA (*Food and Drug Administration*). De acordo com essas agências o açúcar de adição é um dos principais causadores de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), como por exemplo, obesidade e diabetes.

Sendo que, em 2015 foi lançado pela WHO um novo guia com recomendações de consumo de açúcar para adultos e crianças, onde afirma que se o consumo diário de açúcar for reduzido para 5% das calorias ingeridas (ou cerca de 25g de açúcar por dia) irá diminuir o impacto negativo provocado por este ingrediente na saúde do consumidor (WHO, 2015). Além disso, o FDA - *Food and Drug Administration* (2016) lançou o novo documento com todas as informações sobre o assunto, inclusive a alteração do modelo de tabela nutricional onde se torna obrigatório a declaração pelo fabricante do açúcar adicionado ao produto, e estabeleceu o prazo máximo até 26 de julho de 2018 para que as empresas se adequem.

Foi de fundamental importância as agências internacionais regulamentadoras tomarem tal iniciativa, embora não se aplica à bebida alcoólica, porém não deixa de ser algo positivo a diminuição do açúcar de adição neste tipo de produto.

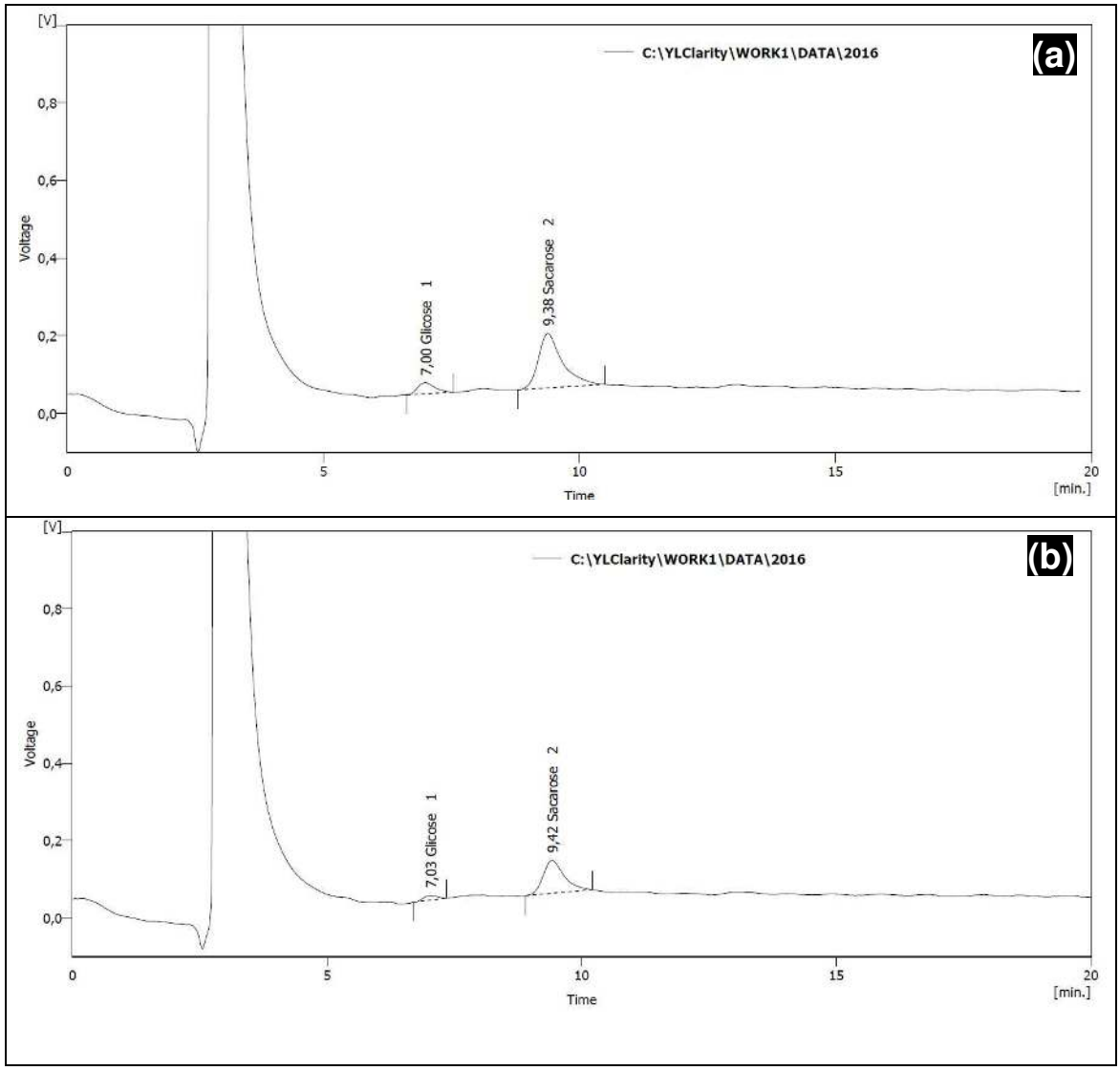


Figura 8. Cromatogramas das análises de açúcar por HPLC. (a) licor formulação tradicional (LFT), (b) licor formulação light (LFL).

Fonte: Elaborado pelo autor.

O objetivo proposto neste trabalho foi atingido, uma vez que foi possível produzir uma bebida alcoólica com teor calórico reduzido. Sendo que para efeito de cálculo das calorias da LFT e LFL foi considerado (Tabela 3) o teor alcoólico e o teor de açúcar total do LFT e LFL que foi de 201kcal/100mL e 146kcal/100mL, respectivamente, o que resultou em uma redução real de 27% do valor calórico. Sendo uma alternativa viável para o mercado a produção de uma bebida alcoólica com baixa caloria em versão "light".

CONCLUSÃO

Foi possível a elaboração de um licor sabor chocolate e morango com teores reduzidos de açúcar e álcool. O produto apresentou uma boa aceitação sensorial, com potencial para ser lançado no mercado consumidor com teor calórico reduzido em 27%, sem alterar a qualidade sensorial da bebida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANVISA - Agência Nacional De Vigilância Sanitária. **"Resolução da Diretoria Colegiada RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012".** Disponível em:<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/630a98804d7065b981fle1c11623c3b/Resolucao+RDC+n_+54_2012.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: 01 out. 2016.

BARROS J. C.; SANTOS, P. A.; ISEPON, J. S.; SILVA, J. W.; SILVA, M. A. P. Obtenção e avaliação de licor de leite a partir de diferentes fontes alcoólicas. **GI Sci Technol.;** 1(4):27-33, 2008.

BURGNER, E.; FEINBERG, M. Determination of mono - and disaccharides in foods by interlaboratory study: Quantitation of Bias components for liquid chromatography. **Journalof AOAC International**, v. 75, n. 3, p. 443-464, 1992.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE**, Brasil estabiliza taxas de sobrepeso e obesidade**. Portal Brasil, 2014. Disponível em: http://www.brasil.gov.br/saude/2014/04/brasil-estabiliza-taxas-de-sobrepeso-e-obesidade. Acesso em: 02 set. 2016.

BRASIL - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto n. 6871, de 4 de junho de 2009. Regulamenta a lei n. 8.918 de 14 de julho de 1994. **Dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas**. Diário Oficial da União, Brasília: MAPA 2009. p.10661.

CABRAL, Antonio Carlos Dantas et al. **Apostila de embalagem para alimentos**. 335p., Campinas,1984.

DIAS, S. C.; CARDOSO, R. L.; BATISTA, D. V. S.; SANTOS, D. B.; ASSIS, S. S. Caracterização físico-química e sensorial do licor de corte do maracujá amarelo. **Enciclopédia Biosfera**, v.7, p.1405-1412, 2011.

FDA (2016) **Changes to the Nutrition Facts Label**, Disponível em: http://www.fda.gov/Food/GuidanceRegulation/GuidanceDocumentsRegulatoryInformation/LabelingNutrition/ucm385663.htm. Acesso em: 10/11/2016.

GALDURÓZ, J. C. F.; CARLINI, E. A. Use of alcohol among the inhabitants of the 107 largest cities in Brazil – 2001. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, 40:367-75, 2007.

GARCIA, L.U. **Mestre Derivan**. Disponível em: http://www.mestrederivan.com.br. Acessoem: 21 set. 2016.

IFT (1981) **Sensory evaluation guide for testing food and beverage products**. Sensory Evaluation Division, Institute of Food Technologists. Food Technology.

KALIL, A. **Manual Básico de Nutrição**. São Paulo: Instituto de Saúde, 1975.

LICORES, **BAR E BEBIDAS.** Bar & Bebidas: Licores. Disponível em: http://www.gastronomias.com/licores. Acesso em: 15 set. 2016.

MORETTI, R. H. Efeito dos teores de Álcool e Açúcar no Perfil Sensorial de Licores de Acerola. **BrazilianJournalofFood Technology**, Campinas, 2003.

NEPA – UNICAMP, **TABELA TACO**, disponível em www.unicamp.br/nepa. Acesso em: 11 out. 2016.

OLIVEIRA E. N. A.;SANTOS, D. C. Processamento e avaliação da qualidade de licor de açaí (Euterpe oleracea Mart.). **Revista Instituto Adolfo Lutz**. 70(4):534-41, 2011.

OLIVEIRA E. N. A.; SANTOS, D. C.; GOMES, J. P.; ROCHA, A. P. T.; ALBUQUERQUE, E. M. B. Estabilidade física e química de licores de graviola duranteo armazenamento em condições ambientais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental,** v.19, n.3, p.245–251, 2015.

PACHECO, A,R. **Manual do Bar**. Editora Senac São Paulo, 2010.

PASSMORE, R.; NICOL, B.M.; RAO, M.N. **Manual Sobre Necessidades Nutricionales Del Hombre.**Ginebre: O.M.S., 1975. (Série de Monografia, 61).

PASSOS, F. R.; CRUZ, R. G.;SANTOS, M. V.; Fernandes, R. V. B. AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DE LICORES MISTOS DE CENOURA COM LARANJA E COM MARACUJÁ.**Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.15, n.3, p.211-218, 2013.

PENHA, E.M.; DELLA MODESTA, R.C.; GONÇALVES, E.B.; SILVA, A.L.S.; Moretti RH. Efeito dos Teores de álcool e açúcar no perfil sensorial de licor de acerola. **BrazilianJournalofFood Technology**. 2003;6(1):33-42.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. 15ªed. Piracicaba: FEALQ, 2009.

SAS INSTITUTE INC. SAS **Use'sGuide**. Cary: SAS Institute Inc, 1028p., 1983.

SIMÕES, L. S.; TEIXEIRA, L. J. Q.; SARAIVA, S. H.; JUNQUEIRA, M. S. Estudo da Extração dos Componentes do Abacaxi em Função do Teor Alcoólico e do Tamanho da Partícula para a Produção de Licor de Abacaxi. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.16, n.3, p.239-246, 2014.

TEIXEIRA, L. J. Q.; RAMOS, J. B.; CHAVES, J. B. P.; STRINGHETA, P. S. Testes de aceitabilidade de licores de banana. **Revista Brasileira de Agrociências,** v.13, n.2, p.205-209, 2007.

VENTURINI, W. A. **Tecnologia de bebidas**. Editora Edgard Bluecher LTDA, São Paulo-SP, 2005.

ZAMBON, L. U. **Intoxicação por metanol**. Disponível em: http://www.medicinanet.com.br/.

ZENEBON, O.; PASCUET, NEXUS S. **Métodos físico-químicos para análise dealimentos**. 4 ed. Brasília: Ministério da Saúde/ANVISA.

WHO, Guideline: Sugars intake for adults and children. Geneva: World Health Organization; 2015.

SOBRE OS AUTORES:

Matheus Fortuna de CARVALHO,
Aluno do curso de Engenharia de Alimentos da Faculdade de Jaguariúna – FAJ.

Profa. Dra. Vera Sônia NUNES DA SILVA
Doutora em Alimentos e Nutrição e Mestra em Ciência da Nutrição Aplicada a Tecnologia de Alimentos pela Faculdade de Engenharia de Alimentos - UNICAMP e Graduada em Química pela Universidade Metodista de Piracicaba. Professora da Faculdade de Jaguariúna - FAJ. e-mail: nunesdasilva.verasonia@gmail.com e Pesquisadora contratada do Instituto de Tecnologia de Alimentos - ITAL. e-mail: vera.silva@ital.sp.gov.br

Agradecimentos:
Ao Centro Universitário de Jaguariúna - UniFAJ pela oportunidade de desenvolver o projeto.
Ao CCQA – Centro de Ciência e Qualidade de Alimentos do Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL) pelas análises de açucares.

SISTEMA SUPERVISÓRIO EM TEMPO REAL COM INTERFACE OPERACIONAL DE CONTROLE E OPERAÇÃO DAS MANOBRAS DOS DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO E DE SIMULAÇÃO VIRTUAL PARA UMA REDE AUTOMATIZADA DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Supervisory System with Real-Time Operating Interface Control and Operation of the maneuvers of Protective Devices and Virtual Simulation for Automated Network Power Distribution

TERZARIOL, Giuliano
Centro Universitário de Jaguariúna - UniFAJ

DELGADO NETO, Geraldo Gonçalves
Centro Universitário de Jaguariúna - UniFAJ

RESUMO: O presente trabalho detalha o desenvolvimento de um modelo em escala reduzida de uma Rede Automatizada de Distribuição de Energia Elétrica, com foco principal no Sistema de Gerenciamento Supervisório com Interface Operacional para garantir o fornecimento e a distribuição de energia elétrica à sociedade de maneira automatizada, contínua e segura. A Metodologia utilizada é a Aplicação do Roteiro Crítico de Projetos em Cursos de Graduação. Resultou-se em um projeto eficaz, o qual evidência claramente os conceitos e benefícios da Engenharia de Controle e Automação. Conclui-se que a Automação é uma tecnologia importante para um sistema de distribuição de energia elétrica.

Palavras-Chaves: Automação, Sistema Supervisório, Energia Elétrica

ABSTRACT: This paper details the development of a small-scale model of an Automated Distribution Network Electric Power, with a primary focus in Supervisory Management with Operating System Interface to ensure the supply and distribution of electricity to society in an automated manner, continuous and safe. The methodology used is the Application of Critical Writing Project in Undergraduate Courses. It resulted in an effective design that clearly evidence the concepts and benefits of Control Engineering and Automation. We conclude that the automation is an important system for electricity distribution technology.

Key-Words: Automation, Supervisory System, Electric Power

INTRODUÇÃO

Atualmente, o Setor Elétrico Brasileiro, vem passando por constantes mudanças em suas regulamentações tendo como objetivo principal a implementação de melhorias contínuas na segurança, na confiabilidade e na qualidade do sistema para garantir o fornecimento e a distribuição de energia elétrica para os consumidores e setores que fazem uso desse benefício (Ferreira, 2010).

Porém, por outro aspecto, há um contraste em relação a esse objetivo, ou seja, existe uma real necessidade de inovações e tecnologias tais como sistemas e ferramentas computacionais avançados para os técnicos e engenheiros operarem os equipamentos existentes no circuito e flexibilizarem os projetos das redes elétricas. Tal situação ocorre devido aos problemas de indisponibilidade financeira e capacidade de investimento, requisitos necessários para que o Setor Elétrico Brasileiro atinja seu objetivo que é a excelência na qualidade do fornecimento de energia (Ferreira, 2010).

Problemas de interrupção no fornecimento de maneira repentina causados por anomalias, instabilidades ou até mesmo manutenções preventivas que ocasionalmente podem vir a ocorrer no sistema elétrico de distribuição, causam vários transtornos atingindo um pequeno ou grande número de consumidores e setores, e para minimizar esses impactos e maximizar as características confiáveis da rede elétrica, são feitos estudos de proteção para a reconfiguração das redes e para a alocação de dispositivos de proteção e manobras em quantidades corretas e em trechos estratégicos nos pontos dos circuitos alimentadores para isolar somente o trecho atingido em situação de emergência ou manutenção do tipo preventiva, energizando assim, os outros trechos que compõem um maior número de possível de consumidores, restabelecendo o fornecimento de energia mais rapidamente evitando a demora no atendimento e conseqüentemente, mantendo os Padrões de Qualidade exigidos pelo órgão fiscalizador das concessionárias de distribuição de energia elétrica, sendo que as vantagens desse tipo de reconfiguração são: a melhoria dos Indicadores de Qualidade, satisfação dos consumidores, qualidade da tensão elétrica fornecida, balanceamento de carga (Ferreira, 2010).

METODOLOGIA

Delgado, et al, 2008, p.2, define: “Metodologia é o estudo dos métodos aplicados a soluções de problemas teóricos e práticos.”

A Metodologia utilizada para o desenvolvimento do presente Trabalho de Conclusão de Curso Geral e Específico, é a Metodologia para a Aplicação do Roteiro Crítico de Projetos em Cursos de Graduação, a qual será definida a

seguir e posteriormente será apresentado cada fase e etapa da metodologia do desenvolvimento do Trabalho de Conclusão de Curso de acordo com os conceitos e orientações deste tipo de metodologia definida.

Metodologia para a Aplicação do Roteiro Crítico de Projetos em Cursos de Graduação é uma ferramenta composta de três fases: Estudo de Viabilidade, Projeto Preliminar e Projeto Detalhado, as quais possuem várias etapas para se desenvolver o produto final, e que auxiliam o aluno no desenvolvimento de um projeto desde a sua concepção até a sua conclusão (Delgado, et al, 2008).

As fases para o desenvolvimento de um projeto ou produto, estão relacionadas com suas respectivas etapas e são detalhadas a seguir (Delgado, et al, 2008):

- Estudo de Viabilidade: A principal fundamentação dessa etapa, é a criação de soluções alternativas utilizando a criatividade e a coleta de dados. Também é uma fase que se deve-se elaborar uma planilha dos custos e do valor do projeto através da Engenharia do Valor. Suas etapas são:

- Análise das Necessidades: São as necessidades que o mercado apresenta e que a engenharia tem condições de atender. A correta identificação da necessidade, é muito importante para justificar o tempo de desenvolvimento e execução do projeto, pois existem dificuldades para identificar a real necessidade do mercado.

- Explorar Sistemas Envolvidos: Nessa etapa é importante estudar e conhecer o problema e a necessidade do mercado. Após identificar claramente a necessidade, são utilizados esboços de idéias para o desenvolvimento do projeto podendo aplicar as tecnologias novas com as tecnologias já conhecidas, podendo utilizar diagramas funcionais para a exploração sistêmica de todas as variáveis possíveis envolvidas, como mostra o Mapa Mental na figura 1 abaixo:

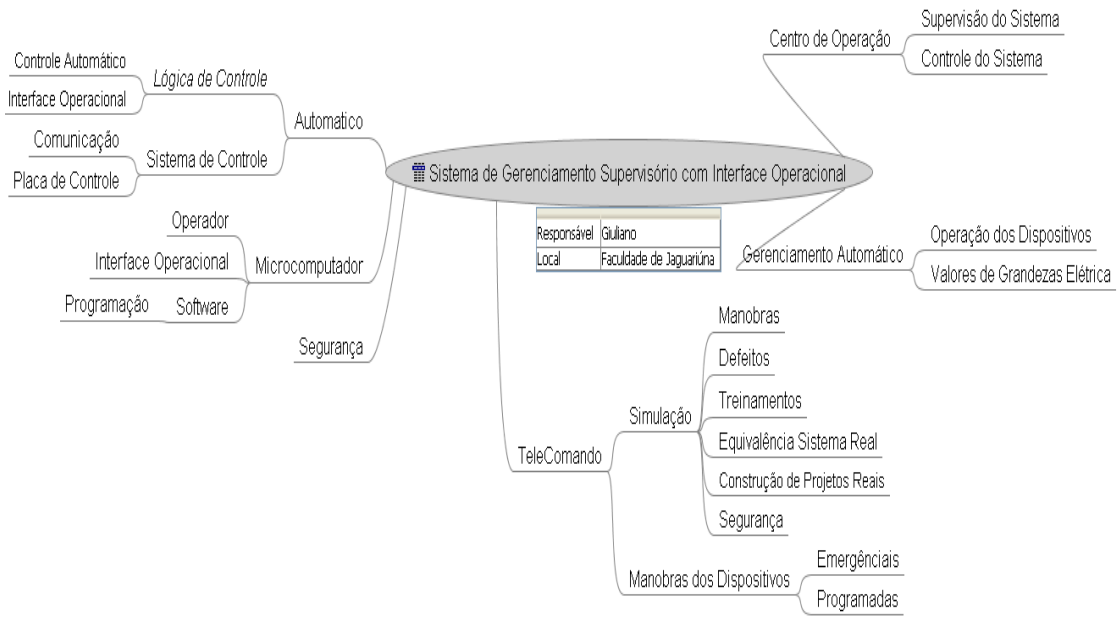


Figura 1: Acima, Mapa Mental contendo as possíveis variáveis do Trabalho

1) Busca de Soluções Alternativas: Após serem definidas as reais necessidades do Projeto e verificar as vantagens e desvantagens de similares dos sistemas envolvidos, essa etapa permite a busca de novas soluções mais viáveis para serem aplicadas no desenvolvimento do projeto, aumentando assim a segurança do projetista para desenvolver o projeto físico.

- Viabilidade Física: Durante essa etapa, abre a possibilidade de construção a partir dos desenvolvimentos criados nas etapas anteriores, pois já foram definidos fatores como: custo, materiais, tecnologias envolvidas, tempo de desenvolvimento do projeto.

- Viabilidade Econômica: Nessa etapa, deve-se determinar de modo objetivo o valor final do produto através da soma dos custos de matéria-prima, mão-de-obra, energia, capital. Também o projetista deve expor a intensidade do valor do produto para o consumidor de acordo com o potencial de mercado.

-Viabilidade Financeira: Nessa etapa é importante definir o desenvolvimento de um projeto eficiente que gere lucro e não somente um projeto que pode ter tudo e não irá cobrir nem as despesas da sua construção e concepção.

2) Projeto Preliminar: Essa fase, é desenvolvida a partir do conjunto das soluções definidas no Estudo de Viabilidade, ou seja, são feitas as análises detalhadas das soluções alternativas para que fique clara sua classificação.

Durante essa fase, também, é feita a avaliação dos materiais, dos processos construtivos, do arranjo dos componentes, pois esses fatores, caracterizam os parâmetros importantes para o projeto, e a utilização de recursos matemáticos também pode prever a performance do projeto e também, durante essa etapa, são desenvolvidos protótipos ou maquetes para verificar problemas como desempenho, construção, estética, antes de desenvolver o projeto real, sendo que, os pontos mais importantes dessa fase são a confiabilidade, a valoração do projeto, e a otimização técnica e funcional.

3) Projeto Detalhado: Aqui nessa fase, é descrita a melhor solução construtiva em todos os seus aspectos, ou seja, é detalhado cada componente através de cálculos, desenhos, otimização, para que desenvolva um produto fabricável, definindo também, uma lista final de materiais, desenhos dos componentes e do conjunto de montagem, elaboração dos Memoriais de Cálculos, elaboração de manuais de montagem, instalação, operação e manutenção do produto desenvolvido.

RESULTADOS

Os resultados finais foram satisfatórios e de modo geral, superaram as expectativas, pois todos os objetivos propostos foram alcançados conforme mostram respectivamente as figuras 2, 3 e 4, as quais representam as inter faces operacionais desenvolvidas no presente Trabalho de Conclusão de Curso:

A figura 2, a seguir, mostra a interface operacional automática desenvolvida no *software Labview**, a qual é responsável pelo Sistema de Gerenciamento Supervisório em Tempo Real do circuito elétrico desenvolvido, contendo recursos de operações e de supervisão automáticos tais como: chaves tipo liga / desliga, *leds* de sinalização visual do estado físico de operação dos equipamentos de proteção elétrica para que os mesmos sinalizem e informem em tempo real para o operador do sistema, as

normalidades, anomalias e os valores instantâneos das grandezas elétricas Corrente e Tensão Elétrica que estão presentes na rede elétrica. A Interface Automática, também contém o Diagrama Unifilar Elétrico do circuito desenvolvido, para que também, o operador do sistema, tenha uma visão real do sistema físico por meio da interface desenvolvida.

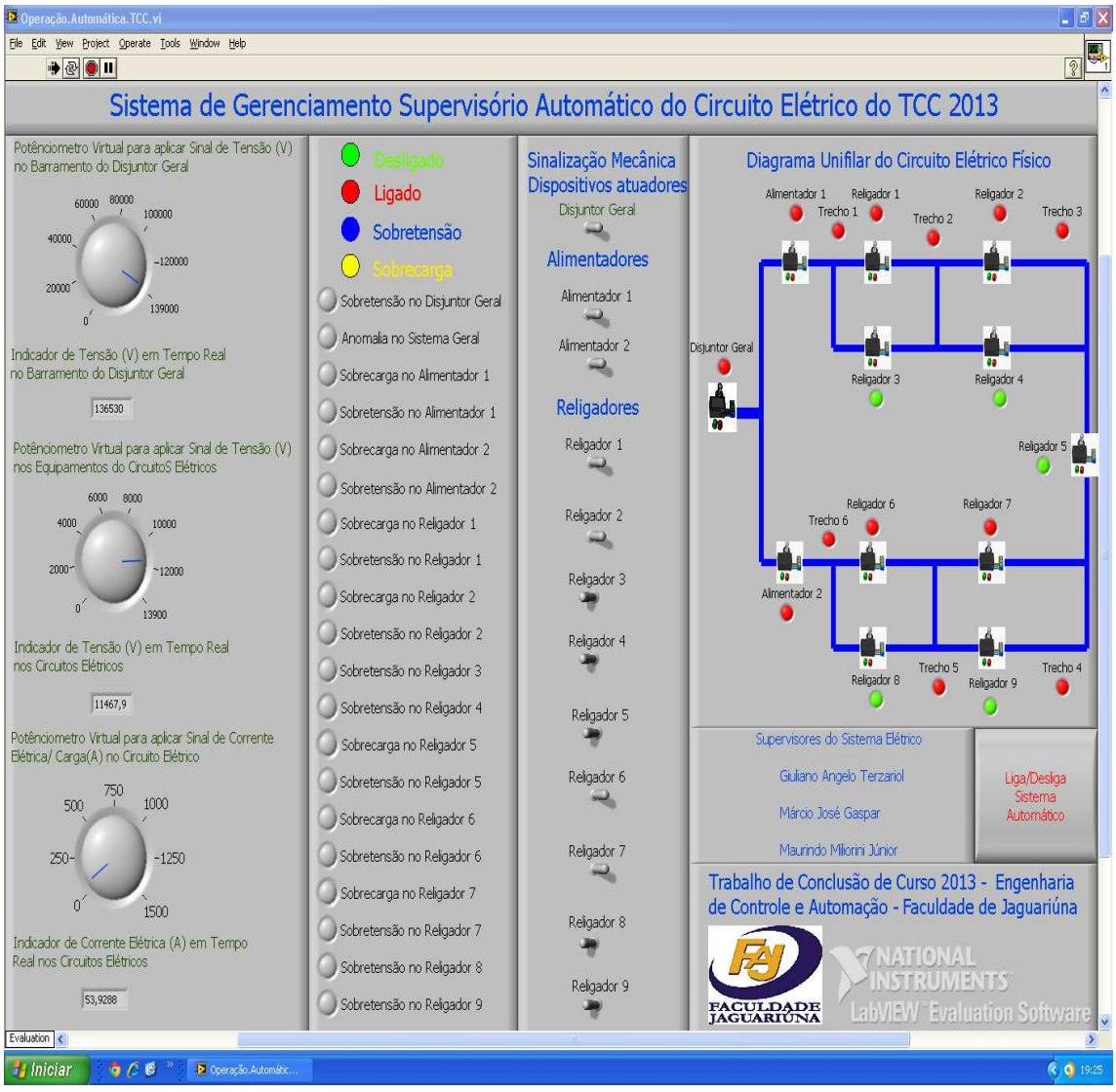


Figura 2: Detalhe do Sistema de Gerenciamento Supervisório com Interface Automática de Operação

A figura 3, a seguir, apresenta a Interface de Telecomando pelo operador do sistema elétrico, ou seja, por meio desta interface desenvolvida, o operador pode controlar o sistema por comando a distância (telecomando), pois a interface constituída é similar a interface automática citada anteriormente contendo os mesmos recursos de controle e automação.

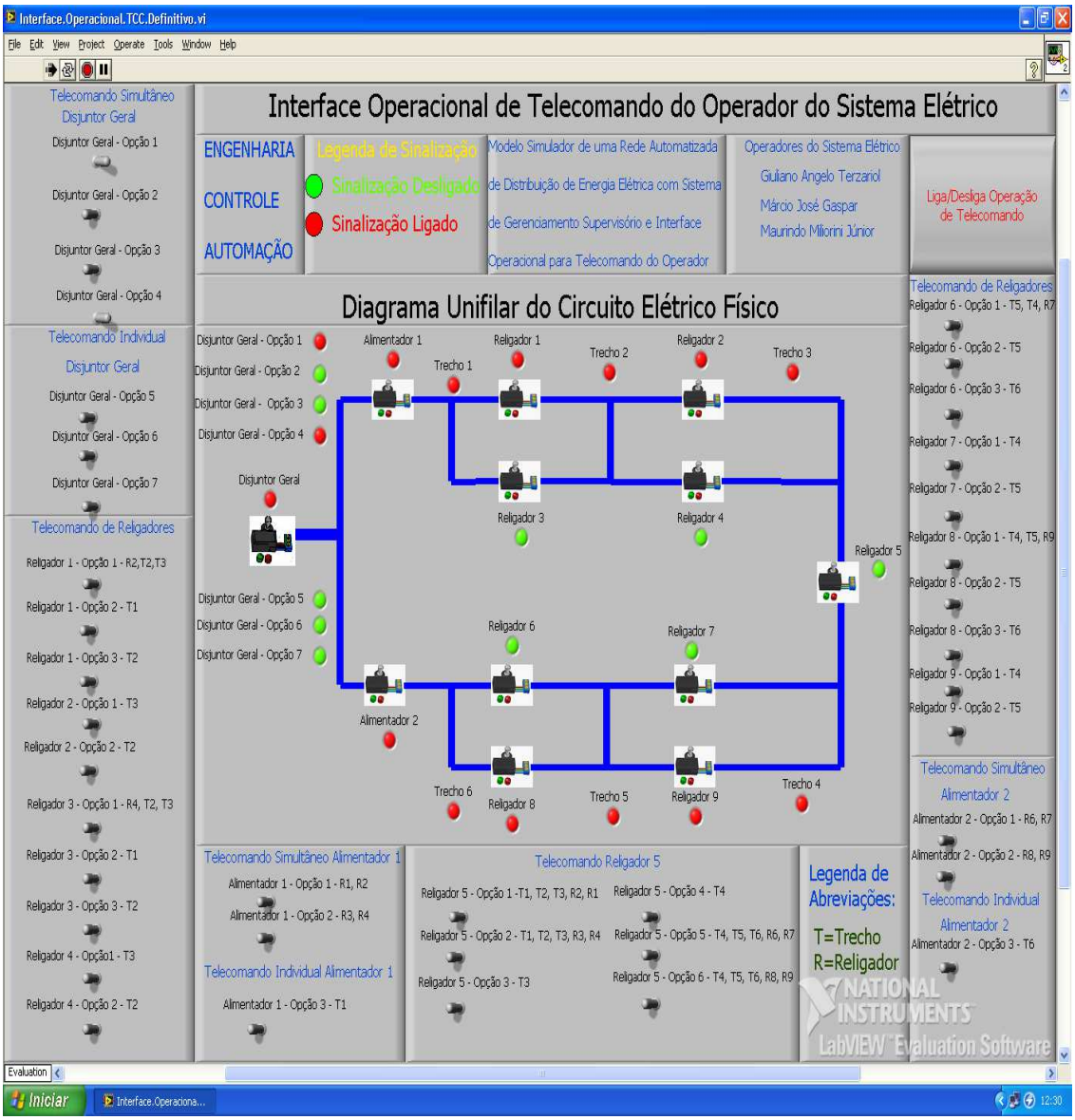


Figura 3: Detalhe do Sistema de Gerenciamento Supervisório com Interface Operacional por Telecomando do Operador do Sistema.

A figura 4, a seguir, apresenta a Interface Operacional para Simulação de Manobras desenvolvida por meio do *software Labview** para que o operador do sistema, execute a simulação de abertura e fechamento das chaves tipo liga/desliga com segurança sem interferir no sistema físico real, sendo que essa interface também contém os mesmos recursos das interfaces mostradas anteriormente no presente trabalho:



Figura 4: Detalhe do Sistema de Gerenciamento Supervisório para Simulação de Manobras dos Dispositivos de Operação e Proteção de maneira virtual pelo Operador do Sistema.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após o desenvolvimento final do Trabalho de Conclusão de Curso, pode-se concluir de maneira geral, que o tipo de Metodologia utilizada no presente trabalho, é de fundamental importância, pois a Aplicação do Roteiro Crítico de Projetos em Cursos de Graduação, orienta e direciona a equipe de trabalho nas etapas de desenvolvimento do projeto desde sua concepção inicial até seu desenvolvimento final, fator decisivo para que a equipe atingisse com êxito os objetivos propostos ao longo do ano de 2013.

Com relação aos Aspectos Técnicos, pode-se concluir que os conceitos, tecnologias e recursos da Engenharia de Controle e Automação, são eficazes e importantes em aplicações que necessitam de um Sistema de

Gerenciamento Supervisório com Interface Operacional como é o caso de Sistemas reais de Distribuição de Energia Elétrica e outros tipos de sistemas utilizados nas indústrias em geral e especificamente, no Trabalho de Conclusão de Curso desenvolvido, pois fica evidente que a automação aplicada em sistemas de distribuição de energia elétrica, traz muitos benefícios à sociedade, para os profissionais envolvidos nesse tipo de atividade e consequentemente aumentam a lucratividade das empresas concessionárias, pois com a utilização da automação, é possível a correta otimização dos recursos de trabalho e operações, o sistema elétrico torna-se seguro e com qualidade contínua atendendo os padrões das Agências Reguladoras e dos Órgãos Fiscalizadores e também atendem as exigências dos clientes que necessitam de um produto com excelência na qualidade.

Com relação aos Aspectos Acadêmicos, pode se concluir que após a concepção final do Trabalho de Conclusão de Curso, é evidente que o trabalho desenvolvido agrega valores à equipe de trabalho, pois foi possível aplicar e ampliar os conhecimentos adquiridos em sala de aula durante o decorrer do curso de Engenharia de Controle e Automação, através do desenvolvimento prático do projeto, o qual exigiu uma demanda de conhecimentos teóricos, práticos e busca de novos conhecimentos específicos por meio de pesquisas e orientações dos Srs. Professores das principais disciplinas do curso.

Com relação aos resultados obtidos x resultados esperados do Trabalho de Conclusão de Curso Específico Sistema Supervisório em Tempo Real com Interface Operacional de Controle e Operação das Manobras dos Dispositivos de Proteção e de Simulação Virtual para uma Rede Automatizada de Distribuição de Energia Elétrica, pode-se concluir que o trabalho específico, também atendeu as expectativas, pois, evidência de maneira direta a aplicação dos conceitos e recursos da Engenharia de Controle e Automação, pois esperava-se a aplicação de um *software* constituído de uma série de recursos que possuem funções de controle e desempenho automáticos para exercer o correto funcionamento do projeto, e após fase de pesquisas e levantamentos de dados concretos, do desenvolvimento de um projeto similar, foi possível desenvolver no *software Labview**, os códigos de programações e as interfaces

operacionais para exercer o Controle Automático esperado pela equipe de trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DELGADO, N. G. G. , et al. **Aplicação do Roteiro Crítico de Projetos em Cursos de Graduação.** Artigo Científico -V Congresso Nacional da Engenharia Mecânica. 2008.9f. Salvador, Bahia, 2008.

FERREIRA, F. A. L. **Metodologia para Reconfiguração de Redes de Distribuição Trifásicas Assimétricas e não Balanceadas com Geração Distribuída**. 2010.145f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Faculdade de Engenharia Elétrica, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

SOBRE O AUTOR

Giuliano Angelo Terzario - Formação Acadêmica: Engenheiro de Controle e Automação – Centro Universitário de Jaguariúna

Formação Técnica: Técnico em Eletrotécnica – ETE João Belarmino- Amparo-SP

Experiência Profissional: Técnico de Operação do Sistema Elétrico na CPFL Energia

DESENVOLVIMENTO ELETRÔNICO PARA DISPOSITIVO AUTÔNOMO DE ERRADICAÇÃO DE LARVAS DO MOSQUITO TRANSMISSOR DA DENGUE EM RESERVATÓRIOS DE MÉDIO VOLUME DE ÁGUA

Development for Electronic Larvae Elimination of Hybrid Device Mosquito Transmitter of Dengue in Water Volume Average Tanks

FERNANDES, Eduardo Luis
Centro Universitário de Jaguariúna - UniFAJ

RESUMO: A fim de adaptar um processo já existente, o trabalho que segue visa o desenvolvimento e construção eletrônica para um protótipo designado à erradicação de larvas do mosquito transmissor da dengue, capaz de se locomover em reservatórios de médio volume de água. Esse trabalho não visa aplicar nem avaliar os resultados do mesmo na erradicação de larvas. O protótipo proposto utiliza uma estrutura flutuante que compreende todo o hardware empregado no mesmo, operacionalizando através de uma célula solar e baterias recarregáveis um sistema compreendido por um aerador, sistema de propulsão e direção autônomos controlados pela plataforma *Arduino*® *e* sonares instalados ao redor da estrutura. O dispositivo efetua monitoramento de baterias, seleção automática de alimentação, alerta de bateria fraca e alternância entre modo normal e *standby* durante o período noturno. Para satisfazer o desenvolvimento é proposto o dimensionamento e construção do circuito eletrônico, instalação de componentes de comando e proteção, inserção de equipamentos para controle e automação, identificação dos mesmos visando eliminar riscos de curto-circuito, redução de falhas, melhoria de qualidade no produto e mínimo desperdício de recursos. Serão empregadas ferramentas de projeto Cronograma e EPLAN® *Electric P8*.

Palavras-chave: Autônomo; Dengue; *Arduino*.

ABSTRACT: In order to adapt an existing process, the work that follows is aimed at developing and electronic construction for a prototype designed to eradicate larvae of the mosquito that transmits dengue, able to get around reservoirs average volume of water. This work is not intended to apply or evaluate the results of the same in the eradication of larvae. The proposed prototype uses a floating structure that comprises all the hardware used in the same, operationalized through a solar cell and rechargeable batteries one understood by an aerator system, propulsion system and self-direction controlled by *Arduino*® platform and sonars installed around the structure. The device performs monitoring of batteries, power automatic selection, low battery alert and toggle between normal mode and standby during the night. To meet the development is proposed the design and construction of the electronic circuit, installation of control components and protection, insertion equipment for control and automation, identifying them to eliminate short-circuit risk, reduce failures, quality improvement in product and minimal waste of resources. design tools will be employed Schedule and *EPLAN*® Electric P8.

Keywords: Autonomous; Dengue; *Arduino*.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas a dengue tem apresentado grande crescimento na incidência mundial (WHO, 2015). Através de uma abordagem cartográfica, estima-se que 390 milhões de infecções aconteçam por ano (BHAAT et al., 2013). Nos estudos de Ferreira, G. (2012), o autor afirma que mais da metade da população mundial encontra-se em situação de risco. Exclusivamente 9 países experimentaram epidemias de doenças graves, porém a doença se tornou endêmica em cerca de 100 países, sendo que as regiões situadas no Sudeste da Ásia, Américas e do Pacífico Ocidental são as regiões mais afetadas (WHO, 2015).

A dengue é causada pelo vírus *Flavivirus flaviviridae* que se hospeda nos possíveis vetores da doença, os artrópodes *Aedes polynesiensis, Aedes albopictus e Aedes aegypti.* No Brasil o mosquito *Aedes aegypti* é o vetor mais comum e sua transmissão em seres humanos se dá por intermédio da picada da fêmea (SILVA, 2011; DALBEM, 2014).

Além de transmitir a dengue, o mesmo mosquito pode ser vetor para outros tipos de vírus, como Zika vírus e *ChiKungunia* (TIZZOT, 2016).

A compreensão bioecologica das populações do vetor apresentam extrema relevância para elaboração de estratégias em seu controle, e associar fatores ambientais com o ciclo de vida do mosquito possibilita indicar ambientes propícios para o desenvolvimento e oviposição do mesmo (BESERRA et al*.,* 2010). O mosquito apresenta comportamento tanto urbano quanto rural, porém amostras de larvas e ovos são raramente encontradas no meio rural. A proliferação do mosquito ocorre principalmente no verão, onde todo e qualquer tipo de recipiente que acumule água serve como criadouro para o mosquito. Sua multiplicação ocorre através de ovos, que não são expelidos na água, mas depositados milímetros acima da superfície, em uma infinidade de recipientes que possuam como característica a possibilidade de armazenar água. Quando ocorre a precipitação da água, os recipientes aumentam seu volume de forma que o nível da água armazenada entre em contato com os ovos, que posteriormente eclodem. (FERREIRA, L., 2012; MIRANDA, 2009; SILVA, 2011).

O sucesso da reprodução dos mosquitos está diretamente relacionado com o local onde os ovos são expelidos, pois esse é um fator de extrema importância para a sobrevivência e as variações de quantidade de populações do mosquito (SERPA, 2008).

De acordo com Ferreira, L. (2012) o extermínio do mosquito deve ocorrer na fase larval, devido à resistência que o mosquito apresenta em outras fases.

Em um período que vai de cinco a sete dias, uma larva originada do ovo passa por quatro fases e origina um novo mosquito. No processo de desenvolvimento larvário fatores ambientais como a temperatura, luz, salinidade, presença de poluentes orgânicos e inorgânicos, movimento da água, relações com a vegetação aquática, não aquática com produtos derivados de plantas e com microorganismos, predadores e parasitas presentes na água, são considerados como os principais a afetar o desenvolvimento larvário. De forma geral, larvas de mosquito não estão adequadas a viver em ambientes de água em movimento, e em situações que o movimento da água é constante, como em rios. As larvas tendem a viver em ambientes com água parcialmente parada. (SILVA, 2011; CONSOLI, 1994; BATES, 1949).

A aeração é um método utilizado para introduzir oxigênio à água. O método é aplicado por aeradores, que se comportam como máquinas de vento. Dentre os tipos de sistemas de aeração, o sistema por ar difuso é o que utiliza sopradores de ar. Os sopradores suprem a demanda de ar do sistema e difusores o distribuem, promovendo aeração e mistura. Nesse sistema a introdução de oxigênio se dá por meio de microbolhas, providas pelos difusores, que são alimentados por sopradores de ar comprimido. (CHEIS, 2015)

Bombas de diafragma, um tipo de compressor usualmente aplicado com tamanho reduzido em aquários domésticos, possui a finalidade de promover aeração da água contida no mesmo. Aeradores de aquário difusam o ar através de uma pedra porosa, a fim de facilitar a formação de bolhas, onde a quantidade de ar necessária é pequena. Essas bolhas, difundidas pelos

aeradores, causam turbulência superficial na água (DOS SANTOS, 2007; BUENO, 2010; HOFKES, 1983; OLIVEIRA, 2008).

Distúrbios causados por movimentos na água, causam agitação na atividade das larvas do mosquito, fazendo com que submerjam e desapareçam do campo de visão. As larvas, mesmo sendo aquáticas respiram o oxigênio do ar, e necessitam ficar na superfície da água. (WHO, 2013; SILVA, 2007).

A erradicação do vetor da doença é considerada quase impossível, e por se tratar de um problema de saúde global, estudos atuais indicam a inexistência de controles sustentáveis para o vetor (FERREIRA, G., 2012).

Considerada uma fonte de energia sustentável, a energia solar viabiliza o suprimento energético para necessidades simples. Pelo intermédio de células fotovoltaicas, destinar esse tipo de fonte energética proveniente da natureza em dispositivos, possibilita que os mesmos operem sem depender de fontes energéticas externas. Dessa forma compreende-se tais equipamentos como autossustentáveis, ou seja, capazes de suprir suas próprias necessidades energéticas. (OLIVEIRA, 2012; SILVA, 2012).

Sistemas fotovoltaicos estão susceptíveis à alterações luminosas e às condições climáticas desfavoráveis, desvantagens que interferem reduzindo significativamente a saída do sistema. Por outro lado a manutenção e o armazenamento energético em baterias são fatores que compreendem vantagens desse tipo de sistema (SILVA, 2015).

Complementando os métodos de erradicação do mosquito anteriormente mencionados, a implementação de um sistema sustentável que compreenda a execução de tarefas com autonomia, caracteriza o mesmo como um sistema robótico autônomo (RIBEIRO, 2015).

Interações com o ambiente por intermédio de atuadores e sensores, ou seja dispensando a intervenção do homem, é a principal função de robôs móveis, inseridos em uma área da robótica conhecida como robótica móvel (TÁRTARI, 2012).

> *"Navegação autônoma é uma área da robótica móvel que estuda técnicas para que robôs possam movimentar-se de forma segura em um determinado ambiente." (TÁRTARI, 2012).*

Dentro desse contexto, a área de robótica autônoma tem gerado grande interesse em pesquisadores. O desenvolvimento de aplicações e pesquisas com uso de veículos aquáticos e subaquáticos possui, em grande parte das aplicações, necessidade de que estes tipos de robôs possuam inteligência e capacidade de executar ações autônomas (FORNI, 2011).

A plataforma eletrônica de código aberto, também conhecida como Arduino, tem a capacidade de tomar decisões pré-estabelecidas, baseadas em informações provenientes do ambiente. O hardware do Arduino, por intermédio de módulos periféricos, registra acontecimentos do ambiente (SILVEIRA et al., 2015).

> *"O Arduino é o que chamamos de plataforma de computação física ou embarcada, ou seja, um sistema que pode interagir com seu ambiente por meio de hardware e software." (MCROBERTS, 2011, p. 22).*

O Arduino é amplamente utilizado para projetos. O dispositivo possibilita ao usuário, através de um software, desenvolver programações computacionais baseadas na linguagem C e executar as mesmas com a finalidade de interagir com os dispositivos externamente conectados a ele. Os componentes externos quantificam diversos dispositivos tais como sensores e atuadores. O hardware do Arduino é basicamente composto por um microprocessador e os periféricos eletrônicos para promover o funcionamento do microprocessador (MCROBERTS, 2011).

Araújo (2015), considera o Arduino como um sistema embarcado simples, Giuseppe Dedini e Yassuda Yamashita (2015) o define como um sistema limitado, porém capaz de comportar sistemas de controle numérico e sistemas de coleta e armazenamento de dados.

> *"[...] a programação de sistemas embarcados deve considerar que hardware e software devem ser programados concomitantemente, tendo como fim a realização de uma função específica." (SILVEIRA, et al., 2015).*

Dessa forma o artigo apresentado foca no desenvolvimento eletrônico de um sistema de controle autônomo, compreendido pelo controle e acionamento do conjunto de atuadores responsáveis pela movimentação do

sistema, acionamento da bomba de diafragma, sensoriamento do ambiente, fornecimento energético autossustentável para o acionamento da bomba de diafragma e a alimentação de componentes contidos no sistema através de uma bateria. De forma geral, a finalidade do conjunto é transmitir dados dos sensores e controlar os atuadores de forma autônoma, visando a movimentação do mesmo em reservatórios de médio volume de água.

DESENVOLVIMENTO

O protótipo desenvolvido refere-se à um dispositivo autônomo de erradicação de larvas do mosquito transmissor da dengue, compreendido por um conjunto eletrônico capaz de integrar sensores, atuadores, componentes complementares, baterias, placa fotovoltaica e um microcontrolador.

O sistema de controle compreendido pelo protótipo objetiva proporcionar ao mesmo aptidão para seu deslocamento em ambientes que se caracterizam como reservatórios de médio volume de água parada. O deslocamento ocorre na superfície aquática do reservatório, e o protótipo visa de forma segura e eficiente, baseado em informações fornecidas por sensores, movimentar-se com autonomia neste ambiente e proporcionar agitação da superfície da água.

Para o controle e automação das ações desenvolvidas pelo protótipo será implementada uma programação que controlará o microcontrolador, responsável por todas as operações do protótipo.

O desenvolvimento do protótipo inicia-se com a construção da estrutura flutuante, destinada a comportar todos os componentes utilizados no mesmo. Como o foco do trabalho não visa a construção da estrutura, esta etapa objetivou a construção de uma estrutura capaz de flutuar em meio aquático, com a finalidade de comportar todos os componentes do sistema eletrônico utilizado no protótipo, visando isolação entre os componentes e a água. A estrutura flutuante compreende o uso de tubos de PVC com diâmetro de 100mm, junto a uma caixa plástica com dimensões de 180mm de largura, 155mm de comprimento e 95mm de altura. O emprego da caixa plástica prevê comportar os componentes, que serão utilizados no sistema eletrônico. A estrutura final caracteriza-se com dimensões físicas de 390mm de largura,

740mm de comprimento e 240mm de altura. A figura 1 apresenta a estrutura do protótipo.

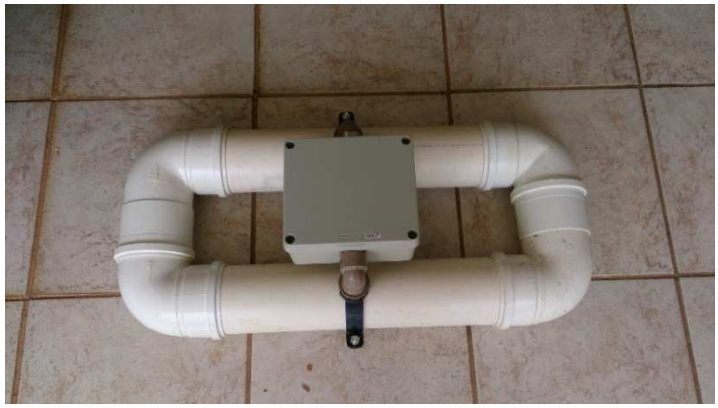


Figura 2: Estrutura flutuante designada para o protótipo.

(Fonte: Desenvolvimento Próprio)

O desenvolvimento do sistema eletrônico inicia-se com o desenvolvimento de um diagrama de blocos que esquematiza as conexões entre cada um dos componentes que compõem o mesmo, como mostra a figura 2.

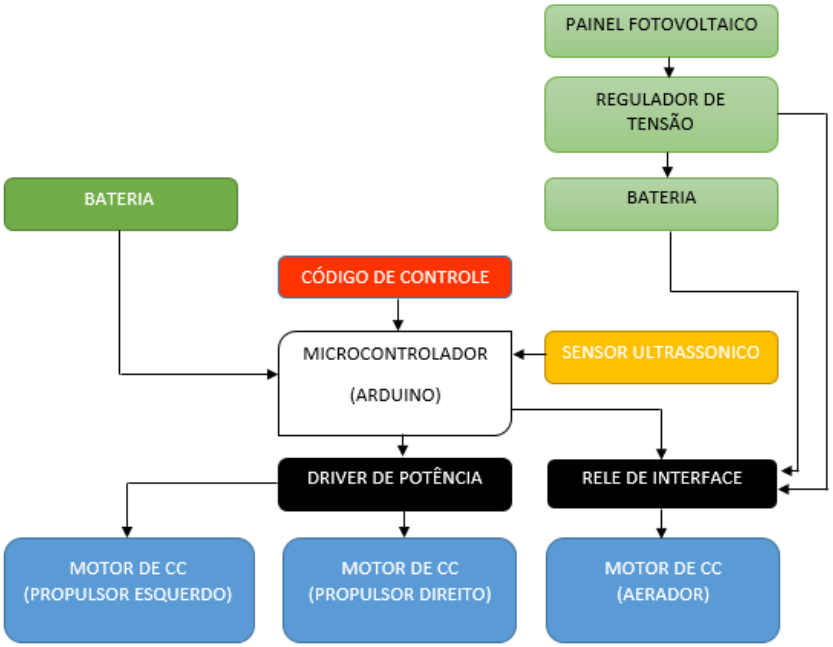


Figura 3: Diagrama de blocos: Funcionamento do Sistema eletrônico.

(Fonte: Desenvolvimento Próprio)

Para o desenvolvimento eletrônico do protótipo foi desenvolvido o diagrama elétrico, (Anexo 01), uma representação técnica de todos os componentes eletrônicos ou elétricos que compõem o projeto. Neste diagrama estão contidas informações como a identificação de componentes elétricos ou eletrônicos e as conexões físicas dos mesmos.

Para suprir as necessidades energéticas exigidas pelo protótipo, o sistema compreende o uso de um conjunto que operacionaliza geração, armazenamento e regulagem de tensão. Para geração de energia elétrica o sistema conta com uma placa fotovoltaica fabricada a partir de lâminas de silício cristalino. Esse tipo de célula fotovoltaica tem sido desenvolvida juntamente com filmes finos de teureto de cádmio, disseleneto de cobre índio e gálio, silício amorfo hidrogenado, silício microcristalino, silício crescido em fitas. Nos últimos 60 anos, são essas as tecnologias de fabricação de células fotovoltaicas que vem sendo desenvolvidas (PINHO, 2014).

As lâminas de silício cristalino, tecnologia usada na produção industrial de células fotovoltaicas, atingiram em 2011 uma abrangência de 87,9% no mercado mundial. As mesmas são classificadas como monocristalina (m-Si) e policristalina (p-Si), sendo que a diferença entre as duas está no método de obtenção do silício, utilizado na fabricação das células (PINHO, 2014).

A célula fotovoltaica de silício monocristalino possui eficiência média de 16,5% (produção de nível industrial). Lâminas comerciais de silício policristalino variam sua eficiência de 14,5% a 16,2% (PINHO, 2014). Devido a eficiência e custo, a célula empregada no protótipo é a célula de silício monocristalino. A mesma possui dimensões de 165x165mm, 4,5W de potência e uma tensão de saída com 6VDC.

Seguindo a descrição do conjunto de alimentação do protótipo, toda a energia que será gerada pela célula fotovoltaica será armazenada em um conjunto de baterias.

Controlando com carga linear o carregamento da bateria, é necessário optar por uma bateria que supra a demanda energética do sistema e que possua características conciliáveis com o modo que o painel fotovoltaico fornece carga. O tipo de bateria que melhor se adequa ao sistema é a bateria de Níquel. De acordo com Buchmann (2011), as baterias de níquel possibilitam

carregamentos proveniente de tensões pulsantes e essa característica relaciona importantes limitações do sistema pois, por se tratar de um carregamento proveniente de um sistema fotovoltaico, a tensão de saída no painel promove variações de tensão para a bateria (VITOI et.al., 2014).

No escopo original deste projeto, foi previsto que o conjunto anteriormente descrito seria capaz de suprir as necessidades energéticas do protótipo. Devido à algumas adaptações efetuadas no mesmo foi necessário adicionar uma bateria principal no protótipo. Esta exigência se deu ao fato de utilizar atuadores com tensão maior que a saída do painel fotovoltaico. Será necessário avaliar o tempo de descarga da bateria e posteriormente agregar algum recurso que supra a demanda energética do protótipo.

Devido as restrições de tamanho e peso, optou-se em utilizar uma bateria de Lítio Polímero. Esse tipo de bateria compreende uma associação de células que determina sua tensão, cerca de 3,7V por célula (1S). Em sua representação a nomenclatura S indica o número de células (MEDEIROS, 2014).

Conforme apresentado na figura 2, o sistema compreende dois itens que não são o escopo deste trabalho, o Microcontrolador e o Código de Controle. Mediante isso, o trabalho que segue precisa compreender tudo que se relaciona de forma direta ou indireta com o sistema em desenvolvimento. Visando analisar, compreender e suprir as características destes blocos, seguem algumas importantes definições dos mesmos, não pertencentes ao foco deste trabalho.

Popularmente conhecido, o Arduino é uma plataforma de prototipagem com fácil utilização, sua maior vantagem sobre outras plataformas. O projeto do Arduino possui fonte aberta, amplamente utilizado para outros projetos. O dispositivo possibilita ao usuário, através de um software livre, efetuar programações computacionais com a finalidade de compor a plataforma, que quando inseridas no Arduino interagem com os dispositivos externamente conectados a ele. Os componentes externos quantificam diversos dispositivos, tais como sensores e atuadores. O hardware do Arduino é basicamente composto por um microprocessador e os periféricos eletrônicos para promover o funcionamento do microprocessador. O hardware ainda compõem conexões

de entrada/saída expostas e uma saída USB. A saída USB não está presente em todos os tipos de Arduino, porém quando existente proporciona a conexão entre um PC e o mesmo. O Arduino possui algumas variantes que podem compreender em seu hardware maior memória ou maior número de pinos entrada/saída. Por compreender hardware e software livre, o Arduino pode ser utilizado por qualquer indivíduo e para qualquer finalidade (MCROBERTS, 2011).

Devido às exigências de mobilidade autônoma, o sistema vigente do protótipo precisa compreender o uso de sensores. Neste trabalho, os sensores são os dispositivos responsáveis por promover as informações do ambiente físico, fornecendo-as ao Microcontrolador (Arduino). Posteriormente, os dados fornecidos pelo sensor são processados pelo Microcontrolador, e retornam como ações para os atuadores.

O sensor utilizado é do tipo ultrassônico. Suas características básicas se referem-se ao posicionamento e seu uso está ligado à detecção de obstáculos e até mesmo ao mapeamento de ambientes. O sensor é um emissor e receptor de ondas sonoras, operantes na faixa de frequência imperceptível à audição humana (40kHz). O sensor consegue realizar o cálculo de distância pelo tempo que ocorre entre a emissão e a recepção do sinal sonoro emitido por ele. O sensor utilizado, modelo HC-SR04 fabricado pela empresa *Micropic,* possui uma escala que possibilita medições a partir de 2 cm, até 400cm. Designado para aferir distâncias inferiores a 20 cm e detectar a presença de resíduos sólidos dentro desta faixa, testes com o sensor comprovaram o bom desempenho do sensor em medidas com até 50cm.

Para operacionalizar a movimentação autônoma do protótipo, o Microcontrolador promove ações de controle por intermédio de atuadores. Os atuadores precisam ser acionados com um fluxo de corrente maior do que o microcontrolador é capaz de fornecer. Devido a isso será utilizado um circuito de potência dedicado para acionar o motor de corrente contínua pelos comandos provenientes do microcontrolador. O circuito de potência dedicado, responsável por receber o sinal de controle, acionar e controlar o motor de corrente contínua (CC) é a ponte H L298N.

O circuito ponte H L298N é um circuito que controla o sentido de giro e a potência aplicada nos motores, consequentemente a rotação. O circuito possui um pino de controle para potência do motor, esse pino recebe sinais *PWM*. O *PWM* (*Pulse Width Modulation)* também conhecido como modulação da largura de pulso, é uma técnica para variar a velocidade de motores corrente contínua. Quando o sinal PWM está em tensão máxima, o motor gira com potência máxima, quando em tensão zero, o motor continua a girar devido à inércia até que ocorra o próximo sinal em tensão máxima. O Microcontrolador consegue ajustar a fração de tempo que o sinal fica em tensão máxima, essa fração de tempo é denominada *duty cycle (*ciclo de trabalho). Portanto, variando o *duty cycle* é possível determinar a potência aplicada ao motor.

A figura 3 apresenta o circuito ponte H L298N, responsável pelo controle de potência do motor CC, que produz deslocamento do protótipo.

As conexões do circuito ponte H L298N, responsável pelo controle de potência do motor CC seguem uma sequência de ligações definidas pelo fabricante. A Tabela 1 referência descreve sua função e relaciona com a conexão no protótipo.

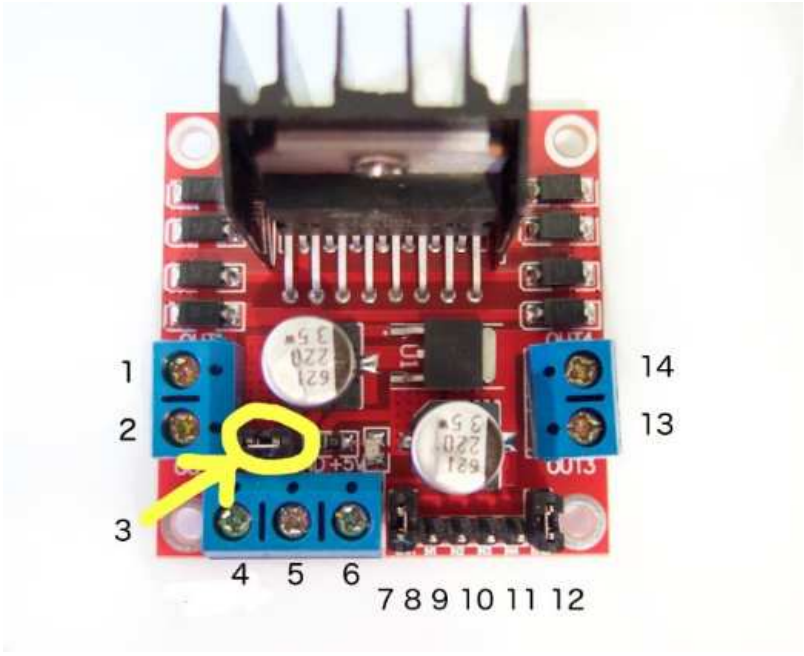


Figura 4: Conexões circuito ponte H L298N.

(Fonte: https://tronixlabs.com.au)

Ponto de Conexão Protótipo	Ponto de Conexão Cicruito Ponte H L298N	Descrição do Ponto de conexão Circuito Ponte H L298N
Polo "+" Motor A	1	Conexão "+" do Motor A
Polo "-" Motor A	2	Conexão "-" do Motor A
Conectado	3	*Jumper* 12V - Alimentação >12VDC Conectar; <12VDC desconectar
Polo "+" Bateria	4	Alimentação (máx. 35V)
Polo "-" Bateria	5	GND
Pino "Vin" Arduino	6	Saída 5V (se o *Jumper* 12V estiver habilitado)
Pino "02" Arduino	7	ENA (Pino de entrada *PWM* referente amo Motor A)
Pino "03" Arduino	8	IN1
Pino "04" Arduino	9	IN2
Pino "05" Arduino	10	IN3
Pino "06" Arduino	11	IN4
Pino "07" Arduino	12	ENA (Pino de entrada *PWM* referente amo Motor A)
Polo "+" Motor B	13	Conexão "+" do Motor B
Polo "-" Motor B	14	Conexão "-" do Motor B

Tabela 1: Conexões do Circuito Ponte H L298N
(Adaptação: https://tronixlabs.com.au)

O protótipo utiliza três atuadores: o propulsor responsável pelos movimentos para direita, o propulsor responsável pelos movimentos para esquerda e o motor responsável pela aeração. Os dois propulsores são controlados pela ponte H L298N. Conforme descrito anteriormente o motor do propulsor opera com uma estratégia de controle *PWM*, variando a potência aplicado no motor. As instruções de controle são enviadas pelo microcontrolador. Os propulsores são acionados a uma taxa proporcional, que varia de acordo com os comandos do microcontrolador. Em suma, as taxas aumentam ou diminuem, e conforme ocorre o deslocamento do protótipo sobre a superfície da água, a trajetória do protótipo é redefinida a todo instante.

Os motores propulsores caracterizam-se por propulsores com hélices submersas. O grande desafio em utilizar um propulsor aquático refere-se a impermeabilização. Muitos sistemas de propulsão para nautimodelismo utilizam de motores *brushless,* porém alto custo e consumo elétrico inviabilizam seu uso neste projeto. O baixo custo, tensão operacional compatível com a bateria e uma corrente de acionamento menor que motores *brushless* implicaram na decisão de fazer o uso de bombas para sistema de limpadores de para-brisa automotivo. Esse tipo de bomba é constituída por duas câmaras separadas. A câmara superior aloja o motor com uma vedação para líquidos. Na base da câmara superior o eixo do motor atravessa a vedação e transmite rotação do motor para a câmara inferior, que comporta o rotor, responsável por mover o líquido na bomba (SILVA, 2014). Para satisfazer o sistema de propulsão do protótipo essa bomba utilizada. Os propulsores, estão instalados na traseira do protótipo e submersos na água, um propulsor é responsável pelos movimentos para esquerda e o outro propulsor é responsável pelos movimentos para direita.

O motor do aerador, responsável pela agitação da superfície da água, opera em regime permanente, operando ligado ou desligado. Seu funcionamento está relacionado com uma condição definida pelo relê de interface. O relê de interface é um circuito eletrônico que recebe sinais digitais do microcontrolador, os amplifica e aciona cargas de alta potência. Um rele, de acordo com CUNHA (2009)

> *"[...] dispositivo elétrico destinado a produzir modificações súbitas e predeterminadas em um ou mais circuitos elétricos de saída, quando alcançadas determinadas condições no circuito de entrada, que controla o dispositivo. [...]"*.

RESULTADOS

O protótipo desenvolvido neste trabalho foi submetido a testes após um tempo estimado de 14 semanas de construção, e encontra-se com a estrutura física, algoritmo de controle e sistema eletrônico concluídos. A figura 4 apresenta o protótipo situado na localidade em que foi submetido a testes.



Figura 5: Estrutura física do Protótipo final.(Fonte: Desenvolvimento Próprio)

A aplicação do protótipo no ambiente real (reservatório de água), possibilitou avaliar o seu desempenho, indicando ou não a necessidade de substituir componentes ou agregar funcionalidades ao protótipo final. A figura 5 apresenta o local onde foram efetuados os testes do protótipo.



Figura 6: Local do ambiente real. (Fonte: Desenvolvimento Próprio)

Os testes realizados em ambiente real foram parcialmente satisfatórios, uma vez que, o protótipo conseguiu aquisitar e enviar as informações de

posicionamento provenientes do sensor ultrassônico, controlar a potência dos atuadores conforme os comandos provenientes do algoritmo de controle, boa eficiência na geração elétrica da placa fotovoltaica, pleno funcionamento da bomba de diafragma e o cumprimento da designação do protótipo: compreender o deslocamento autônomo do mesmo em ambientes aquáticos desconhecidos.

O acionamento dos motores se apresentou satisfatório, porém o motor de propulsão esquerdo obteve mal funcionamento e precisou ser substituído.

A aquisição de leituras de distância entre a margem do reservatório e a posição física do protótipo também foram satisfatórias, visto que as leituras obtidas pelo sensor são bastante precisas e não sofreram refração ou ruído.

O acionamento da bomba de diafragma se mostrou satisfatório, proporcionando a movimentação na superfície da água.

A geração de energia realizada pela placa fotovoltaica obteve bons resultados durante os testes efetuados no período da manhã com condições climáticas de poucas nuvens e sol ensolarado. Com uma tensão média na saída de 6,37V. O gráfico 1 apresenta dados referentes à geração de energia da placa no dia 06/11/2016, na cidade de Holambra no período entre 10:04 e 11:04. A etapa de validação da autonomia que a bateria proporciona ao protótipo não foi concretizada, visto que esgotar uma bateria do tipo LiPo torna-se uma operação de risco.

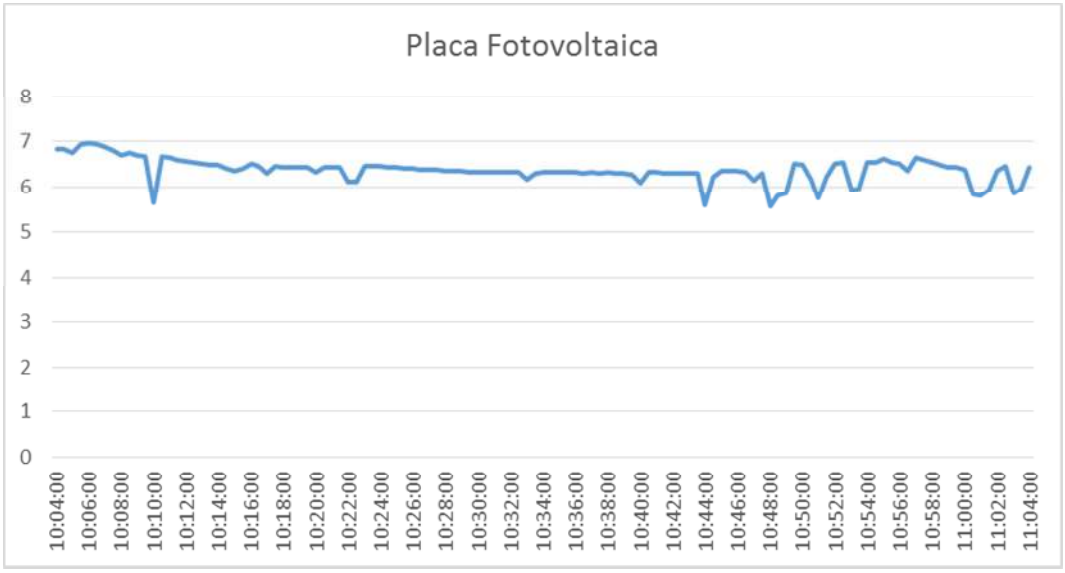


Gráfico 1: Geração de Energia da Placa Fotovoltaica.

(Fonte: Desenvolvimento Próprio)

Os testes efetuados no período da tarde com condições climáticas de céu nublado apresentaram baixo índice de geração de energia pela placa. Em média a tensão de saída foi de 3 Volts, uma tensão insatisfatória para atender à demanda energética do protótipo.

Os testes efetuados no protótipo com o intuito de avaliar o seu deslocamento autônomo, demandou intenso uso da bateria, e para avaliar a demanda solicitada pelo protótipo foi mensurado a tensão inicial e final durante os testes efetuados com o protótipo em seu ambiente final. A tabela 2 apresenta as tensões mensuradas na bateria.

Data	06/11/2016		07/11/2016		19/11/2016	
Horário	14:40	17:00	10:04	11:04	14:30	14:50
Tensão	12,34	11,73	12,6	11,91	12,34	12,2

Tabela 2: Tensão de Inicial/Final – Bateria

(Fonte: Desenvolvimento Próprio)

Os testes descritos anteriormente apresentam registros dos valores de tensão referentes a descarga da bateria. É notável que o valor de tensão diminui significativamente em um intervalo de tempo pequeno.

Os testes iniciais, situados no ambiente real evidenciaram a instabilidade no deslocamento autônomo do protótipo. Devido a isso, foram necessários ajustes na parametrização da programação vigente no controle do protótipo. Após a inserção de novos parâmetros na programação o projeto apresentou resultados satisfatórios. A tabela 3 apresenta todas as variantes que compreendem o protótipo no momento dos testes. Nas colunas é apresentado a data do teste, horário em que o protótipo foi submetido aos testes, percentual do percurso percorrido na margem do reservatório, a distância entre o protótipo e a margem do reservatório que o sistema precisa manter (*set-point),* a porcentagem mínima de ação nos atuadores quando não é necessário ação dos mesmos (polarização), o ganho da ação proporcional implementada no algoritmo de controle, a tensão da bateria no início do teste, condições climáticas e um breve resumo do comportamento do protótipo.

Teste (n°)	Data	Início	Término	Percurso (%)	Colisões	Polarização	Set Point	Ganho	Tensão da Bateria	Localização Sensores	Vento?	Observações
1	05/11/2016	15:46	15:47	5%	1	20%	18	1	12,34	Lateral / traseiro	Intensa Presença de Vento	Instabilidade, sem capacidade de delocamento.
2	05/11/2016	16:03	16:05	50%	9	20%	18	1	12,35	Lateral / Frontal	Intensa Presença de Vento	Melhoria na estabilidade, conseguiu percorrer boa parte do reservatório
3	05/11/2016	16:23	16:26	75%	4	20%	20	0,5	11,73	Lateral / Frontal	Intensa Presença de Vento	Melhoria na estabilidade, conseguiu percorrer grande parte do reservatório
4	06/11/2016	10:16	10:17	5%	1	20%	20	0,5	12,34	Lateral / Frontal	Sem Presença de Vento	Instabilidade, sem capacidade de delocamento.
5	06/11/2016	10:23	10:30	100%	15	20%	18	1	12,1	Lateral / Frontal	Sem Presença de Vento	Boa estabilidade, conseguiu percorrer todo o reservatório
6	06/11/2016	10:33	10:40	100%	16	35%	20	1	11,86	Lateral / Frontal	Sem Presença de Vento	Instabilidade, capacidade de delocamento insatisfatória.
7	06/11/2016	10:58	10:59	5%	1	25%	18	1	11,62	Lateral / Frontal	Sem Presença de Vento	Propulsor direito apresentou falhas, não foi possivel concluir o teste
8	19/11/2016	14:30	14:34	50%	8	20%	15	0,5	12,34	Lateral / Frontal	Intensa Presença de Vento	Boa estabilidade, conseguiu percorrer 50% do reservatório. Entretanto o vento atrapalhou.

Tabela 3: Resultados Gerais - Testes

(Fonte: Desenvolvimento Próprio)

A figura 6 apresenta o protótipo sendo validado em seu ambiente real.



Figura 7: Validação do Protótipo.

(Fonte: Desenvolvimento Próprio)

CONCLUSÃO

O sistema eletrônico desenvolvido no escopo deste trabalho, possui exclusivamente o objetivo de satisfazer as funcionalidades de um protótipo, designado a erradicar larvas do mosquito da dengue em reservatórios de água com médio volume. A erradicação do mosquito em determinadas situações apresenta-se ineficiente, visto que os casos da doença aumentam constantemente. Estudar a viabilização de sistemas autônomos designados a essa finalidade apresenta-se com alto nível de importância.

O desenvolvimento deste trabalho culminou em um sistema eletrônico capaz de promover aquisição e envio das informações de posicionamento provenientes de sensores ultrassônicos, controle de potência dos propulsores, eficiência em geração elétrica da placa fotovoltaica, pleno funcionamento da bomba de diafragma e o deslocamento autônomo do mesmo em ambientes aquáticos desconhecidos.

Nos testes em ambientes reais foi observado que o controle de posição e locomoção em ambientes aquáticos possui alto nível de dificuldade, principalmente pelas condições climáticas (vento). O emprego de um sensor inercial possui grande relevância para aprimorar o controle de movimentação do protótipo na superfície da água.

O número de propulsores mostrou-se insuficiente e inapropriado para a designação. A eficiência dos propulsores também foi inferior as expectativas. Para solucionar os problemas anteriormente apontados, o uso de mais

propulsores ou a substituição por propulsores designados a nautimodelismo poderá solucionar essa deficiência no protótipo.

A placa de controle de potência dos motores apresentou superaquecimento, porém evidenciou a sua robustez. Utilizar um circuito de mesma designação, mas com configurações eletrônicas diferentes poderá solucionar esse problema.

O modelo de *Arduino* utilizado no protótipo funcionou com alto nível de confiabilidade e conseguiu atender as expectativas quanto ao seu funcionamento. A placa solar mostrou-se eficiente, porém a demanda energética do protótipo solicita o uso de mais placas solares.

A bateria empregada no protótipo possui alta confiabilidade, em estudos futuros será necessário estudar o implemento de um circuito que consiga carregar uma bateria desse tipo.

Os sensores ultrassônicos apresentaram-se eficientes e robustos dentro das aplicações a que foram submetidos.

Futuros estudos podem colaborar com a avaliação da influência e eficiência do protótipo na erradicação de larvas do mosquito da dengue.

Sendo assim, conclui-se que os itens e métodos utilizados neste trabalho são satisfatórios e visam contribuir com futuros trabalhos que visem o desenvolvimento de sistemas autônomos para erradicação de larvas do mosquito da dengue.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, J. T.; CAPOVILLA, G. H. Protótipo de estacionamento autônomo com integração multiplataforma. **Revista Ciência e Tecnologia,** v. 18, n. 32, 2015.

ARAÚJO, Í. B. Q. de. **Sistema detector de vazamentos em instalações prediais de água fria.** 2015. 46f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2015.

BATES, M. **The natural history of mosquitoes.** New York, Macmillan, 1949.

BESERRA, E. B. et al. Efeito da qualidade da água no ciclo de vida e na atração para oviposição de Aedes aegypti (L.) (Diptera: Culicidae). **Neotropical Entomology,** Londrina, v. 39, n. 6, nov./dez. 2010.

BHATT, S. et al. **The global distribuition and burden of dengue.** Macmillan Publishers Limited. Londres, v. 496, p. 504-507, abr. 2013.

BUCHMANN, I. **Batteries in a Portable World - A Handbook on Rechargeable Batteries for Non-Engineers.** 3. ed. 2011.

BUENO, G. F.; DE ALMEIDA, C. B.; DEL BIANCHI, V. L. Comparação da eficiência de reatores aeróbios com paralisações escalonadas de aeração em diferentes concentrações de matéria orgânica no tratamento de águas residuárias do processamento de farinha de mandioca. **Revista Raízes e Amidos Tropicais,** v. 6, n. 1, p. 248-255, 2010.

CHEIS, D. Sistemas de Aeração e seus Benefícios no Tratamento de Efluentes. **Revista TAE,** v. 5, n. 26, p. 10-14, ago./set. 2015.

CHRISTOPHERS, S. Richard. **Aëdes Aegypti.** University Press, 1960.

CONSOLI, R. A. G. B.; OLIVEIRA, R. L. **Principais Mosquitos de Importância Sanitária no Brasil.** Rio de Janeiro: Fiocruz, 1994.

CUNHA, Lívia. **Relés e contatores**. 2009. Disponível em: <http://www.osetoreletrico.com.br/web/a-revista/edicoes/169-reles-e-contatores.html>. Acesso em 04 set. 2016.

DALBEM, A. G. et al. Dengue clássica e febre hemorrágica da dengue: etiologia, fisiologia, epidemiologia e fatores de risco. **Revista Ciência e Estudos Acadêmicos de Medicina,** Cáceres, v. 1, n. 1, p. 18-38, jan./jul. 2014.

DOS SANTOS, W. T. P. et al. Uso da pressão gerada por uma coluna de água para controle da vazão em sistemas de análises em fluxo. **Química Nova,** v. 30, n. 7, p. 1754-1758, 2007.

FERREIRA, G. L. C. Global dengue epidemiology trends. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo,** São Paulo, v. 54, Suppl. 18, p. S5-S6, out. 2012.

FERREIRA, L. M. **Mapeamento dos casos de dengue na cidade de Lavras-MG, no período de 2007 – 2010**. 2012. 82 p. Dissertação (Mestrado em Modelagem de Sistemas Biológicos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

FORNI, Caio Cesar; ASSIS, W. O.; COELHO, Alessandra Dutra. Projeto de um Veículo Subaquático Autônomo. **Seminário Mauá de Iniciação Científica, São Caetano do Sul,** 2011.

HOFKES, E. H. (Ed.). **Small community water supplies.** International Reference Centre for Community Water Supply and Sanitation and Wiley, 1983.

GIUSEPPE DEDINI, F.; YASSUDA YAMASHITA, R. **Desenvolvimento da teoria de controle usando Arduino aplicada a motores elétricos.** Campinas, 2015.

MCROBERTS, M. **Arduino Básico** [tradução Rafael Zanolli]. - São Paulo: Novatec Editora, 2011.

MIRANDA, P. N. **Contagem Automática De Ovos De Aedes Aegypti Em Imagens De Ovitrampas.** 2010. 82p. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Computação) - Universidade de Pernambuco, Recife, 2009.

OLIVEIRA, A. B. F. **Análise da Dispersão Turbulenta em Aeração de Corpos Hídricos Usando a Técnica PIV (Velocimetria por Imagem de Partículas).** 2008.

Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Universidade de São Paulo. Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2008.

OLIVEIRA, L. G. M. **Estratégias de controle de carga e descarga em sistemas fotovoltaicos domiciliares.** Informação disponível na internet: http://www.iee.usp.br/biblioteca/producao/2005/Teses/Dissertacao_Luis_Oliveira.pdf. Data de acesso: 15/05/2006.

OLIVEIRA, R. M. T. **SWS – Estação Meteorológica Auto-Sustentável.** 2012. Dissertação (Mestrado em Eletrónica Industrial) – Universidade do Minho. Escola de Engenharia. 2012.

PINHEIRO, C. D. B., LIMA, C. P. Inteligência Computacional no Ajuste Automático de Sensores de Baixo Custo em Sistemas Robóticos Autônomos. **Revista Em Foco,** Santarém, v. 11, n. 21, p. 5-9. 2014.

PINHO, J. T.; GALDINO, M. A. **Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos.** Rio de Janeiro: CEPEL–CRESESB, 2014.

RIBEIRO, R. C. **Estratégia De Desvio De Obstáculos E Planejamento De Trajetória Para Uma Cadeira De Rodas Autônoma**. 2015. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro.

RIBEIRO, V. T. et al. **Projeto de um carregador de celular utilizando celulas fotovoltaicas.** 2006.

SILVA, A. G. et al. **Descrição do Robô para Transporte de Cargas em Ambiente Marítimo da Equipe Autobotz UFMG.** 2014. Universidade Federal de Minas Gerais.

SILVA, B. F.; DOS SANTOS FERREIRA, J.; BENARROSH, P. F. P. M. Energia Solar: Benefícios Das Placas Solares Em Telhas De Barro Sustentáveis. **Revista FAROCIÊNCIA**, v. 2, n. 2, p. 128-131, 2015.

SILVA, E. **Reprodução do Aedes Aegypti em Fossas de Esgotamento Sanitário no Bairro dos Pioneiros, Zona Urbana de Pimenta Bueno – Rondônia, Amazônia Ocidental.** 2007. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) – Universidade de Brasília. Faculdade de Ciências da Saúde, Brasília, 2007.

SILVA, J. A. M. da. **Projeto, desenvolvimento e implementação de um robô nadador de inspiração biológica.** 2013. Tese de Doutorado. Instituto Politécnico do Porto. Instituto Superior de Engenharia do Porto.

SILVA, M. G. N. M. **Sistema de aquisição e processamento de imagens de ovitrampas.** 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011.

SILVA, R. L. **Viabilidade do uso da energia solar no Brasil.** 2012. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós –Graduação *Lato Sensu* Análise Ambiental e Desenvolvimento Sustentável) – Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2012.

SILVEIRA, A. L., et al. Desenvolvimento Tecnológico em Geração Distribuída: Gerenciamento e Monitoração de Uma Microgeração Solar. **E-Tech: Tecnologias para Competitividade Industrial,** Florianópolis, v.8, n. 1, p. 47-68. 2015.

SERPA, L. L. N.; MONTEIRO, S. D. C. B.; VOLTOLINI, J.C. Efeito da água de criação larval na oviposição de Aedes aegypti em laboratório. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical,** Uberaba, v. 41, n. 5, p. 515–517, set./out. 2008.

TÁRTARI, A. H. **Navegação Autônoma de Robôs Móveis Usando Localização e Mapeamento Simultâneos.** 41f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Ciência da Computação) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavél, 2012.

TIZZOT, M. R. P. A. Zika Vírus**. Caderno da Escola de Saúde**, v. 1, n. 15, p. 1-2. 2016.VITOI, L. A. et al. **Desenvolvimento De Uma Plataforma Open Hardware Para Estudo De Um Carregador Solar.** 2014.

WHO. **Dengue and severe dengue.** Disponível em: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs117/en/>. Acesso em: 12 mar. 2016.

WHO et al. **Malaria entomology and vector control.** 2013.

COMUNICAÇÃO DE PESQUISA INDÚSTRIA 4.0: CONTRIBUIÇÕES PARA SETOR PRODUTIVO MODERNO

CAVALLARI, Silvio
Centro Universitário de Jaguariúna - UniFAJ

DE SOUZA, Paulo Henrique Moura
Centro Universitário de Jaguariúna - UniFAJ

RESUMO: A pesquisa discutirá as principais tecnologias utilizadas na indústria 4.0, bem como os impactos causados por esta revolução no setor produtivo moderno. Atualmente, estamos na zona de transição entre a terceira revolução industrial, que foi caracterizada pelo emprego de componentes eletrônicos, robôs e as TIC (Tecnologias da Informação e Comunicação), para a quarta revolução industrial, ou melhor, indústria 4.0. Esta revolução consiste na digitalização da indústria com a utilização de tecnologias como a internet das coisas, sensores, automação industrial e inteligência artificial. Em decorrência disso, inicia-se a criação sistemas cyber-físicos que unem o mundo real com o mundo virtual. Desse modo, devido à conexão com a internet das coisas e o uso de inteligência artificial, as máquinas, equipamentos e ambientes comunicam-se entre si, e possuem autonomia para tomarem decisões sem a intervenção humana. Este é outro aspecto marcante na indústria 4.0, a tomada de decisão descentralizada. Portanto, a maneira como os bens de consumo são produzidos e distribuídos transforma-se drasticamente, aumentando os índices de produtividade, qualidade, lead time e eficiência. Consequentemente, as indústrias que não investirem na infraestrutura para o recebimento da indústria 4.0, serão extintas, pois não serão capazes de competir com a concorrência. Portanto, o objetivo principal desta pesquisa é investigar como o tema quarta revolução industrial está sendo abordado pelas indústrias e pesquisas acadêmicas, pontuando os principais benefícios, desafios, bem como os efeitos sociais e econômicos desta revolução dentro do setor produtivo moderno.

Palavras-chave: Indústria 4.0; manufatura inteligente; indústria moderna.

MÉTODOS

Esta pesquisa será desenvolvida pela equipe de iniciação científica do curso de Engenharia de Produção da Faculdade de Jaguariúna que utilizará dados de periódicos nacionais e internacionais especializadas no setor industrial. Nessa pesquisa analisa as principais características da Indústria 4.0 e as evoluções tecnológicas que as empresas nacionais e internacionais estão realizando na cadeia de produção, transporte e distribuição para atender essa revolução.

RESULTADOS:

Os estudos apresentados ao longo dessa pesquisa deverão evidenciar a transição do setor produtivo moderno para a quarta revolução industrial. A partir da implementação de novas tecnologias, a maneira como os bens de consumo são produzidos e transportados será mais eficiente, rápida e flexível, tudo isso a um custo competitivo e qualidade superior a atual. Portanto, essa revolução será marcada pela integração — através da internet das coisas — entre os todos os elos que compõe a indústria 4.0, possibilitando o monitoramento remoto de todas as etapas da cadeia produtiva, além de viabilizar a tomada de decisão à distância.

CONCLUSÕES:

Neste contexto de quarta revolução industrial, o processo de produção será alterado drasticamente por tecnologias como, inteligência artificial, automação industrial, integração fabril através da internet das coisas, manufatura aditiva e diversas outras soluções. Ademais, o profissional da indústria 4.0 deverá possuir competências multidisciplinares para atender o dinamismo da produção e ser integrado no ambiente produtivo das empresas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

BLANCHET, M. et al. THINK ACT: Industry 4.0 The new industrial revolution – How Europe will succeed. **Munique: Roland Berger**, 2014.

BRANT, A.; SUNDARAM, M. M. A novel system for cloud-based micro additive manufacturing of metal structures. **Journal of Manufacturing Processes, Additive Manufacturing**. v. 20, Part 3, p. 478 –484, out. 2015.

HERMANN, M.; PENTEK, T.; OTTO, B. Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios. In: 2016 49TH HAWAII INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEM SCIENCES (HICSS). IEEE, 5 jan. 2016

KOCH, V.; KUGE, S.; GEISSBAUER, R.; SCHRAUF, S. Industry 4.0: Opportunities and challenges of the industrial internet. **Stratety and Company**, 2014.

MIORANDI, D. et al. Internet of things: Vision, applications and research challenges. **Ad Hoc Networks,** v. 10, n. 7, p. 1497–1516, set. 2012.

REHMAN, A. UR; NECSULESCU, D.-S.; SASIADEK, J. Robotic Based Fire Detection in Smart Manufacturing Facilities**. IFAC-PapersOnLine**, v. 48, n. 3, p. 1640–1645, 1 jan. 2015.

SADEGHI, A.-R.; WACHSMANN, C.; WAIDNER, M. Security and Privacy Challenges in Industrial Internet of Things. **Proceedings of the 52Nd Annual Design Automation Conference. Anais**...: DAC '15.New York, NY, USA: ACM, 2015

SCHWAB, K. A Quarta revolução industrial. **Edipro. São Paulo**. 2016.

PAELKE, V. Augmented reality in the smart factory: Supporting workers in an industry 4.0. environment. . **In: PROCEEDINGS OF THE 2014 IEEE EMERGING TECHNOLOGY AND FACTORY AUTOMATIO N (ETFA).** IEEE, 16 set. 2014

SHAO, G.; SHIN, S.-J.; JAIN, S. Data Analytics Using Simulation for Smart Manufacturing. Proceedings of the 2014 Winter Simulation Conference. Anais...: WSC '14.Piscataway, NJ, USA: IEEE Press, 2014.

CONVÊNIO PARA APLICAÇÃO DE QUESTIONÁRIOS, SOBRE. SANEAMENTO BÁSICO, NAS PROPRIEDADES RURAIS, DO MUNICÍPIO DE JAGUARIÚNA.

SOUZA, Luciana Carla Ferreira
Centro Universitário Jaguariúna – UNIFAJ

JULIANA FOLTRIN
Centro Universitário Jaguariúna – UNIFAJ

CANTTERAS, Felippe
Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP

SATOR, Luana
Centro Universitário Jaguariúna – UNIFAJ

SILVÉRIO, José Eduardo
Centro Universitário Jaguariúna – UNIFAJ

SILVA, Pâmela
Centro Universitário Jaguariúna – UNIFAJ

TIEPPO, Pâmela
Centro Universitário Jaguariúna – UNIFAJ

INTRODUÇÃO

A universalização dos serviços de saneamento é um desafio que será atingido com políticas públicas sérias e com sistemas eficientes de esgotamento sanitário, os quais não tenham custos elevados de implantação e operação. As investigações de tecnologias que possibilitam a implantação destes sistemas para minorar a poluição hídrica, podem ser consideradas prioritárias na preservação do meio ambiente e devem considerar a realidade econômica e social do Brasil (PEREIRA *et al*, 2001). A ausência ou inadequação do saneamento básico é acima de tudo, uma questão relacionada à pobreza no mundo e também no Brasil.

Uma questão central na discussão do uso dos recursos hídricos refere-se à busca de alternativas para seu melhor aproveitamento, onde a questão das águas residuárias tem papel relevante, visto que a falta de esgotamento sanitário acarreta problemas à saúde pública e ao meio ambiente. Os problemas tornam-se mais agravantes em áreas rurais e periféricas das

grandes cidades, onde há grande deficiência nos sistemas de tratamento de águas de abastecimento e de águas residuárias o que mantém a população local a mercê da contaminação por diversas doenças de veiculação hídrica (CRUZ, 2009).

O Saneamento Rural é um dos três componentes do Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab), sob coordenação do Ministério das Cidades por determinação da Lei de Saneamento Básico (Lei 11.445/2007). O Plano prevê ainda programas de saneamento básico integrado (saneamento urbano) e de saneamento estruturante, com uma visão territorial e populacional, visando à sustentabilidade.

O Plansab é o eixo central da ação do Governo Federal dentro do marco regulatório do setor e tem o papel articulador e orientador de esforços para atender às demandas de abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e de águas pluviais.

Quando facilitamos o acesso à água de boa qualidade, viabilizamos a coleta e tratamento de esgoto e promovemos ações de controle e prevenção de doenças, estamos investindo em saúde. De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), apesar de abrigar pouco mais de 15% da população brasileira, é nas áreas rurais que se concentram quase metade das pessoas “extremamente pobres” no país (46,7%).

Com toda essa preocupação, são necessários estudos e ações que possibilitem a construção de um sistema de tratamento de esgoto doméstico, com manutenção e operação simplificada e que seja eficiente para a produção de efluente adequado aos padrões de lançamento e/ou ao reuso. Contribuindo-se, assim, com a melhoria na qualidade de vida dos moradores de pequenas comunidades, onde o saneamento é deficiente, e é possível ocorrer o emprego da água de reuso, não desperdiçando a água potável para usos não nobres (CRUZ, 2009). E é com essa preocupação que o município de Jaguariúna, vem trabalhando para universalizar seu sistema de saneamento básico.

Para isso, alguns dos principais requisitos que devem ser observados na escolha de um sistema são (CHERNICHARO, 2007):

1. Baixo custo de implantação e operação,
2. Grande sustentabilidade do sistema (pouca dependência de energia, peças e equipamentos de reposição),

3. Simplicidade operacional e de manutenção,
4. Eficiência na remoção de poluentes como matéria orgânica, sólidos suspensos, nutrientes e patógenos;
5. Índices mínimos de mecanização e
6. Baixo requisito de área.

Portanto, é necessário o desenvolvimento de pesquisas em sistemas de tratamento eficientes e com manutenção e operação simplificada e o conhecimento e peculiaridades do município em toda sua extensão, para que seja possível ações e a acessibilidade dos grupos sociais menos favorecidos e que garanta a sustentabilidade econômica e ambiental de toda sua área.

2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho no município de Jaguariúna é: Conhecer o saneamento rural nas propriedades visitadas e com os questionários respondidos; Realizar na maior área possível, o diagnóstico do saneamento rural neste município; A adequação ambiental, conforme a Lei Federal n.º 11.445/2007; Propor ações para adequabilidade da universalização.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Área de Estudo Município de Jaguariúna

O município de Jaguariúna originou-se de terras da Fazenda Florianópolis, de propriedade do coronel Amâncio Bueno que as dividiu, parcialmente, para formar uma colônia de imigrantes italianos e portugueses. Esses imigrantes tornaram a região agrícola promissora com suas lavouras de café, com a perspectiva da construção de estrada de ferro, concretizada pela Companhia Mogiana de Estradas de Ferro que assentou seus trilhos na Vila Bueno, inaugurando no ano de 1875 a Estação Jaguary com o nome do rio que a margeava e a presença do Imperador D. Pedro II.

O município foi criado o distrito em terras do município de Mogi Mirim através da Lei no 433, em 5 de agosto de 1896, que recebeu o nome de Jaguari, mudando sua denominação para Jaguariúna, que em tupi guarani significa “rio das onças pretas”, após Decreto-Lei n°14.334 de 30/11/1944 e obtendo status de município pela Lei n° 2.456 de 30/12/1953, com território limitado pelo rio Atibaia e recortado pelos rios Jaguari e Camanducaia, todos

estes rios afluentes do Rio Piracicaba que integra da bacia do médio Tiête. No final de 1953 ocorreu o plebiscito, que decidiu em favor da emancipação de Mogi-Mirim e em 1991 ocorreu à emancipação de Holambra, a qual fazia parte do município de Jaguariúna.

Jaguariúna localiza-se a 120 km de São Paulo e a 25 km de Campinas. Possui área de 142 km^2 e suas coordenadas são 22^{o}42'18'' de latitude Sul e 46^{o}59'22'' longitude Oeste. Seu principal acesso é pela rodovia Dr. Ademar de Barros (SP–340), que se interliga com a rodovia D. Pedro I.

Jaguariúna Integra a Região Metropolitana de Campinas (RMC), constituída pela Lei Complementar no 870 de 19 de junho de 2000 que abrange 19 municípios em 3.600 Km^2, os quais são: Americana, Artur Nogueira, Campinas, Cosmópolis, Engenheiro Coelho, Cosmópolis, Americana, Holambra, Hortolândia, Indaiatuba, Itatiba, Jaguariúna, Monte Mor, Nova Odessa, Paulínia, Pedreira, Santa Barbara D'Oeste, Santo Antônio de Posse, Sumaré, Valinhos e Vinhedo. Limita-se ao Norte com Santo Antônio de Posse, ao Sul com Campinas, a Nordeste com a cidade de Holambra, a Sudeste com Paulínia e a Leste com Pedreira, conforme figura 3.1 abaixo.



Figura 3.1 – Municípios da Região Metropolitana de Campinas(RMC).

A Região Metropolitana de Campinas ocupa posição de destaque no cenário nacional, configurando-se como o mais importante espaço econômico do interior do Estado de São Paulo. Tem sua história ligada primeiramente a criação e fixação de importante entreposto mercantil e, mais tarde, ao mais importante núcleo do "complexo cafeeiro paulista".

A região ocupa uma posição privilegiada para a localização industrial. A produção regional tem aumentado sua participação no total estadual, com a instalação de novas fábricas de setores de alta tecnologia. A evolução socioeconômica e espacial da região transformou-a em um espaço metropolitano com uma estrutura produtiva moderna, com alto grau de complexidade e grande riqueza concentrada em seu território.

O município de Jaguariúna, também está incluído na Bacia do Piracicaba, Capivari e Jundiaí – PCJ (figura 3.2), onde sua A área de abrangência das Bacias Piracicaba Capivari e Jundiaí (PCJ), possui 15.303,67 km^2, sendo 92,6% no Estado de São Paulo (SP) e 7,4% no Estado de Minas Gerais (MG). Localizada entre as coordenadas geográficas 45° 50' e 48° 30' de longitude oeste e 22° 00' e 23° 20' de latitude sul, apresenta extensão aproximada de 300 km no sentido Leste-Oeste e 100 km no sentido Norte-Sul. Abrange um território integral de 58 municípios paulistas e 4 mineiros, bem como, partes dos territórios de outros 14 municípios, sendo 13 paulistas e 1 município mineiro.



Figura 3.2 – Delimitação da Bacia PCJ e seus Municípios (Consórcio Intermunicipal das Bacias do Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí).

No Estado de São Paulo, as Bacias PCJ, todas afluentes do Rio Tiete, estendem-se por 14.137,79 km^2, sendo 11.402,84 km^2 correspondentes a Bacia do rio Piracicaba, 1.620,92 km^2 a Bacia do rio Capivari e 1.114,03 km^2 a Bacia do rio Jundiaí. No Estado de Minas Gerais, a área pertencente as Bacias PCJ corresponde, principalmente, a uma parcela da Bacia do rio Jaguari, com uma extensão de 1.125,90 km^2. (Plano de Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiai 2010 – 2020 , 2011).

A Bacia PCJ, esta localizada na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos - UGRHI-5 (porção paulista das Bacias PCJ). Faz divisa ao norte com a UGRHI-9 (Mogi- Guacu), a leste com MG, a sudeste com a UGRHI-2 (Paraiba do Sul), ao sul com a UGRHI-6 (Alto Tiete), a oeste/sudoeste com a UGRHI-10 (Sorocaba - Medio Tiete) e a noroeste com a UGRHI-13 (Tiete - Jacarei), conforme figura abaixo. (Plano de Bacias Hidrograficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiai para o quadrienio 2008-2011), conforme mostra a Figura 3.3.



Figura 3.3 - Localização da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hidricos – UGRHI 5, Bacia do Piracicaba Capivari e Jundiaí, no estado de São Paulo. Fonte: Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiai.

Os principais acessos a área da bacia são as Rodovias dos Bandeirantes (SP- 348), Anhanguera (SP-330), Santos Dumont (SP-75), Dom Pedro I (SP-65) e Fernão Dias (BR-381). A região conta com uma linha-tronco da FERROBAN e com o Aeroporto Internacional de Viracopos, ambos no município de Campinas.

Em termos hidrográficos, ha sete unidades (Sub-Bacias) principais, sendo cinco pertencentes ao Piracicaba (Piracicaba, Corumbatai, Jaguari, Camanducaia e Atibaia), além do Capivari e Jundiaí.

3.2 SANEAMENTO

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), saneamento é a gerência dos fatores do meio físico do ser humano, que desempenha efeitos nocivos ou não ao bem estar físico, mental e social. De outro modo é possível dizer que o saneamento configura um agrupamento de ações sócio-econômicas que têm o propósito de alcançar Salubridade Ambiental (Philippi Jr. 1988).

Dessa maneira, as principais atividades que compõem o saneamento são:

- Sistema de abastecimento de água;
- Sistema de coleta e tratamento de águas residuárias;
- Sistema de limpeza pública;
- Sistema de drenagem urbana;
- Controle de artrópodes e roedores de importância à saúde pública (moscas, mosquitos, baratas, ratos etc.);
- Controle da poluição das águas, do ar e do solo;
- Saneamento de alimentos;
- Saneamento nos meios de transporte;
- Saneamento de locais de reunião, recreação e lazer;
- Saneamento de locais de trabalho;
- Saneamento de escolas;
- Saneamento de hospitais;
- Saneamento de habitações;
- Saneamento no planejamento territorial;
- Saneamento em situações de emergência etc.

3.2.1 - SANEAMENTO BÁSICO

O saneamento básico é o conjunto de infraestruturas e medidas adotadas pelo governo a fim de gerar melhores condições de vida para a população. No Brasil, esse conceito está estabelecido pela lei nº 11.445 de 5 de Janeiro de 2017 cuja as principais atividades são:

> *a) abastecimento de água potável: constituído pelas atividades, infra-estruturas e instalações necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a*

> *captação até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição;*
> *b) esgotamento sanitário: constituído pelas atividades, infra-estruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente;*
> *c) limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: conjunto de atividades, infra-estruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas;*
> *d) drenagem e manejo das águas pluviais, limpeza e fiscalização preventiva das respectivas redes urbanas: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas;*

Com o escopo de mudar a situação do saneamento básico no Brasil, o governo brasileiro instituiu o Plansab (Plano Nacional de Saneamento Básico), que consiste em um conjunto de metas e objetivos para transformar a realidade desse setor no país, O Plano prevê ainda programas de saneamento básico integrado (saneamento urbano) e de saneamento estruturante, com uma visão territorial e populacional, visando à sustentabilidade.

Considerando a atual conjuntura e esforçando-se para suprir as lacunas institucionais presentes, recentemente, em 2013, foi proposto pelo Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) a criação do Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR), que designará verbas, e aconselhará ações, para a promoção do progresso no alcance do saneamento no meio rural. Os fundamentos do Programa são, justamente, o significativo passivo que o País concentra em relação ao atendimento ao meio rural e também as particularidades desta área, os quais têm necessidade de tratamento diferenciado do meio urbano (BRASIL, 2013).

Os dejetos provenientes de atividades sanitárias de humanos necessitam ser tratados para não causar danos ao próprio homem e ao meio ambiente. Uma das metas fundamentais do saneamento é tratar águas residuais, relacionados aos despejos fecais e de outros efluentes líquidos

provenientes de atividades humanas, de modo que as poluições microbiológicas e físico-químicas que elas contenham não causem riscos à saúde humana, além da degradação do meio ambiente, (BENJAMIM, 2013).

No Brasil, a conjunção dos serviços de saneamento em pequenas localidades, segundo análises realizadas pelo governo brasileiro, tem se definido pela crítica deficiência nos níveis de assistência, assim gerando impactos negativos nas situações de vida e bem-estar da população, atingindo também seu grau de desenvolvimento (IPEA & IPLAN, 1989).

Segundo o Censo Demográfico realizado pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) em 2010, no Brasil, cerca de 29,9 milhões de pessoas vivem em localidades rurais, o que totaliza aproximadamente 8,1 milhões de residências. (FUNASA, 2016).

Na figura a seguir demonstra-se a distribuição da população rural por estado (figura 3.4) e também por município (figura 3.5).

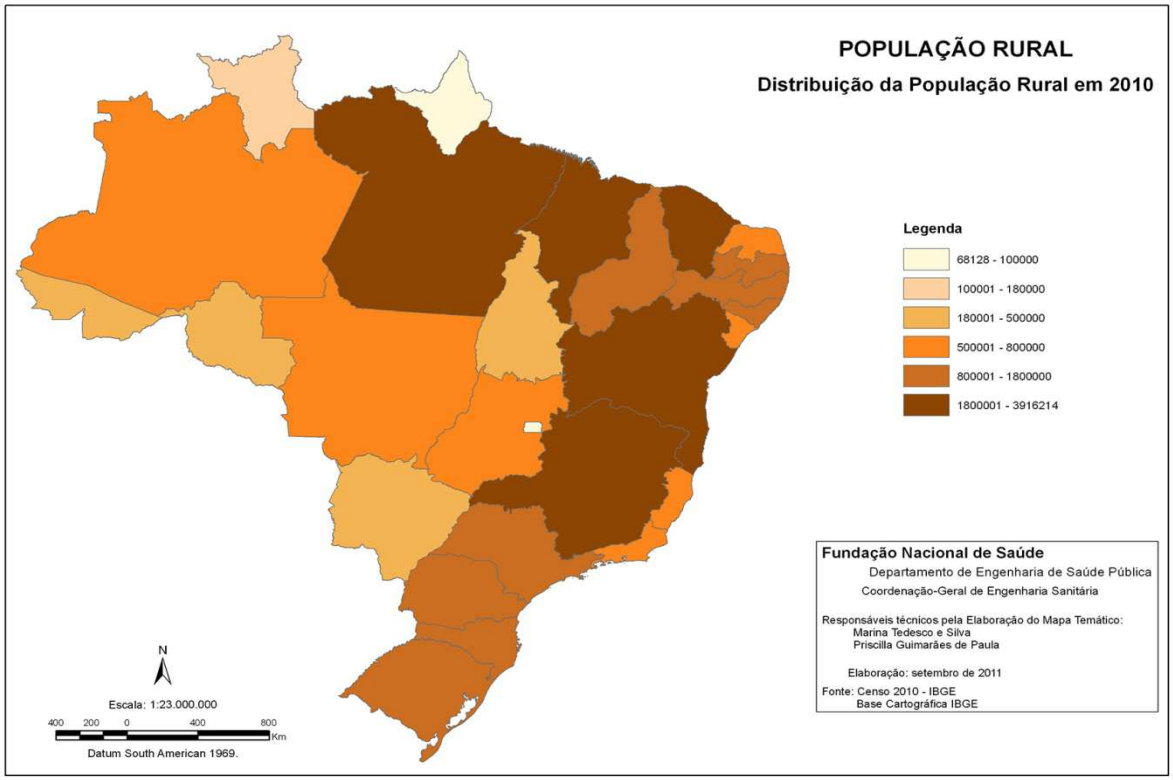


Figura 3.4: Distribuição da População Rural por Estado. Fonte: IBGE Censo 2010.

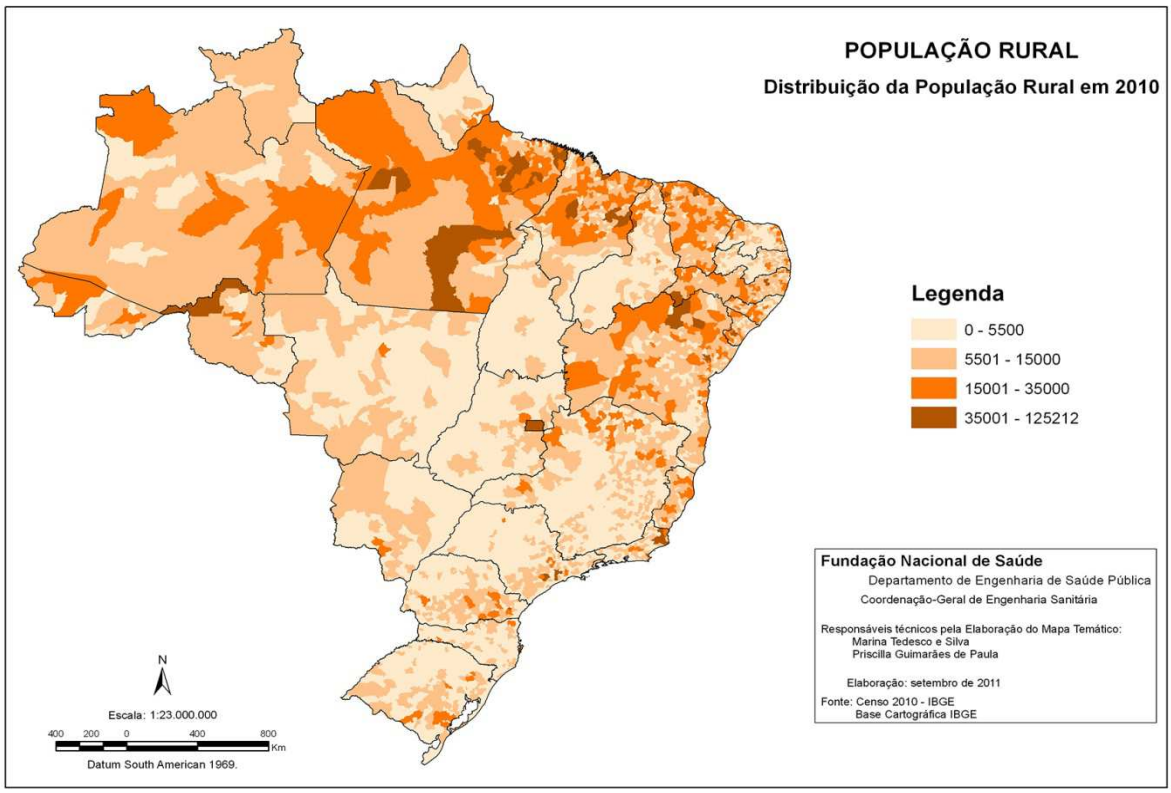


Figura 3.5: Distribuição da População Rural por Município. Fonte: IBGE Censo 2010.

Os serviços de saneamento oferecido a esta parte de cidadãos demonstram elevado déficit de atendimento. Visando reverter a situação destes locais, existem ações de saneamento que promovem a inclusão social dos grupos social minoritários,por intermédio de implantação integrada de outras políticas públicas, tais como: habitação, saúde, igualdade racial e meio ambiente (FUNASA, 2016).

O saneamento no Brasil e, principalmente, o esgotamento sanitário até então são privilégios de poucos, passando pelas periferias no qual residem a maioria da população. Para os moradores, a manilha, a vala, o córrego e a fossa que entorna, institui o único sistema de esgoto conhecido. Mais da metade das residências urbanas em que o faturamento familiar varia entre meio e um salário mínimo, não contém qualquer serviço de saneamento disponível (LOBO, 2003).

Se desconsiderarmos as faixas de renda mais baixas, segundo dados do IBGE a coleta do esgoto sanitário contempla apenas 40% da população e o tratamento não chega a 20% dos esgotos gerados. Essas informações ficam ainda mais dramáticas no momento que consideramos que apenas a existência

da rede coletora de esgoto não garante o acesso ao serviço para a populção mais carente, que não possuem, dentro de suas residências, instalações hidráulicas e sanitárias para se conectar a rede. (LOBO, 2003).

A utilização do Saneamento como instrumento de promoção da saúde pressupõe a superação dos entraves tecnológicos, políticos e gerenciais, que tem dificultado da extensão dos benefícios a áreas rurais e localidade de pequeno porte (GUIMARÃES; CARVALHO E SILVA, 2013).

O saneamento básico apropriado evita que a população fique vulnerável a doenças de veiculação hídrica, resíduos sólidos e dejetos humanos e animais. Dessa maneira, a inexistência desses serviços institui ameaças à saúde pública (PNUD, 2014).

MATERIAIS E MÉTODOS

O diagnóstico do saneamento rural do Município de Jaguariúna, está sendo realizado por meio da aplicação do **"Questionário de Saneamento Ambiental"** elaborado pela secretaria de Meio Ambiente do Município de Jaguariúna e o Grupo de Estudos Saneamento e Ambiente - GESA do Centro Universitário de Jaguariúna. Juntamente com o questionário, está sendo solicitado a autorização de informações através do "**Termo de Consentimento Livre e Esclarecido em Pesquisas com Seres Humanos",** elaborado pelo Núcleo de pesquisas – NEPI e pelo Comitê de Ética do Centro Universitário de Jaguariúna – UNIFAJ, através do Convênio Prefeitura de Jaguariúna e Faculdade de Jaguariúna.

RESULTADOS ESPERADOS

Os resultados esperados nesta pesquisa piloto é conhecer algumas das propriedades rurais do município de Jaguariúna e avaliar a metodologia desenvolvida no município, para que se elaborem ações a serem desenvolvidas e demais adequações deste trabalho.

Todo o objetivo é o sentido de atender a Lei Federal 11.445/2007, para universalização do Saneamento no município.

RESULTADOS

Foram elaborados gráficos, para análise dos itens dos questionários aplicados, conforme demonstrados abaixo.

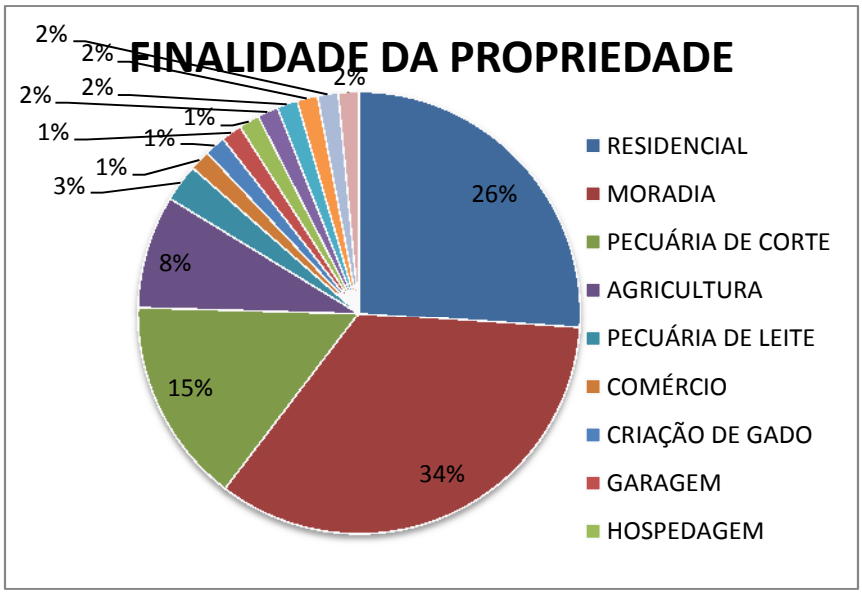


FIGURA 5.1 – Finalidade da propriedade

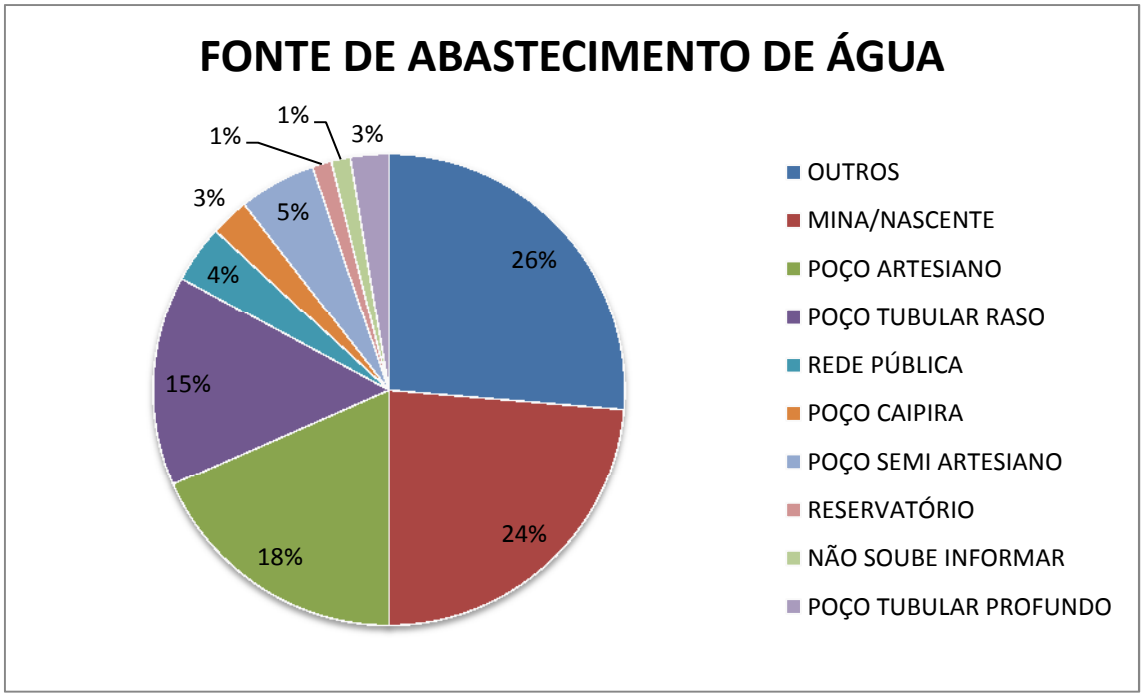


FIGURA 5.2 – Fonte de abastecimento

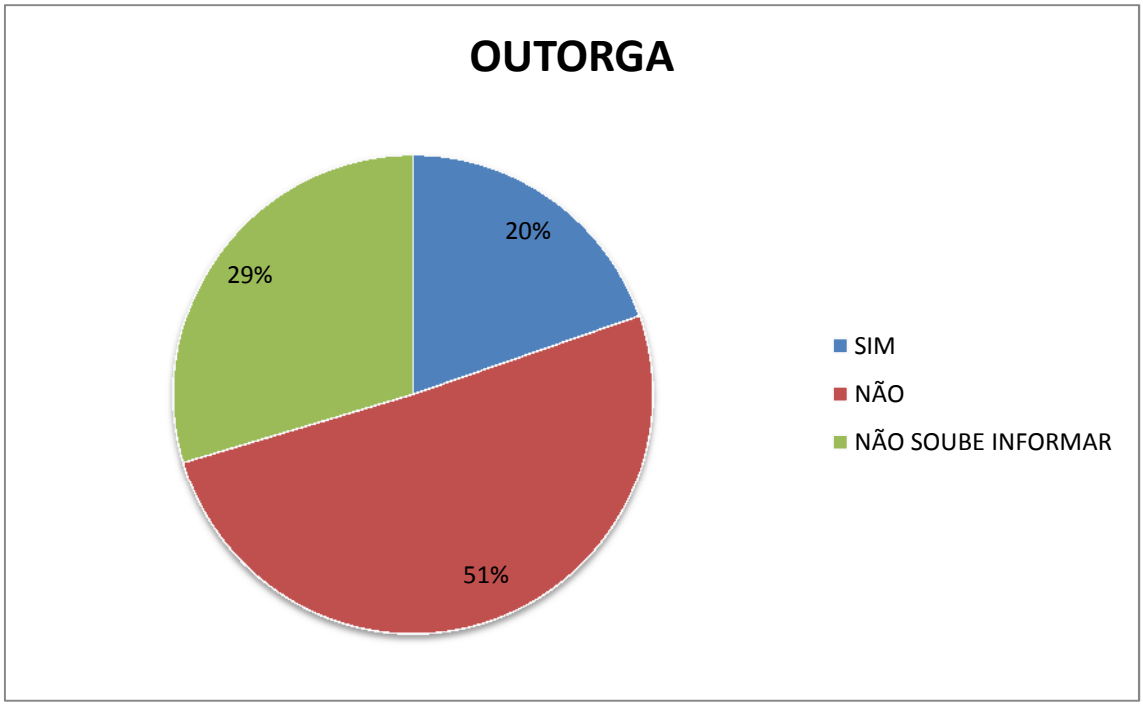


FIGURA 5.3 – Outorga de poços artesianos

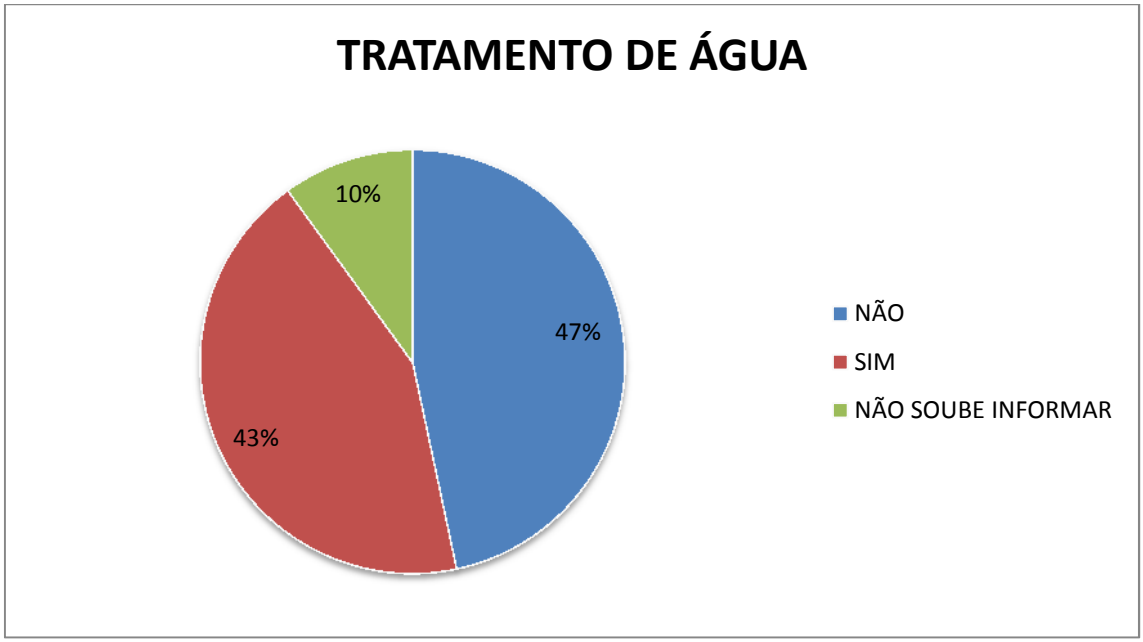


FIGURA 5.4 – Tratamento de água



FIGURA 5.5 – Separação do destino do esgoto

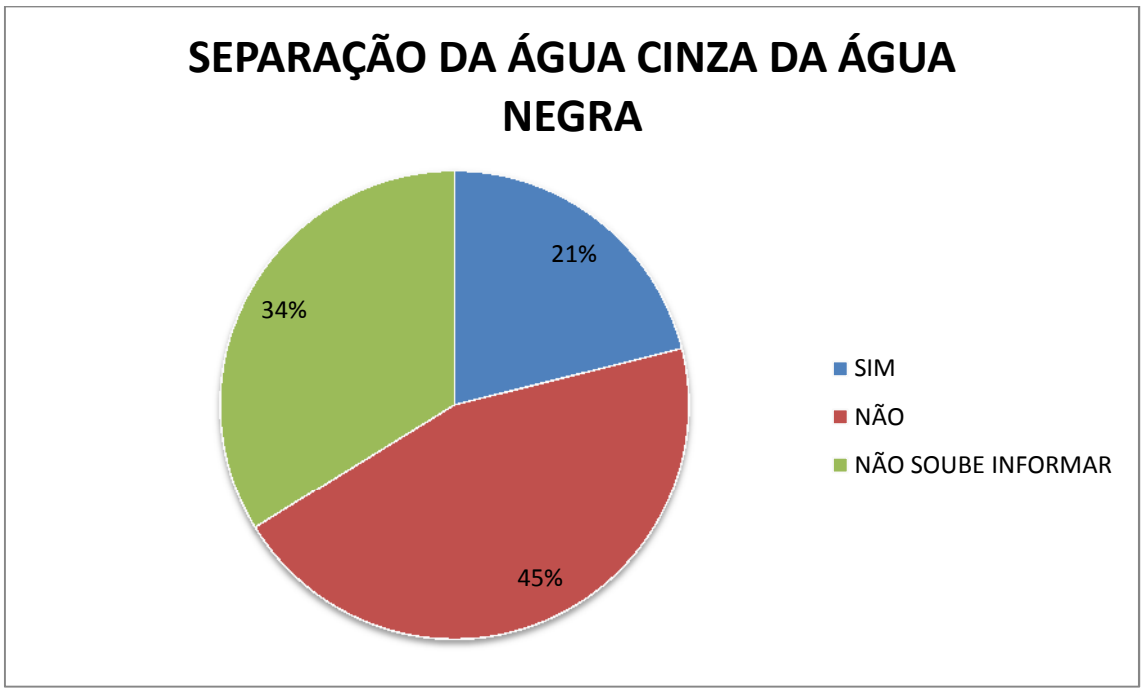


FIGURA 5.6 – Separação da água cinza e da água negra

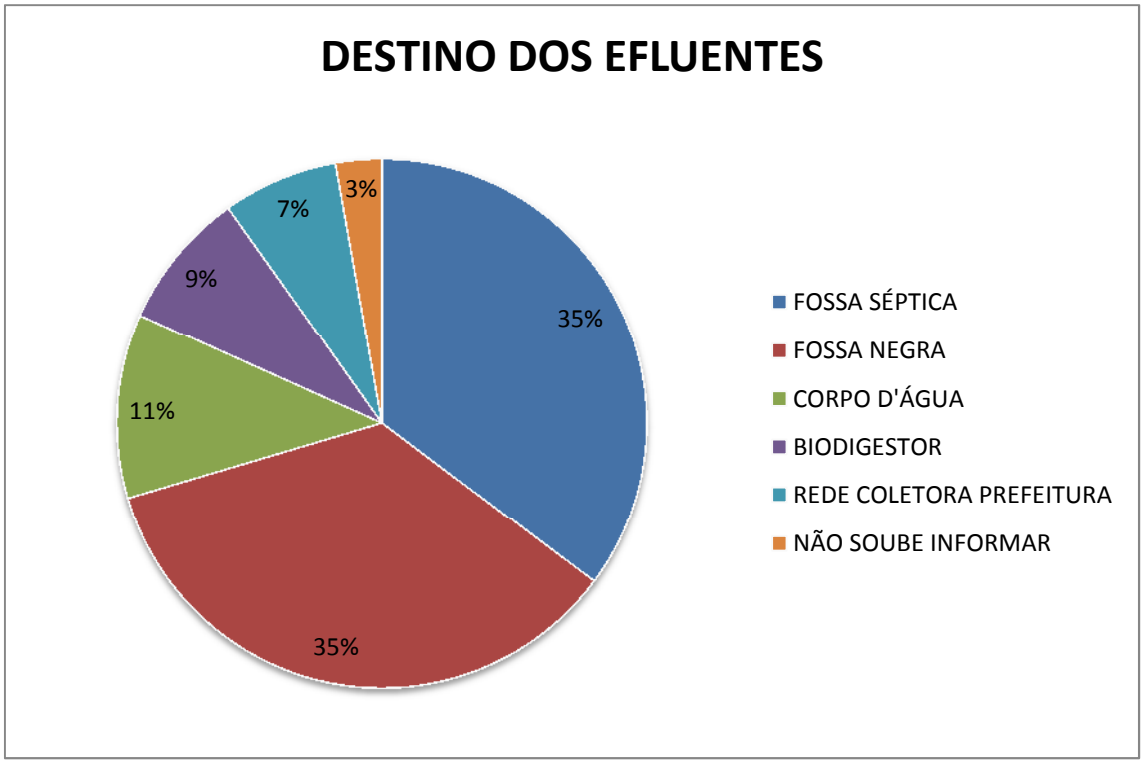


FIGURA 5.7 – Destino dos efluentes

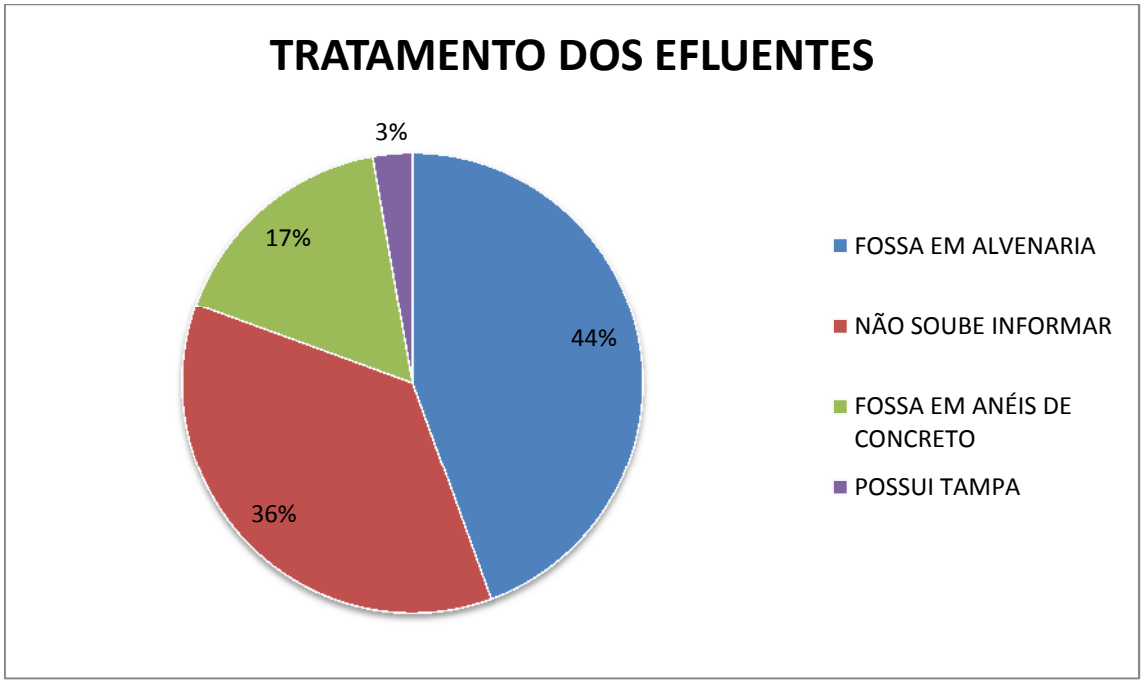


FIGURA 5.8 – Tratamento dos efluentes

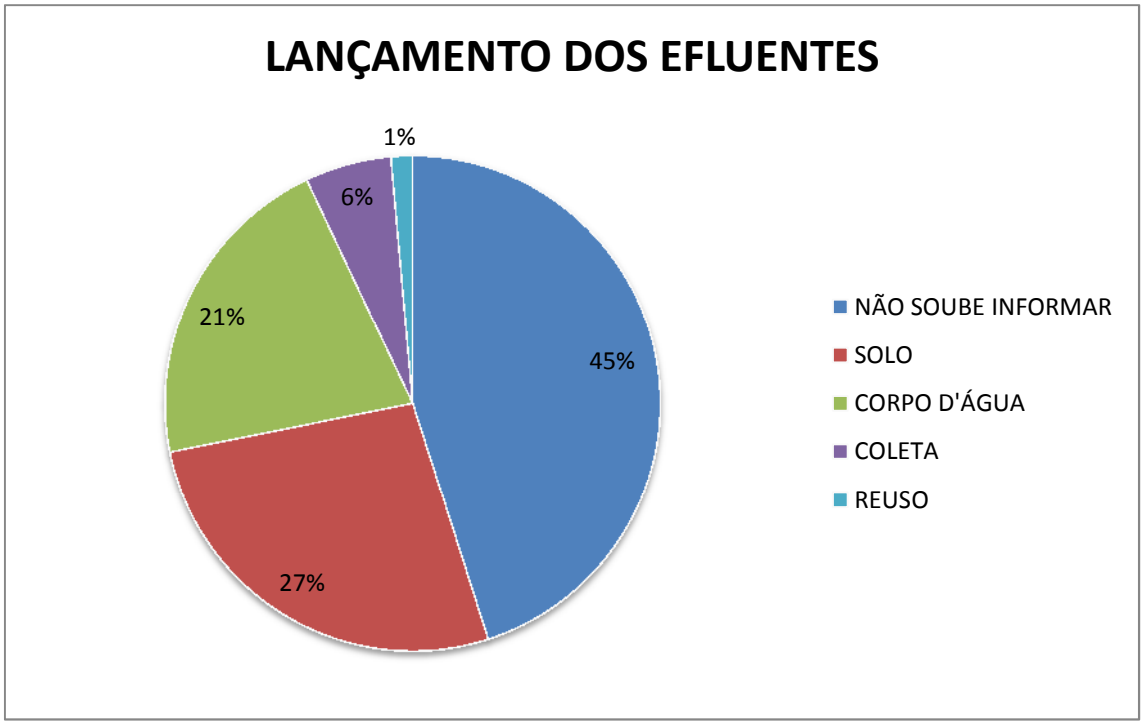


FIGURA 5.9 – Lançamento dos efluentes sem tratamento



FIGURA 5.10 – Destinação dos resíduos sólidos

CONCLUSÃO

Neste um ano de trabalho foram visitadas e realizadas 68 propriedades, com um total de 78 questionários respondidos, sendo que 10 se recusaram a responder, conforme informa nos resultados.

Neste trabalho de um ano, conclui-se que as áreas rurais precisam o mais breve possível de alternativas que possam sanar os problemas de saneamento básico da região.

É preciso que continue a aplicação dos questionários, para que se possa conhecer a maior quantidade possível, das propriedades rurais do município e assim, estudar as possibilidades de tecnologias para aplicação nessa região rural.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APHA/AWWA/WEF. *Standard methods for the examination of water and wastewater.* 21ª ed. Washington**: American Public Health Association**. 1082 p. 2005.

BAHGAT, M., DEWEDAR A. E ZAYED A. *Sand filter used for wastewater treatment: build-up and distribution of microorganisms.* **Water Research.** Volume 8, número 33, pp. 1949–1955. 1999.

BRISSAUD, F.; LESAVRE, J. *Infiltration percolation in France: 10 years experience.* **Water Science Technology**. Volume 28, número 10, pp. 73-81. 1993.

CALAWAY, W.T. *Intermittent sand filters and their biology*. **Water and Sewage Works**. Número 29. 1957.

CAMARGO, S. A. R. *Filtro anaeróbio com enchimento de bambu para tratamento de esgotos sanitários: avaliação da partida e operação.* Campinas: Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas. **Dissertação de Mestrado**. 2000.

CAMPELLO,R.P.; BENETTI,A.D. *Efeito da variação brusca de temperatura sobre a remoção de matéria orgânica em reatores UASB.* In: **Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitária y Ambiental**, 31. Santiago, Chile. 2008.

CAMPOS, J.R. (coord.). *Tratamento de Esgotos Sanitários por Processo Anaeróbio e Disposição Controlada no Solo:* ***Coletânea de Trabalhos Técnicos****.* 1ª ed, PROSAB, p. 183 a 216. São Carlos – SP. 2000. ISBN 8586552 07 0

CHERNICHARO, C.A.L. ***Reatores Anaeróbios: Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias****.* 2ª ed, volume 5. Belo Horizonte - MG: SEGRAC. 2007.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. **Resolução número**

357. *Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências*. Ministério do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. 2005.

CRUZ, L. M. de O. Tratamento de esgoto sanitário em reator anaeróbio preenchido por casca de coco verde (cocos nucifera) combinado com filtro de areia. ***Tese de Mestrado****, 2009.*

METCALF e EDDY. *Wastewater engineering, treatment, disposal and reuse*. 4ª edição. Nova Iorque: McGraw - **Hill, International Editions.** 2005.

OMS - ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE*. Nitrate and nitrite in drinking water Background document for development of WHO Guidelines for drinking-water quality*. Genebra. 1998.

PHILIPPI JR, A. (eds.). *Saneamento ,* ***Saúde e Ambiente: Fundamentos para um desenvolvimento sustentável****.* 1ª ed., Manole Ltda., pp. 181 e 185. Barueri – SP. 2005. ISBN 85 204 2188 1

USEPA - UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY*.* Onsite Wastewater Treatment and Disposal System, Design Manual. **Technology transfer. Cincinnati.** 1980.

USEPA - UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Manual nitrogen control.** Washington. 1993

USEPA - UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Decentralized systems technology fact sheet – Recirculating sand filter. Washington. 1999.

VON SPERLING, M. *Princípios básicos do tratamento de esgotos.* 1a edição. Belo Horizonte, UFMG. 1997.

ARTIGO DE REFLEXÃO A INTERNET DAS COISAS: ASPECTOS POSITIVOS E PREOCUPANTES

PEREIRA, Patrick
Universidade PUC-C/UNIFAJ

NETO, Geraldo Gonçalves Delgado
Centro Universitário Jaguariúna - UNIFAJ

> *"Os homens agem sobre o mundo e o modificam e, por sua vez, são modificados pelas consequências de sua ação". (SKINNER, 1957, p. 1).*

A internet das coisas é um termo de difícil conceituação (SINGER, 2002), em linhas gerais significa a possibilidade de interação entre objetos, e entre estes e as pessoas. Com essa tecnologia os objetos "se conversam" e "interagem" com o ser humano, facilitando as atividades do dia-a-dia, aumentando o conforto e possibilitando entre outras a economia de recursos e de tempo (SANTAELA *et. al,* 2013). Como um exemplo didático, pode-se pensar em um sistema de ar-condicionado ou iluminação que liga ou desliga com base na aproximação de *smartphones*, preparando o ambiente antes das pessoas chegarem; um sistema de som que escolhe o estilo musical a ser tocado com base no tom de voz do proprietário; a *smartv* que diminui o volume quando se está fazendo ou recebendo uma ligação, etc.

No entanto, apensar dos inúmeros benefícios que essa ideia pode trazer, a relação entre o ser humano e a tecnologia pode também trazer prejuízos à convivência interpessoal e social. Basta um breve passeio pelas ruas ou restaurantes para observar que a atenção das pessoas está mais voltada para o ambiente virtual, do que para o real. E cada vez mais este fenômeno de imersão tecnológica não é uma realidade restrita a grandes centros urbanos. Imersas em seus *smartphones*, as pessoas tem inúmeras opções de conteúdos, contatos e informações que gostam, podendo ignorar as demais e como consequência, ignoram também as informações do mundo real, como pessoas ao seu redor, paisagens, estabelecimentos, trânsito, etc. A internet das coisas além de facilitar nossa vida, também diminui nossa necessidade de memorizar, pensar e sentir. Neste contexto, a Organização Mundial de Saúde (OMS) considera incluir na Classificação Internacional de

Doenças (CID) transtornos relativos ao uso de tecnologias (CAMBRICOLI & TOLEDO, 2017), o que evidencia esta imersão digital e o quanto se deve estar atento para esta realidade

Com isso pode-se estabelecer uma dificuldade de interação face-a-face e baixa resistência à frustração, uma vez que tais comportamentos são adquiridos em situações muitas vezes imprevisíveis e que resultam em punição. Se entendermos que o indivíduo pode evitar situações punitivas focando no ambiente virtual e fazendo uso abusivo da tecnologia, as habilidades de se relacionar com o outro e de superar adversidades não serão treinadas adequadamente e por consequência não estarão bem estabelecidas no repertório das pessoas (SKINNER, 1983).

Em contra partida inúmeros jogos colaborativos são lançados para tentar trazer as interações e exercício do convívio social, para o mundo virtual.

Se relacionar com a tecnologia é mais fácil do que com as pessoas, se não gostarmos da sugestão do aparelho, basta apertar um botão ou dar um comando de voz que ele muda a sugestão ou simplesmente desliga, é desnecessário se preocupar com a reação do aparelho, pois esta é quase totalmente previsível. Além do mais também existem maneiras de “enganar” a tecnologia, como as fivelas soltas que inibem o sinal sonoro do carro, feito para nos avisar que não colocamos o sinto; o abrir e fechar a porta do micro-ondas para que ele pare de avisar que o alimento está pronto; a redução do volume para não escutarmos que passamos da velocidade máxima permitida, etc. E evidente que não "enganamos", realmente a tecnologia, mas a necessidade de cometermos uma infração para que esta não nos incomode, deixa claro que as ciências que estudam o aprendizado das maquinas e os algoritmos genéticos estão muito avançadas

Ter a possibilidade de permanecer em um ambiente onde somos reforçados constantemente e que nossos comportamentos de contra-controle não são punidos, faz com que nos mantenhamos cada vez mais neste lugar. Talvez por isso esteja cada vez mais difícil ficar sem o celular. Também são raros os jovens que tenham Projetos de Vida e se esforçam para conquistar seus sonhos e contribuir com a sociedade (DAMON, 2009), uma vez que esta é uma tarefa difícil que demanda um esforço contínuo e um permanente

relacionar-se com outro, e por outro lado favorece comportamentos saldáveis, alta produtividade e facilidade de se manter relações sociais (DAMON, 1955), isto é promove o desenvolvimento saudável da vida (DELLAZZANA-ZANON & FREITAS, 2015).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMBRICOLI, Fabiana & TOLEDO Luis Fernando. **OMS planeja classificar vício em jogos eletrônicos como distúrbio psiquiátrico.** O Estado de S. Paulo, jul. 2017. Disponível em: http://saude.estadao.com.br/noticias/geral,oms-planeja-classificar-vicio-em-jogos-eletronicos-como-disturbio-psiquiatrico,70001874436 Acesso em: 01 mar. 2018.

DAMON, William. O que o Jovem quer da Vida? Como Pais e Professores podem orientar e motivar os adolescentes. São Paulo: **Summus Editorial**, 2009.

DAMON, William. Greater Expectations: overcoming the culture of indulgence in our homes and schools. **New York: Free Press**. 1995.

DELLAZZANA-ZANON, Letícia Lovato & FREITAS, Lia Beatriz de Lucca. Uma Revisão de Literatura sobre a Definição de Projeto de Vida na Adolescência**. Interação Psicologia, Curitiba**, v. 19, n. 2, p.101-122. 2015.

SANTAELLA, Lucia et al. Desvelando a Internet das Coisas. **Revista GEMInIS**, [S.l.], v. 4, n. 2, p. 19-32, dez. 2013. ISSN 2179-1465. Disponível em: <http://www.revistageminis.ufscar.br/index.php/geminis/article/view/141>. Acesso em: 05 ago. 2017.

SINGER, Talyta. Tudo conectado: conceitos e representações da internet das coisas. **Simpósio em Tecnologias Digitais e Sociabilidade** – Práticas Interacionais em Rede. 2012.

Skinner, B.F. **Ciência e Comportamento Humano**, São Paulo: Martins Fontes. 1953 / 2000.

Skinner, Burrhus Frederic. **Comportamento Verbal**. São Paulo: Cultrix/EDUSP. 1978. Publicação original de 1957

BIOREFINERIES, BIO-OIL, AND SOCIETY: A BIBLIOGRAPHICAL SURVEY

Biorefinarias, bio-óleo e sociedade: um levantamento bibliográfico

COSTA, Lucas Ferrari de Carvalho
Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP

SÁNCHEZ, Caio Glauco
Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP

RESUMO: A sociedade atual pode viver uma crise devido ao aumento do consumo. Juntamente com este aumento de consumo, aumenta-se a utilização e a busca por recursos energéticos. Grande parte dos recursos energéticos utilizados nos dias de hoje é proveniente de fontes fósseis, ou seja, fontes não renováveis de energia, principalmente derivados de petróleo e carvão. Desta maneira para diminuir o consumo destas fontes finitas, busca-se nas fontes renováveis de energia uma solução. Dentre as várias fontes renováveis, a biomassa é uma das opções, sendo esta, a principal candidata a suprir de maneira sustentável a uso de hidrocarbonetos tanto como fonte de energia quanto como fonte de matéria prima para as indústrias químicas. O uso da biomassa, assim como as demais fontes renováveis, ainda possui muitos gargalos. Por exemplo, a biomassa possui uma baixa densidade que dificulta seu transporte e consequentemente sua utilização. Uma maneira de vencer este obstáculo é densificar a biomassa. A densificação deste material pode ser feita através da rota termoquímica produzindo um composto chamado de bio-óleo. O bio-óleo poderia ser produzido em pequenas unidades ainda no campo e depois ser enviado a uma grande central chamada de biorrefinaria. O bio-óleo pode se tornar então um intermediário no conceito das biorrefinarias. Onde nestas unidades, seria produzida parte dos insumos químicos e dos combustíveis para a sociedade. Mas para que haja essas mudanças, medidas politicas devem ser adotas. Na COP 21 realizada em Paris em 2015 um passo foi dado nesta direção. Desta maneira este trabalho faz uma breve analise bibliográfica das consequências que a utilização do bio-óleo como intermediário nas biorrefinarias pode trazer tanto no âmbito social, quanto tecnológico, além de relacionar possíveis impactos políticos decorrentes da utilização da biomassa como fonte firme de energia numa matriz energética renovável.
Palavras-chave: Bio-óleo, Biorrefinaria, Sociedade

ABSTRACT: Current society might undergo a crisis due to increased consumption. Along with this increase in consumption, utilization also rises, as well as the search for energy resources. A large part of the energy resources used today comes from fossil sources, i.e., non-renewable sources of energy, especially oil and coal. Therefore, to decrease the consumption of these finite sources, renewable energy sources are regarded as a solution. Biomass is one of the options among the various renewable energy sources and it is the main candidate to supply in a sustainable way the use of hydrocarbons both as a source of energy and a source of raw material for the chemical industry. The

use of biomass, as well as other renewable sources, still has many challenges. For example, biomass has low density, which hinders its transportation and, consequently, its use. One way to overcome this obstacle is to densify biomass. The densification of this material can be made thermochemically, producing a compound called bio-oil. Bio-oil could be produced in small units in the field and then be sent to a large central unit called a biorefinery. Bio-oil can thus become an intermediary to the concept of biorefineries. These units would, then, produce part of the chemical raw materials and fuels for society. But for these changes to occur, political measures must be adopted. At COP 21, held in Paris in 2015, a step was taken in this direction. Thus, this study makes a brief literature review of the consequences that the use of bio-oil as an intermediary in biorefineries can bring both socially and technologicaly, as well as to relate possible political impacts resulting from the use of biomass as a steady source of renewable energy.

Keywords: Bio-oil, Biorefinery, Society

INTRODUCTION

Society has reached a stage of development in which it is necessary to study its environment to be able to continue the process of development, since the current consumption level is not sustainable (GELLER, 2003).

There is an impasse between development and use of the environment. And within this impasse, social issues such as income distribution, energy matrix, and especially sustainability are discussed.

According to the Greenpeace report of February 2007, the replacement of energy sources must be made by 2050 to avoid a large increase in the planet's temperature. Geller (2003) argues that an energy revolution is possible and desirable. This revolution will bring technological and social impacts.

Technologically, energy matrix must be rethought due to new technologies (as solar, wind and biomass energy sources) and mainly to the integration between them. This integration will need a very well designed control, nowadays, smart grid is the major tool studied (GREENPEACE, 2016).

Socially, work force will be required in these sectors. As many of the process will be new, new jobs will open up, others can decrease and even disappear according to technology used, thinking just in renewable energy sector (SOUZA et al., 2016).

Thinking in other sectors, for example, those related to fossil fuels. The jobs going to decrease or going to be shifted to renewable sector. Transport of

oil by trucks and by ships going to be affected. Ships transport many of oil used in the world. So, what about these jobs? Society need to be prepared to live this new paradigm, the low carbon society (SHARMINA *et al.* 2017).

Studies concerning the interaction between technological and social impacts of these revolutions must be done. It is important to analyze, plan and understand the possible impacts of these changes.

One of possible changes will be the creation of biorefineries. Food and nergy going to be processed at these units. Sugar mills are an actual example, because they are able to process sugar and ethanol but using just one part of the sugar cane. In the future, sugar mills going to be able to produce more and possibly different products through different process, using other parts of the sugar cane, like straw and bagasse (SOUZA *et al.,* 2016).

Therefore, this study will make a brief literature review addressing social and technological issues of the use of renewable energy sources, in particular biomass. Specifically, we will analyze the use of bio-oil, a product derived from biomass, as an intermediary in the concept of biorefineries and possible impacts to the use of this energy source (PEREZ; DAS; ADAMS, 2013).

METHODOLOGY

This study was developed by searching scientific articles, master degree dissertation, doctorate thesis and books from the last 20 years with national and international relevance, in order to evaluate the state of art of the theme: biorefineries, bio-oil and society.

Most of the papers read were obtained from Science Direct, Scopus, SciELO and Google Scholar.

Furthermore, reports from non-governmental organizations were also analysed. These institutions organize reports predicting possible consequences from climate change, and suggest mitigating actions.

Results and challenges found by the authors in the selected papers are going to be shown at this study.

RESULTS AND DISCUSSION

Results from the bibliographical review will be shown at this topic. It is organized in four sub items:

– Social Aspects

– Energy Aspects

– Bio-oil

– Biorefineries, society and the Thermochemical Route

At the three first sub items, each aspect are studied separately. After, interaction among them are analyzed and a proposal of how bio-oil can be used in a possible biorefinery is done.

SOCIAL ASPECT

Discussions about the social and environmental impacts related to consumer society occur globally since the 1970s with the publication of the report: *The Limits to Growth*, by the Club of Rome and the creation of the United Nations Environment Programme (UNEP) in Stockholm, in 1972. In addition, Brazil outstood in discussions for hosting ECO 92 in 1992 and Rio+20 in 2012, both held in Rio de Janeiro. The most talked-about recent event was the COP 21, held in Paris, in 2015. (ALTVATER, 1995; MELLO; HOGAN, 2007).

In a regional level for Brazil, these effects are seen by the poor income distribution and increase of *favelas*, as noted by Mueller (1997). Another regional problem is deforestation, mainly in the Amazon region, to expand the agricultural area.

Poor income distribution can be seen by the disparities between rich and poor, however, this consequence is not unique to Brazil, as shows Altvater (1995), who states that: "The united world is a divided world", whose division is between rich and poor.

According to Melo and Hogan (2007), this model of consumer society was strengthened after World War II, to recover the economies of the countries most involved in the battle. The increase in consumption boosts the industry, which consequently generates jobs and money for people to spend. The system in this loop moves the economy.

This loop of consumption requires raw materials and energy, having environmental degradation as a side effect that impacts society in different ways according to the social level (GELLER, 2003; MUELLER, 1997; SEROA DA MOTA, 2002).

A study on environmental impacts concerning the social level in Brazil is shown by Seroa da Mota (2002). This study argues that degradation is greater as income increase, but the impacts are more noticeable in the poorest populations.

This degradation has consequences, such as increased air pollution, global warming, ecosystem degradation, sea level rise, bad use of land/soil, imbalance in fishing activity, and access to drinking water (GARNER, ASSADOURIAN; SARIN, 2004; GELLER, 2003).

Another factor to be considered when it comes to consumption of goods and its impact on the environment and on society is the energy aspect.

ENERGY ASPECT

Energy is the source of society's development. However, the use of energy resources for conversion into electrical energy and for the production of goods is increasing year by year, due to the consumer society (GELLER, 2003; SAWIN, 2004).

Energy consumption is present throughout the entire production chain. Thus, with population increase, reduction in the size of households, and increase of purchasing power, there are more houses, with more home appliances, cars, and consequently greater energy consumption to produce these goods (SAWIN, 2004).

A positive factor is that the processes and goods such as home appliances and cars are becoming more efficient over the years. However, consumption is increasing at a rate greater than the increase in efficiency. Thus, global energy consumption continues to increase (GELLER, 2003; SAWIN, 2004).

According to Goldenberg (1998), this increase in efficiency is higher in countries that are already industrialized. The poorest and developing countries consume energy less efficiently, and these are the places where there has been

a rise in energy and goods consumption, as point data provided by Garner, Assadourian and Sarin (2004).

Regarding the conversion of energy, it is necessary to decrease the use of petroleum derivatives such as fuel. According to the Greenpeace report of February 2007, electric power conversion systems must be decentralized and sustainable. This way, the use of fossil fuels and carbon for conversion into electrical energy is reduced.

After a few years of this study from Greenpeace, these measures have a good chance of being implemented. During COP 21, the most important political agreement related to international climate change and sustainable development was signed. Named Paris Agreement, it obliges signatory countries to adopt measures and programs to combat climate change. (FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE, 2015).

For this goal to be achieved, many of the actions are aimed at reducing the use of fossil fuels, whose burning is responsible for the emission of greenhouse effect gases, the main cause of climate change. It is worth pointing out that these emissions are generated mainly by anthropic activities and the increase in emissions has been continuous since the beginning of the industrial revolution (IPCC 2014).

This agreement, signed in Paris, as well as positive concerning the environmental aspect, is also very good in the political perspective, as Geller (2003) had already stated that a possible energy revolution would only be achieved with political engagement.

An example of this assertion by Geller (2003) was the Growth Acceleration Program (PAC), a public policy adopted by the Brazilian Federal Government in the early 2000s for the development of national infrastructure, whose projects did not have the participation of the Ministry of the Environment and did not consider environmental and sustainable issues, showing the disregard with which the theme was treated until then (VILLANI, 2008).

With a promising future, but for not so noble reasons, for the energy revolution to be consolidated, it must go through a period of transition from a non-renewable energy matrix to one based on renewable sources. Geller (2003) and the Greenpeace report of 2016 cite natural gas as the fuel

responsible for stabilizing this transition. Because this fuel, even though being from fossil origin, is less polluting than the other non-renewable sources.

The main renewable energy sources are wind, solar, hydraulic, geothermal, and biomass. Despite the potential of these sources, they present a dispersed character compared with fossil energy sources, because the latter ones are scattered on the surface of the planet and often depend on climatic factors to be used (BRUCKNER *et al.,* 2014).

To compose a renewable energy matrix diversity is necessary. Each region should analyze which are the best ways to use its renewable sources and integrate these sources to the energy system (BRUCKNER et al., 2014).

In this regard, biomass offers an advantage over other sources, because even with the scattered character of biomass, it can be concentrated in power generation units. A Greenpeace report of 2016 on energy points out biomass as a steady source of energy, one that can be considered constant, considering renewable sources.

Biomass is any organic product, both of vegetable (formed through the process of photosynthesis, in which CO_2 and H_2O are converted into organic matter by solar energy) and animal waste origin. Therefore, plants, wood, silviculture waste, agriculture and livestock waste are considered biomass (ADEBANJO, 2005; BONDUKI; GONÇALVES, 2011).

The importance of biomass goes beyond the energy aspect. As previously mentioned, in the process of photosynthesis CO_2 is absorbed, therefore, this raw material will be able to absorb CO_2 from the atmosphere under certain conditions, as for example, in the process of reforestation of devastated areas (BRUCKNER *et al.,* 2014).

With energy use, biomass can be burned directly for conversion into thermal and/or electrical energy, this being the traditional use of this renewable source and most used in poor and developing countries (GELLER, 2003).

New technologies, however, are being created to use biomass fully, with improvements in planting and new methods to transform biomass into other fuels or hydrogen (GELLER, 2003).

BIO-OIL

The problem of using biomass for energy generation is its low density, which hinders its transportation and makes its use expensive. A way to use this raw material is to densify it, increasing its mass per unit volume to facilitate transportation (RENNARD et al., 2010; ROSSUM *et al.,* 2007).

One way to densify biomass is to turn it into liquid. There is already an entire logistics prepared to meet the demand with this raw material in liquid state, due to the petrochemical industry. Another advantage is better accommodation, not requiring large spaces to store it, due to the increase in density (RENNARD et al., 2010; ROSSUM *et al.,* 2007; PÉREZ, 2010).

Biomass (density between 80-240 kg/m^3) can be converted into liquid by fast pyrolysis, a process that consists in the thermal degradation of the material between 400-650°C with residence time of less than 2 s and a rapid cooling of vapors, which condense and form the bio-oil. This product has an average density of 1,200 kg/m^3 and the process has an average yield of 60% in mass regarding the dry biomass used for its production (PÉREZ, 2010; ROCHA *et al.,* 2009).

According to Pérez (2010), fast pyrolysis is an available technology, but not on a large scale due to technical and economic factors. Geller (2003) argues that the technologies to process biomass are expensive at first, but with R&D and market expansion, these values tend to decrease, making technology competitive. The cost of bio-oil is 10% to 100% higher than the fossil fuel (CZERNIK; BRIDGWATER, 2004).

Bio-oil is a complex mixture of chemicals of various molecule sizes, has dark brown color, and has a strong odor of smoke. It has a great presence of water, mainly because its raw materials are humid (SÁNCHEZ, 2010; SCHLITTLER et al., 2009; CZERNIK; BRIDGWATER, 2004; OASMAA; CZERNIK, 1999).

Nowadays, studies show that bio-oil can be used as a substitute for fossil oils in some applications, like diesel engines, gas turbines, boilers and furnaces for heat and power (ZHENG, 2016; OASMAA; CZERNIK, 1999).

This feedstock can be classified as a modern use of biomass, since the raw material passes by a treatment that improves its end use. There are still

many obstacles to be overcome for the effective use of bio-oil (CZERNIK; BRIDGWATER, 2004; OASMAA; CZERNIK, 1999).

The most critical one is the acid character of the material, which hinders its storage in non-metallic reservoirs. Another point to be improved for the use of bio-oil is its stability when stored. During storage, the aging process of bio-oil starts to occur, which consists of polymerization reactions and changes in physical and chemical properties with the increase in water content and viscosity of the material (SÁNCHEZ, 2010; CZERNIK; BRIDGWATER, 2004).

This last case it is not so bad, a recent study showed among other things that a blend of aged bio-oil with glycerin, a byproduct from biodiesel, was able to produce a more stable emulsion when compared with blend made with new bio-oil (ZHANG; WU, 2017).

Other point also difficult use of bio-oil is wide variety of it, because it is related to the feedstock used to prepare. Standardization need to be done even as norms for producers and users (CZERNIK; BRIDGWATER, 2004).

More information as well need to be researched, environmental health and safety issues are not completely resolved besides that bio-oil is still unknown by the public, so some resistance in its use can be found (CZERNIK; BRIDGWATER, 2004).

Only studies and information for people going to solve the challenges related to bio-oil. Thus, many possibilities and applications will be opened to diversify the use of bio-oil.

BIOREFINERIES, SOCIETY AND THE THERMOCHEMICAL ROUTE

By possessing several compounds (around 300 different ones already identified), bio-oil can be used as an intermediate in biorefineries. The biorefineries are integrated complexes that produce different products from different raw materials of organic origin, aiming at more efficient processes from the thermodynamic, economic, and environmental point of view (SÁNCHEZ, 2010; OASMAA; CZERNIK, 1999).

Economic feasibility studies show that bio-oil can be used as input in a biorefinery provided that should be produced in small and medium-sized decentralized pyrolysis units (PEREZ; DAS; ADAMS, 2009).

These decentralized units going to be responsible to densify biomass and would have the capacity to generate jobs and infrastructure for the communities around it, improving the quality of life, the same as what happens with workforce employed in the production of ethanol in Brazil (SOUZA et al., 2016; GREENPEACE, 2016; SMITH et al., 2014)

As the production of bio-oil will be decentralized, this production will be strongly linked to the rural population, which will settle in these regions, decreasing rural exodus and developing these areas.

In developing countries, this process can bring similar benefits, especially because they are in the process of being included in the consumer society. These populations may consume more efficient products, regarding both energy and production, concerning what is consumed today (SMITH et al., 2014)

Another important point related to the production of energy through the communities is that the population will be able to be present and have more participation in the process of energy generation, with a more democratic control of production (SWEENEY, 2014).

The State of the World 2014 report provided by The Worldwatch Institute (WWI) states that in addition to democratic control, a social property and community control of energy policies should exist, and these actions, when deployed, should become politically irreversible (SWEENEY, 2014).

From a technical point of view, the bio-oil produced in the countryside would be brought to a large and centralized unit (a biorefinery). In this unit, the bio-oil can undergo chemical, biological, and thermal processes for obtaining derivatives. This happens because the composition of the bio-oil contain carbon, hydrogen, and oxygen, being a sustainable source for the production of fuels and chemical inputs (ADEBANJO, 2005; ROSSUM *et al*., 2007; ROCHA *et al.,* 2009; PEREZ; DAS; ADAMS, 2009; PANIGRAHI *et al.,* 2003; OLIVEIRA, 2011; ROCHA, 2012; SCHULTZ; TRICHES, 2012; JUNIOR, 2012).

In Figure 1 is an example of the structure of a biorefinery run by bio-oil. From the social point of view, each site used for the production of biomass, production of bio-oil, and, finally, in biorefineries, would generate new jobs, both

formal and informal, and consequently it would allow improvement in the living conditions of the population of these regions.

At field, work force probably going to be similar to what is found in sugar cane first generation jobs, which are related to planting and harvesting. At densification step and at biorefinery more specialized jobs going to be needed (SOUZA *et al.,* 2016).

The more specialized is work force the higher is education, as well as fees and the participation of female workers. However, the number of jobs are lower if compared to those open in the field (SOUZA *et al*., 2016).

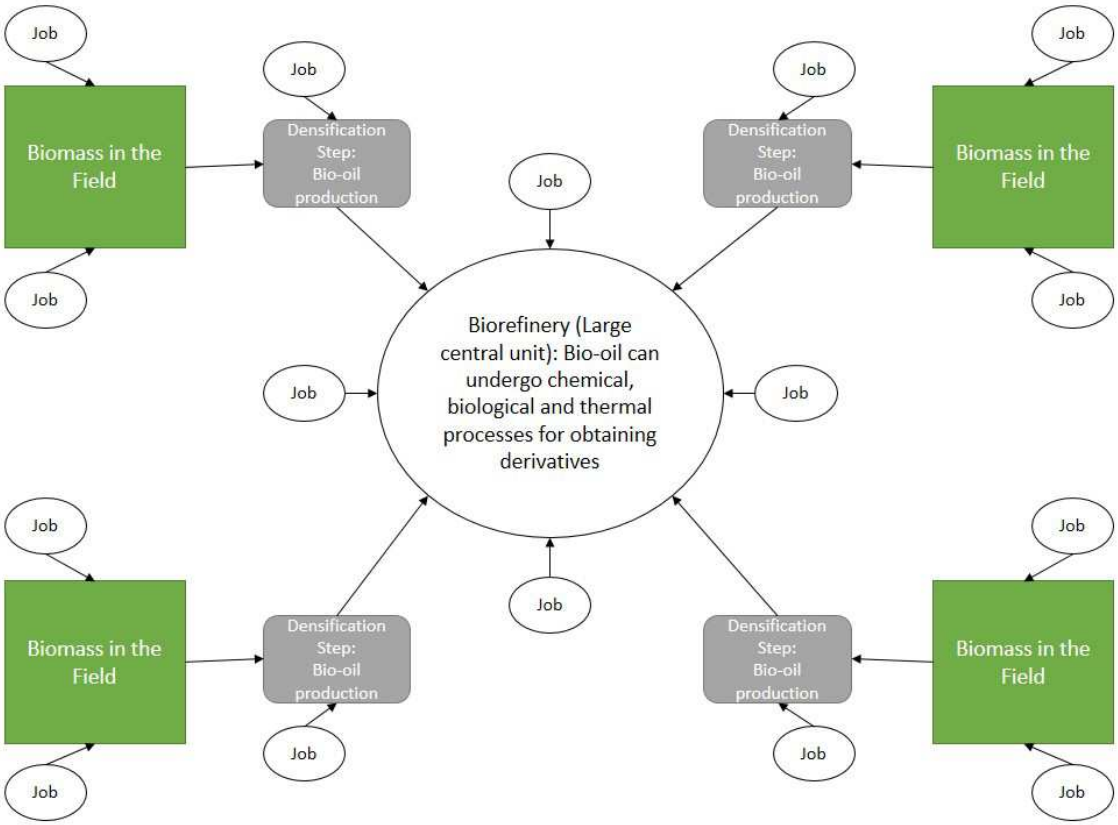


Figure 8 – Organization of a Biorefinery

Figure 2 presents a summary of some of the processes by which bio-oil can pass and their respective products.

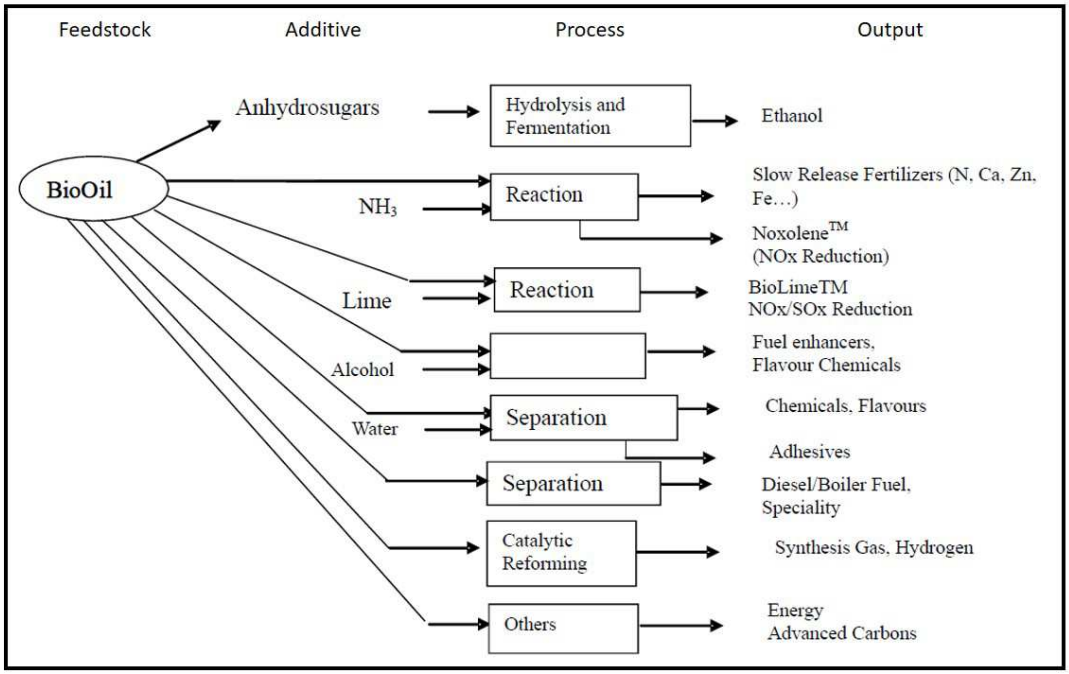


Figure 2 – Utilization route of Bio-oil, adapted from Perez, Das, and Adams (2009).

To have an idea of the available energy potential, a survey on the amount of organic waste produced in Brazil was made by Bonduki and Gonçalves (2011). They estimated about 290 million tons of agricultural waste in the year of 2009. The fate of this waste is usually simple burning (not for energy purposes).

In this study, the authors estimated that silviculture generated around 85 million m^3 of forest residues, and paper and cellulose industries generated almost 11 million tons of waste. These wastes have a similar fate to that of agricultural waste (BONDUKI; GONÇALVES, 2011).

In a hypothetical situation, if all agricultural waste from 2009 were dried and only a quarter of its mass lasted (around 75 million tons of dry waste) and this material could be harnessed and transformed into bio-oil (with 60% yield) to be used as feedstock for a biorefinery. The estimated energy potential (considering the inferior heat of combustion of bio-oil as 15 MJ/kg), if you only burn the bio-oil, is of 6.75 x 10^5 TJ/year, which converting to TWh would be 187.5 TWh. For comparison, this energy would be the equivalent of almost twice the energy produced at the Itaipu power plant in its best year (in 2016, the plant generated 103.09 TWh) (ITAIPU, 2017).

In this hypothetical situation, it is possible to see the energy potential that is dispersed and being poorly exploited in Brazil. If the burning of this material occurs in a controlled location, it can reduce the occurrence of respiratory problems of the population living close to the locations where current burnings take place, and it is also possible to avoid the expansion of the agricultural frontier for planting dedicated to energy, leaving these areas available for reforestation.

The Brazilian agricultural production tends to increase, and, consequently, its waste will also increase. Therefore, it is important to proper dispose of this material.

Conceptually, a biorefinery run by bio-oil is an interesting project, because bio-oil can be produced from various biomasses and can even be produced using waste as raw material.

In the biorefinery, value would be added to the material, being produced inputs to society, as well as fuel options that can be used in industry for the production of electricity and for transport.

One of the routes used to add value to bio-oil is the thermochemical route, which seeks, by thermal processes, to obtain greater efficiency from the raw material.

Gasification is one of the main technologies applied in this route, being studied primarily by the catalytic or non-catalytic conversion of the bio-oil.

Catalytic gasification is widely studied, since it can achieve a composition of synthesis gas (H_2 + CO) with low levels of impurities, also achieving, in some cases, the elimination of the presence of CH_4 and light carbon chains (C_{2+}). The problem is the life cycle of catalysts, which is saturated with coke, disabling the catalytic sites (ROSSUM et al., 2007; CHHITI et al., 2011; ROSSUM et al, 2009).

For the non-catalytic gasification, there is less work, usually with the influence of temperature, atmosphere, residence time, and the reaction with presence or absence of water vapor being studied (steam reforming) (CHHITI et al., 2011).

Costa and Sánchez (2015) studied a non-catalytic gasification in inert atmosphere to try to avoid coke formation inside reactor. It was seem that the

heavier fraction of the bio-oil could be the responsible for the coke formation and for the increase of CO_2 and CO yields.

Zheng el al. (2016) concluded bio-oil is an ideal material for gasification, easier to put into mass production and economically more profitable than steam reforming.

The thermal conversion of bio-oil has the following systematic: the bio-oil is atomized, forming small drops. The drops undergo an initial warming, increasing in size and then micro explosions occur. In this process, there are two regions with constant temperatures: one at 100°C, in which evaporation of the light volatile components occur; and another at 450°C, in which the thermal cracking of unstable components occur. Cracking process forms char, tar and gases. During this step occur the formation of gases from gasification, if this process occurs with lack of an oxidizing agent. From 600°C, the ignition of the drop begins, starting combustion. (WORNAT; PORTER; YANG, 1994).

The resulting gas can be burned to generate energy, or, if it reaches the ideal ratio of H_2/CO, it can be used for the production of fuel and certain synthetic materials by the Fisher Trosph process.

Wastes from the thermochemical route can be used in other stages of the biorefinery, or can serve as agricultural fertilizers.

FINAL CONSIDERATIONS

The need to change the energy matrix is a fact. It needs to become renewable and diversified, to assist the world temperature to stay in an acceptable level, with the least possible amount of side effects. The Paris agreement is an important step toward this change, especially for putting politics as an agent of change.

The renewable matrix will have biomass as a steady source of energy. Studies indicate that it will be responsible for at least 25% of global energy. Because of this, it is necessary to analyze the impacts that a change like this can bring to society.

Due to the scattered character of biomass, energy production through this source will require large areas and maximization of the utilization of

biomass, as it is not recommended to increase the existing production area, due to deforestation and competition for space with food production.

For production in large areas, a workforce is necessary, therefore, one of the positive points of biomass will be the creation of jobs and the consequent appreciation of this work, as it occurs with sugarcane workers, who, compared with other rural workers, are better paid.

Therefore, if people are better paid, there will be more consumption, which will encourage the productive chain. This point is critical, since this better paid population should be consuming more sustainable products, produced within the renewable energy matrix to prevent major environmental imbalances.

In developing countries, the use of biomass needs to be enhanced to achieve better use of raw material, making the process of energy generation more efficient. In addition to the generation of jobs, there is the possibility of the population settling in nearby locations for the production of biomass and energy, decreasing the flow of people to the cities.

Also in favor of biomass being a scattered source, there is the fact that the population might be closer to the production and might also make the use and control of the energy more democratic, passing the decision-making power of energy policies to the population.

As for the maximization of the utilization of biomass, it is directly related to the biorefineries, which will be responsible for converting the energy and producing chemical inputs to society. Since biomass has low density, for greater logistics efficiency, it must be densified, and bio-oil is a good solution for this problem.

Bio-oil still needs to be further studied to improve its physical and chemical properties, but when this challenge is overcome, it will be possible to submit it to biological and chemical processes at biorefineries to produce raw materials and energy. One of the solutions that will need to be employed to the diversification of the energy matrix.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors thank Espaço da Escrita – Coordenadoria Geral da Universidade - UNICAMP - for the language services provided.

REFERENCES

ADEBANJO, A. **Production of fuels and chemicals from biomass derived oil and lard**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) University of Saskatchewan, Saskatoon, Saskatchewan. 2005.

ALTVATER, E. Introdução: *Porque o desenvolvimento é contrário ao meio ambiente.* **O Preço da Riqueza.** São Paulo: UNESP, 1995: 11 - 41.

BONDUKI, N. G.; GONÇALVES, S. A.; Plano Nacional de Resíduos Sólidos. Versão Preliminar. **Ministério do Meio Ambiente.** Brasília, DF. 2011.

BRUCKNER T., et al. Energy Systems. In: **Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change.** Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press. 2014. Cap 07. p. 511-597.

CHHITI, Y. et al. Wood bio-oil noncatalytic gasification: influence of temperature, dilution by an alcohol and ash content. **Energy Fuels.** 2011. 25. p. 345-351.

COSTA, L. F. C.; SÁNCHEZ, C. G. **Pyrolisys of Bio-oil**. (I. Obernberger et al., Eds.) Papers of 23rd European Biomass Conference and Exhibition. **Proceedings**...Wien - Austria: ETA - Florence Renewable Energies, 2015

CZERNIK, S.; BRIDGWATER, A. V. Overview of applications of biomass fast pyrolysis oil. **Energy and Fuels**, v. 18, n. 2, p. 590–598, 2004.

FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE 2015. Available at: < http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09r01.pdf>. Access on: Nov. 04, 2016.

FREIRE de MELLO, L & HOGAN, D J. População, consumo e meio ambiente. In: HOGAN, D J. (org.). **Dinâmica populacional e mudança ambiental: cenários para o desenvolvimento brasileiro.** Campinas: NEPO-UNICAMP, 2007: 59 – 72.

GARDNER, G; ASSADOURIAN. E; SARIN, R. O estado do consumo hoje. In: Worldwatch Institute. **Estado do Mundo, 2004: estado do consumo e o consumo sustentável.** Salvador: UMA Ed., 2004: 3 – 24.

GELLER, H S. Revolução Energética. **Políticas para um futuro sustentável.** Rio de Janeiro: RELUME DUMARÁ, 2003: 15 – 46.

GOLDENBERG, J. **Energia, meio ambiente e desenvolvimento.** São Paulo: USP, 1998.

GREENPEACE. **Revolução Energética - Perspectivas para uma energia global sustentável.** Publicação – fev/2007, páginas 16-23

GREENPEACE. **Revolução Energética – Rumo a um Brasil com 100% de energias limpas e renováveis.** Available at: < http://www.greenpeace.org/brasil/Global/brasil/image/2015/Dezembro/2016/Revolu%C3%A7%C3%A3o%20Energ%C3%A9tica%202016.%20Greenpeace%20Brasil.pdf> Access on Dec. 03, 2016

IPCC, 2014: **Climate Change 2014: Synthesis Report.** Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, Switzerland, 2014. 151 pp.

ITAIPU - ITAIPU FECHA ANO BATENDO RECORDE EM DEZEMBRO E TEM PRODUÇÃO HISTÓRICA DE 103,09 MILHÕES DE MWH. Available at: <https://www.itaipu.gov.br/sala-de-imprensa/noticia/itaipu-fecha-ano-batendo-recorde-em-dezembro-e-tem-producao-historica-de-10>. Access on July 10th, 2017.

MUELLER, C. *Problemas ambientais de um estilo de desenvolvimento: a degradação da pobreza no Brasil.* **Revista Ambiente & Sociedade**, ano 1, n° 1, 2° semestre de 1997.

PÉREZ, J. M. M.. Processo BTL ("Biomass to Liquid") **Desenvolvimento de Tecnologias de Energia e Meio Ambiente BIOWARE.** 2010.

OLIVEIRA, L. G. **S. Aproveitamento Energético de Resíduos Agrícolas – O Caso da Agroeletricidade Distribuída.** Dissertação (Planejamento Energético). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ. 2011.

OASMAA, A.; CZERNIK, S. Fuel oil quality of biomass pyrolysis oil - State of the art for the end users. **Energy & Fuels**, v. 13, n. 4, p. 914–921, 1999.

PANIGRAHI, S. et al.. Synthesis gas production from steam gasification of biomass-derived oil. **Energy and Fuels.** 2003. 17. p. 637-642.

PEREZ, G.; DAS, K. C.; ADAMS, T. T.. Conversão termoquímica de biomassa em biorrefinarias. In TEIXEIRA, W. G. et al. **As Terras Pretas de Índio da Amazônia: Sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de novas áreas.** Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental. 2009. cap. 26. p. 328-335

RENNARD, D. et al.. Production of synthesis gas by partial oxidation and steam reforming of biomass pyrolysis oils. **International Journal of Hidrogen Energy**. n.35. 2010. p. 4048-4059

ROCHA, J. D. et al. Gás de síntese produzido pela gaseificação de bio-óleo obtido por pirólise usando diferentes tipos de biomassas. **IV Simpósio Brasil-Alemanha.** Curitiba. 2009.

ROCHA, J. D.; A plataforma termoquímica aplicada à biorrefinaria. **Agroenergia em Revista.** Brasília, DF. 2012.

ROSSUM, G.; KERSTEN, S. R. A.; SWAAIJ, W. P. M. Catalytic and Noncatalytic Gasification of Pyrolysis Oil. **Industrial & Engineering Chemistry Research.** 2007. 46. p. 3959-3967.

ROSSUM, G.; KERSTEN, S. R. A.; SWAAIJ, W. P. M. Staged catalytic gasification/steam reforming of pyrolysis oil. **Industrial & Engineering Chemistry Research.** 2009. 48. p. 5857-5866.

SÁNCHEZ, C. G.. Introdução. In Sanchez, C. G. **Tecnologia da Gaseificação de Biomassa.** Campinas: Átomo. 2010. cap. 01. p. 17-22.

SÁNCHEZ, E. M. S.. Alcatrão ou Bio-óleo: caracterização, amostragem e utilização. In Sanchez, C. G. **Tecnologia da Gaseificação de Biomassa.** Campinas: Átomo. 2010. cap. 17. p. 353-386.

SAWIN, J L., Escolhendo Melhor a Energia In: Worldwatch Institute. **Estado do Mundo, 2004: estado do consumo e o consumo sustentável.** Salvador: UMA Ed., 2004: 27 – 51

SCHLITTLER, L. A. F. S. et al.. Gaseificação de Biomassa. **Diálogos & Ciência** – Revista da Rede de Ensino FTC. Ano III, n.11, dez 2009. p. 113-122.

SCHULTZ, E.L.; TRICHES, M.C.; A engenharia de processos no contexto de uma biorrefinaria **Agroenergia em Revista**. Brasília, DF. 2012.

SEROA DA MOTTA, R. Padrão de Consumo, distribuição de renda e meio ambiente no Brasil. **Texto para Discussão Nº 856**, IPEA, Rio de Janeiro, 2002

SHARMINA, M. et al. Global energy scenarios and their implications for future shipped trade. Marine Policy, v. 84, n. April, p. 12-21, 2017.

SMITH P., et al. Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU). In: **Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change.** Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press. 2014. Cap 11. p. 811-922.

SOUZA, A. et al. Social life cycle assessment of first and second-generation ethanol production technologies in Brazil. **The Internacional Journal of life cycle Assessment**, 2016. doi:10.1007/s11367-016-1112-y

SWEENEY, S. A luta pelo uso democrático da energia In: Worldwatch Institute. **Estado do Mundo, 2014: como governar em nome da sustentabilidade.** Salvador: UMA Ed., 2014: 154 – 168

VAZ JUNIOR, S. As biorrefinarias como oportunidade de agregar valor à biomassa. **Agroenergia em Revista.** Brasília, DF. 2012.

VILANI, R e MACHADO, C J S. Energia e Meio Ambiente no Programa de Aceleração do Crescimento (PAC): uma Análise Crítica. **IV Encontro Nacional da ANPPAS**, GT: Energia e Ambiente, Brasília, DF, 4 a 6 de junho, 2008.

WORNAT, M. J.; PORTER, B. G.; YANG, N. Y. C., Single Droplet Combustion of Biomass Pyrolysis Oils – **Energy & Fuels**, Vol. 8 (1994), pag.1131.

ZHANG, M.; WU, H. Stability of emulsion fuels prepared from fast pyrolysis bio-oil and glycerol. **Fuel**, v. 206, p. 230–238, 2017.

ZHENG, J. et al. Bioresource Technology Gasification of bio-oil : Effects of equivalence ratio and gasifying agents on product distribution and gasification efficiency. **Bioresource Technology**, v. 211, p. 164–172, 2016.

SOBRE OS AUTORES:

Lucas Ferrari de Carvalho Costa

Formado em Física Licenciatura pela UNICAMP no ano de 2011. Possui mestrado em Engenharia Mecânica com ênfase em Térmica e Fluidos obtido em 2013, nas mesma instituição.

Desde de 2013 é aluno de doutorado em Engenharia Mecânica na Faculdade de Engenharia Mecânica da UNICAMP
Pesquisa na área de energias renováveis, trabalhando com conversão termoquímica da biomassa para produção de gases combustíveis e gás de síntese.
Desde 2012 leciona algumas disciplinas na área de eletro eletrônica e física nos cursos de Engenharia de Controle e Automação, Tecnologia em Automação Industrial e Ciência da Computação na Faculdade de Jaguariúna.

(19) 9 9609 3705
lucas.prk@gmail.com

Caio Glauco Sánchez

Possui graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas (1978), mestrado em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas (1982) e doutorado em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas (1994). Fez pós doutorado na Universidade de Zaragoza, Espanha em pirólise de biomassa (2006). Atualmente é professor associado da Universidade Estadual de Campinas. Tem experiência na área de Engenharia Mecânica, com ênfase em Aproveitamento da Energia, atuando principalmente nos seguintes temas: gaseificação, pirólise, biomassa, leito fluidizado, bagaço de cana.

(019) 3521-3262 (Secretaria do Departamento de Energia FEM UNICAMP)
caio@fem.unicamp.br

O QUADRO MORFOLÓGICO APLICADO PARA O DESENVOLVIMENTO DE UM EQUIPAMENTO PARA DESINFECÇÃO DA ÁGUA ATRAVÉS DA ENERGIA SOLAR

The Morphological Chart applied for the development of a water disinfection equipment through solar energy

RODRIGUES, Danielle Gonçalves
Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP

NETO, Geraldo Gonçalves Delgado
Centro Universitário de Jaguariúna – UNIFAJ

PELLIS, Bruno Piva
Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP

PATERNIANI, José Euclides Stipp
Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP

RESUMO: A disponibilidade de água de boa qualidade para consumo humano é de extrema importância para à manutenção da vida pois há uma intrínseca relação entre o acesso à água de boa qualidade e a saúde humana. Assim, promover formas de acessos a tratamentos alternativos da água em pequenas comunidades é indispensável para o desenvolvimento socioeconômico dessas comunidades uma vez que, na maioria dos casos, essas comunidades não possuem nenhuma forma de acesso a água tratada. Assim sendo, neste estudo, utilizou-se a ferramenta metodológica Quadro Morfológico para propor um novo equipamento para desinfecção da água através da energia solar para ser utilizado em pequenas comunidades. Para tanto, realizou-se uma pesquisa no mercado brasileiro sobre os equipamentos comercialmente disponíveis para aquecimento da água e, com o auxílio da ferramenta metodológica Quadro Morfológico, definiu-se dois equipamentos que pudessem ser utilizados para desinfecção solar da água e assim melhorar a qualidade de vida de pequenas comunidades. Os equipamentos propostos são compostos de mangueira de alta pressão com proteção UVA/UVB de fácil operação e manutenção. A utilização do Quadro Morfológico para o desenvolvimento do equipamento de desinfecção solar foi extremamente importante pois foi possível obter um equipamento simples, seguro e inequívoco uma vez que ele permitiu várias soluções sendo que a melhor solução foi obtida através da avaliação de custo e eficiência do mesmo.

Palavras chave: Quadro Morfológico, desinfecção da água, equipamento alternativo, energia solar

ABSTRACT: The availability of good quality water for human consumption is extremely important for the maintenance of life because there is an intrinsic relationship between access to good quality water and human health. Thus, promoting access to alternative water treatments in small communities is indispensable for the socioeconomic development of these communities since, in most cases, these communities have no access to treated water. Therefore, in this study, we used the morphological framework methodological tool to

propose a new equipment to disinfect water through solar energy to be used in small communities. To do so, a research was carried out in the Brazilian market on the commercially available equipment for water heating and, with the aid of the Morphological Chart methodological tool, two equipments were defined that could be used for solar disinfection of the water and thus to improve the quality of life in small communities. The proposed equipment is composed of high pressure hose with UVA / UVB protection for easy operation and maintenance. The use of the Morphological Chart for the development of solar disinfection equipment was extremely important because it was possible to obtain a simple, safe and unequivocal equipment since it allowed several solutions and the best solution was obtained through the evaluation of cost and efficiency of the same

Keywords: Morphological Chart, water disinfection, alternative equipment, solar energy

INTRODUÇÃO

A disponibilidade de água de boa qualidade é de extrema importância à manutenção da vida, todavia, essa disponibilidade em alguns locais como pequenas comunidades torna-se escassa, trazendo com isso diversos efeitos deletérios sobre o bem-estar físico, mental ou social dessas populações.

De acordo com Batista 2008, no interior do nordeste do Brasil, a falta de água de boa qualidade para consumo humano se agrava devido aos períodos de longa estiagem que obriga uma parte da população rural a dividir o suprimento de água (açudes, barragens, cacimbas etc.) com o gado e animais silvestres. Nas terras mais baixas do litoral é bastante comum o uso de poços rasos para o suprimento residencial de água. Nas áreas urbanas, estas águas sofrem a influencia de fossas sépticas que acabam contaminando o lençol freático.

No estudo realizado por Pruss et al 2002, anualmente há a morte significativa de crianças no mundo em decorrência a doenças diretamente relacionadas às condições deficientes de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Essas doenças, especialmente quando associadas a desnutrição, podem enfraquecer as defesas do organismo a ponto de contribuir com doença e morte por outras causas como sarampo e pneumonia.

Gleick 2002, realizou um estudo utilizando 3 estimativas diferentes internacionais e pôde estimar que, se não forem tomadas medidas para resolver a falta de água, saneamento e higiene, haverá 135 milhões de mortes

evitáveis até 2020. Isso demonstra a crise de saúde pública mais grave enfrentada até o momento, e merece muito mais atenção e recursos do que recebeu até agora.

Assim, faz-se necessário propor soluções para o acesso dessas comunidades ao tratamento alternativo da água.

As ferramentas metodológicas se mostram uma excelente alternativa a ser aplicada para desenvolvimento de um produto. Sua utilização propicia o desenvolvimento de um projeto simples, seguro e inequívoco. O Quadro Morfológico é uma dessas ferramentas. Sua utilização permite diversas soluções para o projeto sendo que a escolha da melhor solução está diretamente ligada a outros fatores como recursos, demandas ou outro fator de relevância.

A utilização do Quadro Morfológico tem se mostrado particularmente útil quando o projeto se direciona a novos produtos, extrapolando soluções convencionais e explorando o uso de novos materiais, formas e funções. Sem esta ferramenta, provavelmente o projetista se restringiria a examinar apenas um número reduzido de soluções e combinações, esquecendo-se das demais (BAXTER, 1995).

De acordo com Delgado Neto 2005, este método possui vantagens e desvantagens e não é restrito ao uso em problemas técnicos, podendo ser usado para sistematizar informações de qualquer natureza. Em geral as informações técnicas podem ser consideradas em sua forma mais pura. Uma das vantagens citadas pelo autor são as soluções parciais podem ser facilmente combinadas em uma solução global.

Dessa forma, a utilização do Quadro Morfológico para o desenvolvimento de um equipamento de desinfecção solar da água, permite definir o equipamento mais indicado para a desinfecção solar da água para consumo humano a ser implantado em pequenas comunidades.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para que o do projeto proposto de um equipamento de desinfecção solar da água fosse desenvolvido de forma simples, segura e inequívoca, foi necessário verificar e estudar os possíveis equipamentos existentes no

mercado brasileiro que tinham como função aquecer a água através da energia solar. Após essa verificação, foi possível propor novas soluções para o mesmo e dessa forma trazer essa solução para ser implantada no equipamento de desinfecção solar água proposto.

Assim, verificou-se a necessidade de utilização de uma ferramenta metodológica que auxiliasse nessa tarefa. Para tanto, propôs-se a utilização da ferramenta metodológica Quadro Morfológico uma vez que, com a utilização dessa ferramenta, foi possível criar uma solução para ser implantada no equipamento de desinfecção solar água.

Tendo em vista que o Quadro Morfológico estimula a criatividade através da exploração sistemática de um grande número de possíveis soluções, inicialmente para que fosse possível encontrar o número mais possível de solução, foi necessário explorar todas as funções relevantes para o funcionamento de um equipamento de aquecedor solar da água. Assim, definiu-se 12 funções para a construção de um equipamento de aquecedor solar da água.

Após a definição dessas funções, iniciou-se uma pesquisa dos materiais existentes disponíveis comercialmente, utilizados para cada uma das funções relevantes para o funcionamento de um equipamento de aquecedor solar da água.

Assim, foi possível elaborar o Quadro Morfológico, utilizando os parâmetros das funções relevantes para o funcionamento de um equipamento de aquecedor solar da água (exemplo: tubulação) + os equipamentos pesquisados existentes disponíveis comercialmente para a utilização dessas funções (exemplo: tubulação de cobre, tubulação em PVC e mangueira de alta pressão). Assim, foi possível ampliar o conhecimento das etapas envolvidas no aquecimento da água e observar quais soluções são viáveis no processo de desinfecção da mesma, objetivo da utilização do Quadro Morfológico.

Após a elaboração do Quadro Morfológico, realizou-se a análise de cada componente utilizado. Para tanto, selecionou-se 16 indústrias brasileiras de aquecedor solar com o intuito de analisar e identificar quais materiais eram utilizados de acordo com cada função do equipamento de aquecedor solar da água na fabricação dos mesmos. Assim, pode- se verificar quais as alternativas

para aquecimento da água mais utilizadas e traçar as novas soluções e/ou inovações para aquecimento da água. Após a elaboração do Quadro Morfológico com a análise de cada componente, pode-se definir o equipamento que era mais indicado para a pasteurização solar da água para consumo humano a ser implantado em pequenas comunidades.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para o desenvolvimento do Quadro Morfológico, inicialmente foi necessário avaliar o funcionamento de um equipamento de aquecedor solar comercialmente disponíveis no mercado brasileiro, identificando-se as funções que compõem o equipamento de aquecedor solar da água (convencional). Assim, definiu-se que são 12 funções e estão descritas na tabela 1:

Tabela 1: Funções de um Equipamento de Aquecimento Solar da Água

1. Tubulação (transportar a água)
2. Coletor de Energia Solar (captar a energia solar e aquecer a água)
3. Disposição das Flautas (geometria e distribuição)
4. Reservatório Térmico (armazenamento da água quente)
5. Revestimento Térmico Interno do Reservatório Térmico (manter temperatura)
6. Temperaturas Alcançadas (limites de temperatura)
7. Conexão
8. Fixação das Conexões e tubulações (fixar - juntar)
9. Instalação de todos os equipamentos (Instalar)
10.Tipos de Instalação dos Aquecedores (disposição aquecedores)
11.Opcionais de Instalação
12. **Sistemas de Apoio Alternativo ao Elétrico**

Após a identificação das funções que compõem o equipamento de aquecedor solar da água, pôde-se desenvolver o quadro funcional deste. Dessa forma, as funções do quadro foram dispostas linha a linha, sendo inserido o componente responsável pela execução da função. A inserção desses componentes permitiu orientar o desenvolvimento detalhado de tais funções, de modo a atribuir outras soluções para os componentes. Dessa forma, foi possível desenvolver outras soluções para o projeto, substituindo o componente usual por outro que possua a mesma função. Com isso, pode-se desenvolver um equipamento com características mais adequadas para o projeto em questão, ou seja o que promova a desinfecção solar da água para consumo humano.

A tabela 2 apresenta o Quadro Morfológico de um sistema de aquecimento solar da água. Nota-se que, foi selecionado os principais materiais utilizados no mercado brasileiro, para cada função e dessa forma pode-se identificar as soluções parciais (conhecidas ou possíveis) encontradas para um equipamento de aquecimento solar da água. Através da análise das funções, pode-se verificar que os materiais muitas das vezes, se diferem entre si em uma mesma função, principalmente em relação a durabilidade e custo. Por isso, faz-se necessário avaliar as melhores condições para cada projeto, uma vez que, cada projeto apresentará características específicas de acordo com a característica do público alvo. Para o projeto de desinfecção da água em questão, a principal característica observada é o custo/benefício do sistema.

Tabela 2: Quadro Morfológico

Parâmetros	Solução							
1. Tubulação (transportar a água)	1.1 Cobre 	11 1 0	1.2 PVC 	0 1 0	1.3 Alta Pressão 	5 1 0		
2. Coletor de Energia Solar (captar a energia solar e aquecer a água)	2.1 Caixa de alumínio + vidro 	11 3 0	2.2 Placa de Garrafa Pet e caixas de Leite 	0 0 0	2.3 Placa de PVC 	5 0 0		
3. Disposição das Flautas	3.1 Circular 	0 3 0	3.2 Retangular 	16 0 0				
4. 4. Reservatório Térmico (armazenamento da água quente)	4.1 4.1 Boyler Convencional (80 L) 	16 0 0	4.2 Alternativo: Caixa de água acrílico (80L) 	0 3 0	4.3 4.3 Alternativo: fibra de vidro (250L) 	0 0 0		
5. Revestimento Térmico Interno do Reservatório Térmico	5.1 Espumas de poliuretano 	13 3 0	5.2 Lã de vidro 	3 0 0	5.3 EPS triturado 	0 0 0		
6.Temperaturas Alcançadas	6.1 Boyler Convencional + Placa de Cobre * Min 64ºC | Máx 68ºC	11 3 0	6.2 Caixa de acrílico + placa de garrafa Pet e caixas de leite ou placa de PVC ** Min 22ºC | Máx 30ºC	4 0 0	6.3 Fibra de vidro + Placa de Cobre + Isolamento Térmico *** Min 36ºC | Máx 45ºC	0 0 0		
7. Conexão (unir os materiais)	7.1 Cobre 	12 0 0	7.2 PVC 	4 3 0				
8. Fixação das Conexões e tubulações	8.1 Solda (Cobre) 	11 0 0	8.2 Cola PVC (PVC) 	0 0 0	8.3 Braçadeiras 	5 0 0		
9. Instalação de todos os equipamentos	9.1 Padrão ABNT • Coletor solar inclinado para o norte geográfico a 20 graus para o leste; • Inclinação do coletor a 35 graus da base; • Reservatório térmico com altura mínima de 30 cm em relação à cabeceira da placa.					16 3 0		
10. Tipos de Instalação dos Aquecedores	10.1 Instalação Termossifão (Boyler acima da placa min 30 cm)	16 3 0	10.2 Circulação Forçada (Boyler abaixo da placa)	16 0 0	10.3 Sistema Solar de Alta Pressão	16 0 0		
10. Tipos de Instalação dos Aquecedores	10.1 Instalação Termossifão (Boyler acima da placa min 30 cm)	16 3 0	10.2 Circulação Forçada (Boyler abaixo da placa)	16 0 0	10.3 Sistema Solar de Alta Pressão	16 0 0		
11. Opcionais de Instalação	11.1 Timer 	12 0 1	11.2 Mostrador Digital de Temperatura 	3 3 1	11.3 Termostato Automático 	0 0 1	11.4 Válvula Anticongelante 	0 0 1	11.5 Válvula Motobomba 	0 0 1
12. Sistemas de Apoio Alternativo ao Elétrico	12.1 Sistema Auxiliar a Gás 	16 0 1	12.2 Serpentina em Fogão de Lenha 	16 3 1				

Após a elaboração e desenvolvimento do Quadro Morfológico de um sistema de aquecimento solar da água, foi possível identificar quais componentes ou parâmetros são promissores para geração do aquecimento solar da água. Com isso, pôde-se concluir que, os aspectos externos que compõem o equipamento não influenciam de maneira relevante para o aquecimento da água sendo que, as tubulações que transportam a água e a disposição das flautas são os mecanismos mais importantes para a obtenção da água aquecida. Dessa forma, verificar quais as tubulações existentes no mercado, foram os componentes mais promissores para obter um novo sistema de aquecimento solar da água, em termos de eficiência térmica. Com isso, pode-se substituir o sistema usual através da disposição das flautas, proporcionando o sucesso do projeto em questão. Baseado nessa conclusão, a próxima etapa consistiu na análise e aplicação de um sistema combinado (tubulação + disposição das flautas) de modo a se obter um sistema de aquecimento solar da água viável tanto economicamente como comercialmente, utilizando-se para tanto da metodologia do Quadro Morfológico.

Para se obter um resultado que fosse mais adequado ao projeto, desenvolveu-se o Quadro Morfológico com a análise da utilidade de cada componente. Essa nova etapa do estudo de viabilidade, permite identificar em termos comerciais, quais funções são utilizadas, e quais nunca foram utilizadas em um sistema de aquecedor solar da água. Dessa forma pôde-se definir, quais produtos podem ser obtidos analisando a utilidade de cada componente, e assim classificar esses produtos como sendo: concorrentes (já existem no mercado e são usualmente comerciais), novas soluções (começou a ser utilizado agora no mercado e existem poucos locais que comercializam) e inovações (nunca foi utilizado comercializado.) .

Para a obtenção do Quadro Morfológico com a análise da utilidade de cada componente, selecionou-se 16 indústrias brasileiras de aquecedor solar com o intuito de analisar e identificar quais materiais eram utilizados de acordo com cada função do equipamento de aquecedor solar da água na fabricação dos mesmos. Assim, pode- se verificar quais as alternativas para aquecimento

da água mais utilizadas e traçar as novas soluções e/ou inovações para aquecimento da água.

Na tabela 3, serão apresentados os mesmos Parâmetros/ Soluções apresentados na tabela 2, porém com a análise da utilidade de cada componente. O Quadro Morfológico com a análise da utilidade de cada componente apresenta todos os componentes necessários para construção de um aquecedor, porém sua grande vantagem é que cada um dos concorrentes são "desmembrados" em parâmetros comuns, o que torna muito mais fácil a visualização dos componentes necessários para construção do aquecedor solar da água e facilita a comparação entre os diversos fabricantes. Outra grande vantagem está relacionada com a possibilidade de construir diversas soluções de aquecedores através das soluções apresentadas para cada parâmetro, assim podemos multiplicar cada linha pelo total de opções de soluções nas linhas subsequentes que gera uma grande gama de soluções.

Na figura 1, foi inserida uma pequena caixa, com três opções na frente de cada solução, com três cores distintas, a primeira em verde água, consta quantos concorrentes usaram esta solução para o parâmetro da linha, na caixa seguinte, de cor amarela, são novas soluções sugeridas por esse projeto de pesquisa, e na sequência, a laranja, mostra o números de possíveis soluções inovadoras, inovações, pois não existe no mercado o uso desta solução ainda.

Figura 1: Fatores estudados: Concorrentes, Novas Soluções e Inovações

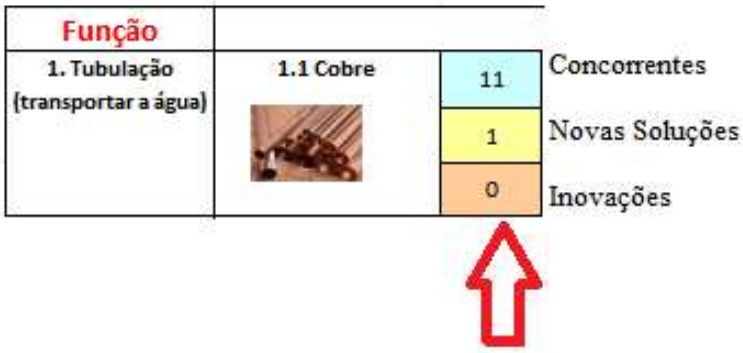


Tabela 3: Quadro Morfológico de um sistema de Aquecimento Solar da Água com a análise da utilidade de cada componente

Parâmetros	Solução										
1. Tubulação (transportar a água)	1.1 Cobre 	11 1 0	1.2 PVC 	0 1 0	1.3 Alta Pressão 	5 1 0					
2. Coletor de Energia Solar (captar a energia solar e aquecer a água)	2.1 Caixa de alumínio + vidro 	11 3 0	2.2 Placa de Garrafa Pet e caixas de Leite 	0 0 0	2.3 Placa de PVC 	5 0 0					
3. Disposição das Flautas	3.1 Circular 	0 3 0	3.2 Retangular 	16 0 0							
4. 4. Reservatório Térmico (armazenamento da água quente)	4.1 4.1 Boyler Convencional (80 L) 	16 0 0	4.2 Alternativo: Caixa de água acrílico (80L) 	0 3 0	4.3 4.3 Alternativo: fibra de vidro (250L) 	0 0 0					
5. Revestimento Térmico Interno do Reservatório Térmico	5.1 Espumas de poliuretano 	13 3 0	5.2 Lã de vidro 	3 0 0	5.3 EPS triturado 	0 0 0					
6.Temperaturas Alcançadas	6.1 Boyler Convencional + Placa de Cobre * Min 64ºC | Máx 68ºC	11 3 0	6.2 Caixa de acrílico + placa de garrafa Pet e caixas de leite ou placa de PVC ** Min 22ºC | Máx 30ºC	4 0 0	6.3 Fibra de vidro + Placa de Cobre + Isolamento Térmico *** Min 36ºC | Máx 45ºC	0 0 0					
7. Conexão (unir os materiais)	7.1 Cobre 	12 0 0	7.2 PVC 	4 3 0							
8. Fixação das Conexões e tubulações	8.1 Solda (Cobre) 	11 0 0	8.2 Cola PVC (PVC) 	0 0 0	8.3 Braçadeiras 	5 0 0					
9. Instalação de todos os equipamentos	9.1 Padrão ABNT • Coletor solar inclinado para o norte geográfico a 20 graus para o leste; • Inclinação do coletor a 35 graus da base; • Reservatório térmico com altura mínima de 30 cm em relação à cabeceira da placa.					16 3 0					
10. Tipos de Instalação dos Aquecedores	10.1 Instalação Termossifão (Boyler acima da placa min 30 cm)	16 3 0	10.2 Circulação Forçada (Boyler abaixo da placa)	16 0 0	10.3 Sistema Solar de Alta Pressão	16 0 0					
10. Tipos de Instalação dos Aquecedores	10.1 Instalação Termossifão (Boyler acima da placa min 30 cm)	16 3 0	10.2 Circulação Forçada (Boyler abaixo da placa)	16 0 0	10.3 Sistema Solar de Alta Pressão	16 0 0					
11. Opcionais de Instalação	11.1 Timer 	12 0 1	11.2 Mostrador Digital de Temperatura 	3 3 1	11.3 Termostato Automático 	0 0 1	11.4 Válvula Anticongelante 	0 0 1	11.5 Válvula Motobomba 	0 0 1
12. Sistemas de Apoio Alternativo ao Elétrico	12.1 Sistema Auxiliar a Gás 	16 0 1	12.2 Serpentina em Fogão de Lenha 	16 3 1							

* Valores obtidos da dissertação de mestrado de Danielle Gonlçalves Rodrigues, UNICAMP 2011.
** Valores obtidos da dissertação de mestrado de Danielle Gonlçalves Rodrigues, UNICAMP 2011.
*** Valores obtidos no artigo de Souza et al 2006.

	Concorrentes
	Novas soluções
	Invações

Assim, de acordo com a proposta do projeto de pasteurização solar da água, a tabela 6 mostra os itens do equipamento de pasteurização solar da água definido.

Parâmetro	Componente	Parâmetro	Componente
1. Tubulação (transportar a água)	**Mangueira de Alta Pressão** 	**6. Conexão** (unir os materiais)	**PVC** 
2. Coletor de Energia Solar (captar a energia solar e aquecer a água)	**Caixa de alumínio + vidro** 	**7. Fixação das Conexões e tubulações**	**Cola PVC (PVC) e Braçadeira**  
3.Disposição das flautas	**Circular** 	**8.Instalação de todos os equipamentos**	• Coletor solar inclinado para o norte geográfico a 20 graus para o leste; • Inclinação do coletor a 35 graus da base; • Reservatório térmico com altura mínima de 30 cm em relação à cabeceira da placa.
4. Reservatório Térmico (armazenamento da água quente)	**Alternativo: Caixa de água acrílico (80L)** 	**9. Tipos de Instalação dos Aquecedores**	**Instalação Termossifão** (Boyler acima da placa (min 30 cm)
5. Revestimento Térmico Interno do Reservatório Térmico	**Não Aplicável**	**10. Opcionais na Instalação**	**Timer e Mostrador Digital de Temperatura**  

Tabela 6: Itens do Equipamento de Pasteurização Solar da Água
Equipamentos de desinfecção solar da água definidos a partir da metodologia do Quadro Morfológico

Após a utilização da metodologia de projeto, para a verificação do estudo de viabilidade do sistema de desinfecção solar da água, utilizando-se o Quadro Morfológico para tanto e definiu-se 2 equipamentos de desinfecção solar alternativo para ser utilizado em pequenas comunidades. Definiu-se 2 equipamentos devido a condições climáticas de cada região uma vez que, um equipamento possui sistema de estufa e o outro não . A tabela 7 apresenta a descrição dos equipamentos utilizados no sistema.

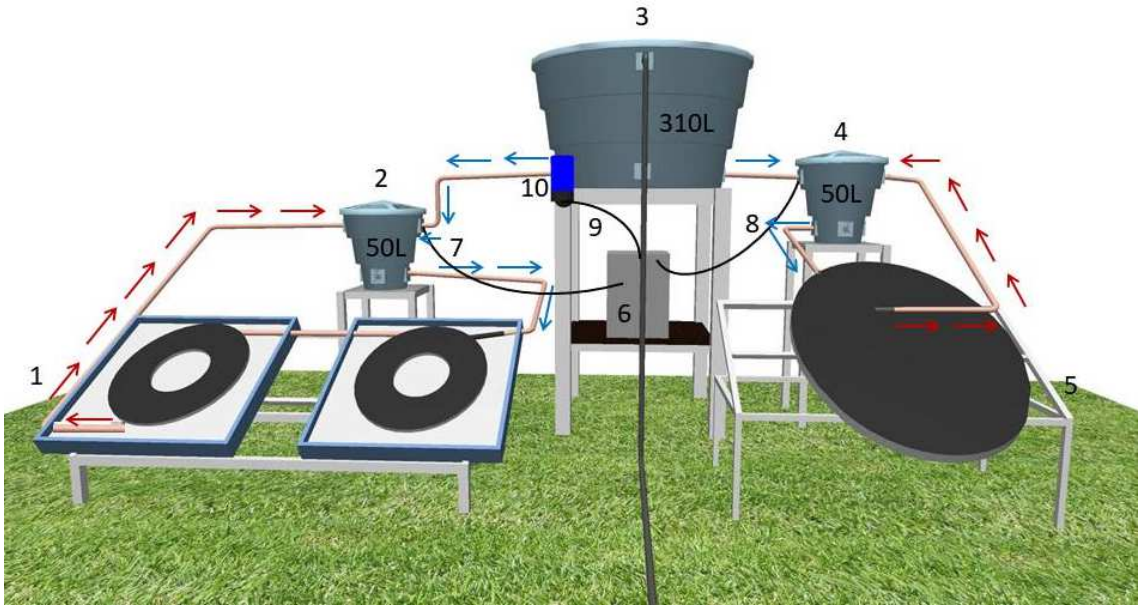
A tabela 7: Descrição dos equipamentos utilizados no sistema de pasteurização solar.

Descrição do Equipamento 1	**Descrição do Equipamento 2**
❖ Reservatório Térmico de 50 L; ❖ Tubulação de mangueira de alta pressão com proteção UV com 100 M de comprimento sendo distribuído 50 M de mangueira em cada coletor solar. Diâmetro da tubulação: ¾; ❖ 2 Coletor solar de alumínio + placa de vidro com dimensões de 1,00 M X1,00M. ❖ Inclinação do Equipamento : 30 graus;	❖ Reservatório Térmico de 50 L; ❖ Tubulação de mangueira de alta pressão com proteção UV com 100 M de comprimento. Diâmetro da tubulação: ¾; O Diâmetro correspondente a tubulação circular instalada é de 1,10 M. ❖ Sem coletor solar; ❖ Inclinação do Equipamento : 30 graus;

A figura 2 apresenta as características do equipamento utilizado para desinfecção solar da água**.** Optou-se por trabalhar com o sistema termosifão devido a economia energética que esse sistema oferece. Dessa forma observa-

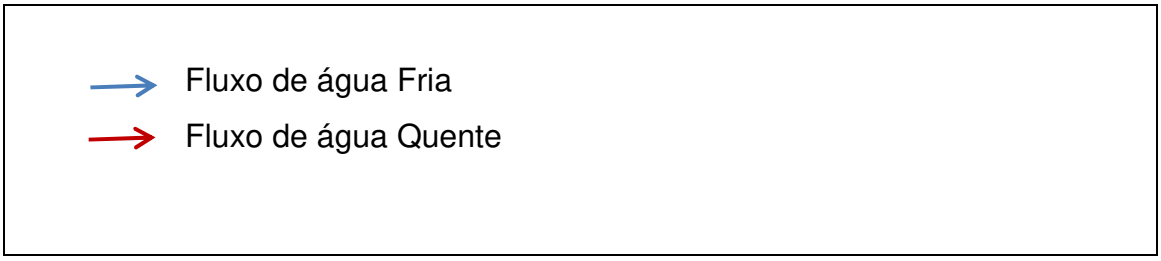
se que as setas de cores azuis correspondem a água fria antes de passar pelo tratamento, e as setas vermelhas as que passaram pelo sistema e agora estão quentes. Esse movimento contínuo funcionando por mais de 10 horas por dia permite que a água alcance uma temperatura que promova a redução de micro-organismos presente na água para consumo humano.

Figura 2: Sistema de Pasteurização Solar da Água



Legenda

1. Equipamento 1: Pasteurizador Solar da Água Com coletor de alumínio +Vidro.
2. Reservatório Térmico de 50 L do Equipamento 1.
3. Caixa de abastecimento de água de 310 L dos equipamentos 1 e 2.
4. Reservatório Térmico de 50 L do Equipamento 1.
5. Equipamento 2 :de Pasteurizador Solar da água Sem coletor Solar.
6. Sistema de aquisição de dados LabView.
7. Sensor de temperatura do Equipamento1.
8. Sensor de temperatura do Equipamento 2.
9. Sensor de radiação utilizado no Sistema.
10. Lâmpada UV.



Ambos os equipamentos foram confeccionados e instalados no campo experimental da faculdade de engenharia agrícola da Unicamp.

CONCLUSÃO

A utilização da ferramenta metodológica Quadro Morfológico foi de fundamental importância para a definição dos equipamentos de desinfecção solar alternativos proposto neste trabalho. Pois este garante uma visualização gráfica das diversas soluções alternativas e melhor uso de materiais para o desenvolvimento otimizado da proposta. Essa ferramenta se mostrou um método eficiente, simples e seguro.

Os materiais propostos pelos equipamentos para desinfecção solar da água apresentados neste trabalho são de fácil obtenção, apresentam alta durabilidade e fácil operação e manutenção. Assim garantindo, a viabilidade de construção da proposta em qualquer região do país e dispensando o uso de mão de obra especializada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BATISTA, Carlos Henrique. **Estudo do processo de desinfecção de água via energia solar utilizando um reator experimental.** Dissertação de Mestrado em Engenharia de Processos – Universidade Tiradentes, 2008.

BAXTER, Mike. **Projeto de produto; guia prático para o desenvolvimento de novos produtos.** São Paulo: Edgard Blucher, 1998, 261 p

DELGADO NETO, G, G. **Uma contribuição à metodologia de projeto para o desenvolvimento de jogos e brinquedos infantis.** Dissertação de Mestrado – Universidade Estadual de Campinas- Faculdade de Engenharia Mecânica 2005.

GLEICK, P. H. **Dirty Water: Estimated Deaths from Water-** Related Diseases 2000–2020; Pacific Institute: Oakland, CA, 2002.

RODRIGUES, D, G. **Desinfecção da Água por Pasteurização Solar (SOPAS) em Comunidades Rurais.** Dissertação Mestrado- Feagri- Unicamp 2011.

SOUSA, J. T. de et al. **Efluentes tratados utilizados na agricultura**. In: XV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS. Curitiba-PR, Brasil, p.1-12, 2003.

KOTLER, P.; KELLER, K. L. **Administração de marketing**. 12.ed., São Paulo: Atlas, 2009. 750p. **658.802 K88a**

PAHL, G.; et. al. **Projeto na engenharia**: fundamentos do desenvolvimento eficaz de produtos, métodos de aplicações. São Paulo: Edgard Blucher, 2009. 412p. **620 P151p**

PRÜSS, Annette; Kay,David; Fewtrell,Lorna; Bartram, Jamie**. Estimating the Burden of Disease from Water, Sanitation, and Hygiene at a Global Level.** Environmental Health Perspectives, volume 110 , número 5, 2002.

ROZENFELD, H.; et al. **Gestão de desenvolvimento de produtos**: uma referência para a melhoria do processo. São Paulo: Saraiva, 2009. 542 p. 658.575 R813g

VIABILIDADE TÉCNICA DA UTILIZAÇÃO DE GABIÃO PREENCHIDO COM CORPOS DE PROVA CILÍNDRICOS DE CONCRETO FISSURADOS (NBR 5739/2007) COMO ESTRUTURA DE CONTENÇÃO

Technical feasibility of using gabion filled with fissured concrete cylindrical specimens (NBR 5739/2007) as a containment structure

CALAIS, Ricardo Leme de
Formando em Engenharia Civil – Centro Universitário de Jaguariúna
OLIVEIRA, Mayara de
Formanda em Engenharia Civil – Centro Universitário de Jaguariúna
POLITTI, Caroline Accorsi
Formanda em Engenharia Civil – Centro Universitário de Jaguariúna
SILVA, Raul Olavo Ballarini da
Formando em Engenharia Civil – Centro Universitário de Jaguariúna
DIAS, Luciane Sandrini
Prof.ª MS. Orientadora – Centro Universitário de Jaguariúna

Resumo: O homem sempre fez uso de objetos da natureza como materiais para construções e, hoje em dia, com construções fixas, ele não tem mais que se adaptar às diferenças de relevo. Novas soluções para se evitar os deslizamentos de taludes e encostas foram desenvolvidas com o passar dos anos. Hoje em dia, há um maior controle dos riscos de escorregamentos. Os muros de gabiões tem ganhado cada vez mais espaço em obras de contenção, devido à sua facilidade de execução, baixo custo e também devido ao seu baixo impacto ambiental. O presente artigo tem o objetivo de fazer um estudo sobre a viabilidade da reutilização de corpos de prova (CP) de concreto fissurados como preenchimento para o gabião do tipo caixa. Para isso, foi realizada uma revisão na literatura disponível, tanto sobre os CP de concreto, como sobre a empregabilidade e metodologia de cálculos e estudos necessários para a implementação de estruturas de contenção de gravidade do tipo gabião. Foi gerado um estudo de modelagem através do AutoCAD, visando uma melhor acomodação dos CP dentro de um gabião caixa de 1 m³ e uma comparação de valores entre o gabião tradicional e o modelo construtivo proposto, preenchido com CP de concreto. Visamos, com o trabalho proposto, uma redução do impacto ambiental, considerando o descarte incorreto dos CP, e a geração de maior economia em seu processo construtivo, de modo que a estrutura de contenção não perca suas características técnicas.
Palavras – chaves: estrutura de contenção, gabião, corpos de prova.

Abstract: The human being had always used objects from nature as building materials and nowadays, with fixed buildings, it doesn't have to adapt to relief differences. New solutions to prevent hillside landslides have developed over the years. Nowadays there is a greater control of the landsliding risks. The gabion walls is gaining more and more space in containment Works due to its ease of execution, low cost and also due to its low environmental impact. The purpose of this article is make a study about the feasibility of using gabion filled with fissured concrete cylindrical specimens. For this, a review has performed in the available literature about the concrete specimens, the employability and methodology of calculation and required studies for the implementation of

gravity containment structure of gabion type. A modeling study has created through AutoCAD, aiming for better accommodation of the concrete specimens inside the gabion box of one cubic meter, and a comparison of values among the traditional gabion and proposed constructive model, filled with concrete specimens. With the proposed work, we aim a reduction of environmental impact, considering the incorrect disposal of the specimens and the generation of greater saving in its construction process, so that the containment structure doesn't lose its technical characteristics.
Keywords: containment structure, gabion, specimens.

1. INTRODUÇÃO

Desde a pré-história o homem utiliza objetos encontrados na natureza como ferramentas e materiais para suas construções, usando, na maioria das vezes, minerais e rochas encontrados em abundância. Talvez o fato mais interessante seja a nossa dependência desses materiais, mesmo após milhares de anos, para fins de habitação, tanto nas cavernas, do passado, como nos materiais de construção, de nossas casas modernas.

Com a mudança dos costumes de nossos antepassados, de nômades para habitantes fixos, o ser humano teve que aprender a cultivar a terra e construir moradias e benfeitorias duradouras. Com o desenvolvimento da vida em sociedade, a criação das cidades e a posterior ligação entre elas, o homem primitivo começou a não mais se adaptar à conformação do relevo, tratando esse, finalmente, como matéria prima para suas construções e lavouras. E, para isso, surgiram as contenções de encostas e barrancos, estabilizando solos de diferentes níveis, agindo em favor da segurança das pessoas, da conservação de estradas e da exploração de áreas cultiváveis.

Nesta época, surgiram os primeiros muros de contenção, principalmente os confeccionados a partir da madeira (com baixa durabilidade) e rochas. A evolução deste muro de contenção é o que hoje conhecemos como muro de arrimo. Dentre os vários tipos de contenção, o gabião é muito utilizado atualmente, devido ao baixo impacto ambiental, a baixa ou não-necessidade do uso de máquinas na sua construção, sua boa permeabilidade (minimizando, assim, sobrepesos pela acumulação de água percolada), fácil modelagem e adaptabilidade ao perfil do solo e também baixo custo de fabricação e manutenção das estruturas.

Assim como o homem evoluiu ao longo das gerações, seus métodos construtivos o acompanharam. Com o desenvolvimento de novas tecnologias e materiais construtivos, suas construções passaram a ter caráter permanente, o que gerou a possibilidade destes almejarem conforto e segurança duradoura. Uma das maiores tecnologias desenvolvidas, aperfeiçoadas e amplamente aplicada é a "descoberta" do cimento e a preparação de sua pasta com areia e pedra e posteriormente a adição do aço, gerando uma estrutura sólida e extremamente resistente.

A criação e o desenvolvimento do concreto armado deram possibilidade ao homem de imaginar e desenvolver construções cada vez maiores e mais ousadas tecnicamente, porém, por medida de segurança, foram normatizados certos aspectos de cada um dos materiais utilizados em sua confecção. No caso do concreto, há uma norma específica para o teste de resistência à compressão (NBR 5739/2007), o qual é realizado em corpos de prova moldados de acordo com a NBR 5738/2015, sendo que, para cada lote de concreto, são retiradas, pelo menos, seis amostras para os testes.

Para facilitar a execução de tais testes, há no mercado uma grande variedade de laboratórios auditados pelo INMETRO, aptos para a realização do mesmo. Com o aumento do número de construções e a necessidade desses testes para comprovação da resistência do concreto utilizado, esses corpos de prova têm se tornado um passivo ambiental, gerando um grande volume nas escassas usinas de reciclagem de materiais oriundos da construção civil e, consequentemente, o aumento de parte do custo da obra no descarte adequado desse resíduo.

Após a constatação de tal fato, buscamos na literatura uma solução ambiental mais rápida e barata para o reaproveitamento dos corpos de prova, porém, somente foram encontrados exemplos amadores de utilização em demarcação de canteiros de flores, hortas e projetos paisagísticos, não aproveitando adequadamente toda a resistência e robustez do concreto ainda existente no corpo de prova.

Buscamos, assim, apresentar uma "nova" utilização para tais corpos de prova, quando fissurados, reutilizando-os como material para preenchimento de muros de contenção por gravidade.

2. ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO

Segundo Terzaghi (1943, p.1), a Mecânica dos Solos é a aplicação das leis da mecânica e da hidráulica aos problemas de engenharia relacionados com os sedimentos e outras acumulações não consolidadas de partículas sólidas produzidas pela desintegração mecânica e química das rochas, independentemente do fato de conterem ou não elementos constituídos por substâncias orgânicas.

De acordo com Pinto (2006), a Mecânica dos Solos, que estuda o comportamento dos solos quando tensões são aplicadas, no caso das fundações, ou aliviadas, no caso de escavações, constitui uma ciência de engenharia, na qual o engenheiro civil se baseia para o desenvolvimento de seus projetos.

Os problemas que se apresentam no projeto e execução das fundações e obras de terra podem ser distinguidos em dois tipos: os que se referem à deformações do solo, que abrangem o estudo de recalques das obras, e os que consideram a ruptura de uma massa de solo, que envolvem as questões relativas à capacidade de carga do solo, estabilidade de maciços terrosos e empuxos de terra (CAPUTO, 1988, p. 11).

Caputo (1988, p. 4) ainda afirma que o requisito prévio para o projeto de qualquer obra é o conhecimento da formação geológica local, bem como o estudo das rochas, solos, minerais que o compõem e também a influência da presença da água sob ou sobre a superfície da crosta terrestre.

A ruptura de um solo é, geralmente, um fenômeno de cisalhamento, que acontece quando uma sapata de fundação é carregada até a ruptura ou também quando ocorre o escorregamento de um talude, por exemplo (PINTO, 2006, p. 260).

Deslizamento é um termo que foi designado para descrever o movimento de descida do solo, de rochas e material orgânico, sob o efeito da gravidade, e também a formação geológica resultante de tal movimento (HIGHLAND; BOBROWSKY, 2008, p. 6).

Segundo Highland e Bobrowsky (2008, p. 13), escorregamento é um dos tipos de deslizamento, e pode ser definido como o movimento de uma massa de solo ou rocha, em declive, que ocorre sobre superfícies em ruptura ou sobre zonas relativamente finas com intensa deformação por cisalhamento.

As medidas de correção comumente utilizadas para um escorregamento e que, quando possível, reduzirão consideravelmente o risco, incluem um retaludamento apropriado e a construção adequada de taludes. A construção de muros de arrimo na sua base pode ser suficiente para diminuir ou desviar o movimento do solo (HIGHLAND; BOBROWSKY, 2008, p. 14).

As estruturas de contenção são elementos indispensáveis de várias obras e projetos de engenharia. De acordo com Loturco (2004), as estruturas de contenção, independente do seu método, têm o mesmo princípio de funcionamento. Todas elas promovem, ativa ou passivamente, resistência à ruptura e ao deslocamento de terra, ocasionados pelo corte.

Para obter sucesso na escolha de estrutura de contenção mais adequada a ser executada em determinada situação, é necessário um prévio estudo do local, pois é o estudo que verifica a estabilidade do terreno. É fundamental que se obtenha dados como a formação do terreno, a situação e as características atuais (LOTURCO, 2004).

3. CONTENÇÃO EM GABIÃO

Segundo Onodera (2005, p. 28), as estruturas de contenção são obras cuja finalidade é conter maciços de solos. Quando são construídas em centros urbanos ou até mesmo em área de lazer, elas devem integrar-se ao máximo no meio em que se encontram, tanto do ponto de vista ambiental como paisagístico.

Segundo Moliterno[1] (1980, *apud* Onodera, 2005), “o gabião foi utilizado durante muito tempo como solução para desvio dos cursos dos rios e fechamentos das ensecadeiras nas obras de construção de barragens”.

[1] MOLITERNO, A. **Caderno de muros de arrimo.** São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1980. 104 p.

Seu emprego têm se diversificado, encontrando aceitação na execução, não somente de muros de arrimo, mas também em revestimento de canais, proteção de margens de rios, e em obras de emergência para contenção de encostas (ONODERA, 2005, p. 28).

3.1. HISTÓRICO

Segundo Camuzzi[2] (1978, *apud* Onodera, 2005, p. 28) e Maccaferri (p. 9), a palavra gabião deriva do italiano *"gabbione"*, que quer dizer "gaiolão". Os gabiões foram empregados pela primeira vez no final do século XIX. Desde então, sua utilização passou a tornar-se crescente e, a cada dia, os campos de utilização são mais amplos.

No Brasil, este tipo de estrutura de contenção começou a ser utilizado no início dos anos 70, e hoje em dia está presente em diversas obras, em todas as regiões do país.

3.2. PRINCIPAIS VANTAGENS DE MUROS EM GABIÃO

Uma das mais importantes características do gabião é a sua permeabilidade, pois é uma estrutura totalmente permeável, autodrenante, o que facilita o saneamento do terreno, por permitir o fluxo das águas de percolação, proporcionando, assim, um alívio por completo das pressões hidrostáticas sobre a estrutura (FINOTTI e*t al.*, 2013, p. 23; ONODERA, 2005, p. 35).

Segundo Onodera (2005, p. 35), os muros de gabião também apresentam extrema flexibilidade, o que permite que a estrutura se adapte aos movimentos do terreno, acompanhando o recalque ou acomodações, sem comprometer sua estabilidade e eficiência estrutural. Finotti *et al.* (2013, p. 22 e 23) acrescentam que essas deformações permitem a prévia visualização de qualquer problema antes de um colapso, permitindo, dessa forma, possíveis intervenções para a recuperação da estrutura, minimizando gastos e evitando acidentes.

[2] CAMUZZI FILHO, D. **Gabiões Profer**. São Bernardo do Campo, 1978.

Finotti (2013, p. 22) e Onodera (2005, p. 36) afirmam ainda que outra importante vantagem dos muros de gabião é a sua elevada resistência aos esforços de tração e empuxo do terreno, pois eles são calculados como uma estrutura monolítica. A malha do tipo hexagonal de dupla torção proporciona uma distribuição mais uniforme dos esforços, seu revestimento assegura a durabilidade por muitos anos e impede o desfiamento da tela.

Os muros de gabião são estruturas práticas e versáteis, pois podem ser construídos sob qualquer condição ambiental, com a utilização ou não de maquinário, inclusive em locais de difícil acesso. Além disso, para a construção desse tipo de contenção não é exigida mão de obra especializada (FINOTTI, 2013, p. 23).

Segundo Finotti (2013, p. 23), esse tipo de estrutura de contenção é economicamente mais viável, devido aos seus custos diretos e indiretos serem mais baixos, comparando com outros tipos de soluções com as mesmas resistências estruturais.

Dentre as afirmações de Finotti (2013, p. 23) ainda é possível destacar uma importantíssima vantagem dos muros de gabião, seu baixo impacto ambiental. Devido à sua composição, o gabião não interpõe obstáculo impermeável para as águas de infiltração e percolação, interferindo o mínimo possível na fauna e flora local. Além disso, é possível a integração da estrutura com o meio ambiente, ao permitir o crescimento de plantas ou gramíneas na sua superfície.

4. MÉTODO EXECUTIVO DO PROTÓTIPO

Com o intuito de aprofundar o conhecimento no assunto, colocamos em prática o feitio de uma estrutura do tipo gabião caixa, idealizada com o preenchimento com corpos de prova de concreto fissurados.

4.1. CARACTERÍSTICAS

Na região de Campinas, existem vários laboratórios de controle tecnológico de concreto, que terceirizam o serviço de verificação da capacidade de carga do mesmo para vários empreendimentos e construtoras. De acordo com a NBR 5739/2007, os corpos de prova possuem dimensões

padronizadas, sendo a mais usual nos laboratórios o CP cilíndrico de 0,20 m x 0,10 m de diâmetro.

Conforme a época do ano e a ocorrência de construções na cidade e região, há uma enorme quantidade de peças testadas a serem descartadas. Atualmente, com a implementação da Política Nacional dos Resíduos Sólidos (lei 12305/2010), torna-se responsabilidade, tanto da empresa contratante como do laboratório de testes, a destinação final adequada de tais corpos de prova. Isso gera um ônus para as construtoras, que arcam com o custo do teste, onde já está embutido o custo da destinação final das peças testadas.

Mesmo com a obrigação legal da disposição final, os laboratórios de teste doam certas quantidades desse material testado para quem interessar. Há uma grande variedade de projetos paisagísticos e de jardinagem que utilizam tais artefatos como suporte para a terra dos canteiros e/ou demarcação de trilhas e caminhos. Isso gera um lucro extra para os laboratórios, que recebem dos seus clientes o montante designado à destinação adequada. Frisamos que tal prática de doação dos corpos testados não apresentam problemas ao meio ambiente, desde que sejam utilizados para tais projetos e não descartados aos montes em locais não específicos.

Com o possível uso desses corpos de prova como material de preenchimento de gabiões, a empresa que prestará o serviço de execução do gabião é quem arcará com o custo de retirada, armazenagem e transporte de tais objetos até o local da obra de contenção. Isso gerará uma economia, se não para o contratante do teste, para o laboratório executor do mesmo, além da executora do gabião, que não terá a necessidade de comprar as rochas para o preenchimento da estrutura. Com as variações do ritmo das construções durante o ano e até mesmo em épocas de crise no setor de construção civil, esses testes podem ser feitos em menor ritmo, o que geraria uma demanda de um local para armazenar uma quantidade desses corpos de prova. Tal necessidade não ocasionaria maiores problemas, uma vez que esses podem ser armazenados em locais expostos à intempéries e podem ser facilmente movimentados com o auxílio de um trator munido de uma pá carregadeira.

Encontramos no mercado uma grande variedade de modelos e tamanhos de gabiões caixas para comercialização, porém, nem todos seriam possíveis

de serem preenchidos com os corpos de provas fissurados. Isto ocorre devido à dimensão dos mesmos, que inviabilizariam a disposição mais adequada de acordo com o estudo que fizemos para posicioná-los. Os gabiões caixa utilizados devem ser sempre múltiplos de 0,20m, devido às dimensões normatizadas do material de preenchimento.

4.2. POSICIONAMENTO DOS CORPOS DE PROVA

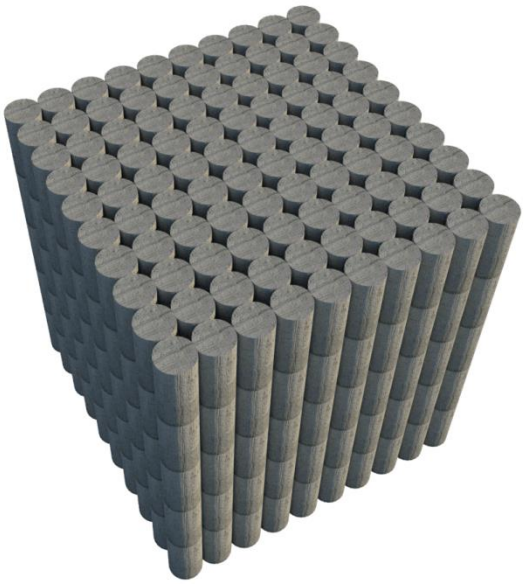
Para um melhor aproveitamento dos materiais, visando a economia de insumos e mão de obra na confecção da estrutura de contenção, fizemos uma análise da melhor disposição dos corpos de prova no software AutoCAD. Assim, conseguimos comprovar que a forma mais prática de colocação dos corpos de prova dentro da estrutura do gabião caixa seria na posição vertical (que facilitaria o encaixe dos blocos, por sua superfície aplainada e dispensaria a necessidade de escoramento da face frontal do gabião) e que o encaixe destes seria de forma intercalada, de modo que em cada camada houvesse linhas com 10 e 9 blocos. Isso seria preferível a uma situação onde os corpos de prova estivessem encaixados alinhadamente dentro do gabião caixa (figuras 1 e 2).

Figura 1: Simulação do encaixe de modo intercalado.



Fonte: OLIVEIRA, M, 2017.

Figura 2: Simulação do encaixe de modo alinhado.



Fonte: OLIVEIRA, M, 2017.

De acordo com uma amostragem feita nesses corpos de prova, foi levantado o peso médio destes, que é de 3,8 Kg e seu volume, que é de 0,00157 m^3. Com o auxílio da modelagem, foram levantados os dados da tabela 1, onde são comparados os dados de cada tipo de modelagem para uma estrutura de 1m^3 e que serviu de base para a escolha do modelo adotado.

Tabela 1: Comparativo entre modelos construtivos.

TIPO DE ENCAIXE	INTERCALADO	ALINHADO	GABIÃO TRADICIONAL
Quantidade de CPs	525	500	-
Peso total da estrutura (KG)	1995	1900	1600
Índices de vazios	17,57	21,5	20~30

Fonte: CALAIS, R. L, 2017.

Comparando os dados obtidos na modelagem assistida por computador e os dados da tabela 1, verificamos que, ao intercalar os blocos no preenchimento do gabião, haveria um maior número de peças encaixadas, gerando uma estrutura mais pesada e com uma menor porcentagem de vazios por metro cúbico.

4.3. CUSTOS

De acordo com pesquisas de mercado realizadas na região de Campinas, o custo de fabricação de um gabião pode variar consideravelmente de acordo com suas características de construção. Porém após um levantamento em obras, foi possível estimar um custo para o cliente final de aproximadamente R$ 430,00 o metro cúbico de estrutura. Em um orçamento apresentado, a confecção de uma estrutura de 57m³ foi discriminada de acordo com a seguinte proposta, apresentada na tabela 2, onde foi feita também a comparação com os custos do modelo construtivo proposto:

Tabela 2: Comparação de custos entre o modelo tradicional e o modelo proposto.

EXECUÇÃO DE 57 m³ DE GABIÃO		MODELO TRADICIONAL		MODELO PROPOSTO	
DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	$ UNITÁRIO	$ TOTAL	$ UNITÁRIO	$ TOTAL
MOBILIZAÇAO DE EQUIPE	1		3.129,40		3.129,40
MÃO DE OBRA (m³)	57	125,8	7.170,60	125,8	7.170,60
GABIÃO CAIXA (UNIDADE)	57	120	6.840,00	120	6.840,00
PEDRA RACHÃO (m³)	95	65	6.175,00	-	-
MANTA GEOTÊXTIL (m²)	230	3,2	736	3,2	736
SARRAFO CEDRINHO 10 CM (metro linear)	50	7,8	390	-	-

Fonte: CALAIS, R. L, 2017.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Comparando-se os dados obtidos na modelagem assistida por computador e os dados da tabela 1, foi possível verificar que, ao intercalar os corpos de prova no preenchimento do gabião, haveria um maior número de peças encaixadas, gerando uma estrutura mais pesada e com uma menor porcentagem de vazios por metro cúbico, fatores de grande importância em muros de contenção por gravidade. Tais índices superaram até mesmo o modelo construtivo tradicional. Esse fato poderia, num estudo futuro, otimizar as dimensões da tela de suporte da estrutura, gerando a necessidade de menores volumes dessas estruturas para suportar cargas semelhantes.

Apesar da necessidade de verificação dos corpos de prova na hora da montagem da estrutura, com o intuito de separar blocos rompidos ou muitos fissurados, pode-se também considerar uma otimização da mão de obra necessária para a confecção da estrutura, já que o encaixe dos corpos cilíndricos seria facilitado ante o encaixe manual das rochas britadas. As superfícies aplainadas e paralelas desses corpos também facilita o suporte entre elas e o faceamento da estrutura, eliminando a necessidade de escoramento de face para uniformizar e obter uma boa aparência na estrutura.

Haveria, além do ganho ambiental pelo reaproveitamento dos corpos de prova, a redução do custo de matérias primas para a confecção do gabião, uma vez que esses corpos são descartados pelos laboratórios, sendo necessário somente um local de armazenagem pela empresa que montará a estrutura, de modo que haja um estoque suficiente para as obras vindouras. A necessidade de transporte e armazenamento desses corpos de prova não gerariam novas onerações à prestadora do serviço, uma vez que a economia na aquisição da rocha britada e no transporte da quantidade necessária com uma pequena folga operacional, em substituição à necessidade de quantidades com mais de 50% do volume necessário no modelo tradicional, supriria tais custos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5738**: Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro, 2015. 9 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5739**: Concreto - Ensaios de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2007. 9 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10514**: Redes de aço com malha hexagonal de dupla torção, para confecção de gabiões - Especificação. Rio de Janeiro, 1988. 4 p.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. **Institui a política nacional de resíduos sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.** Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>. Acesso em: 02 de novembro de 2017.

CAMUZZI FILHO, D. **Gabiões Profer**. São Bernardo do Campo, 1978.

CAPUTO, H. P. **Mecânica dos solos e suas aplicações:** fundamentos. 6ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 1988. 244 p.

FINOTTI, G. B. S. *et. al*. **Estruturas de contenção em gabiões para estabilidade de encostas em processos erosivos.** 2013. 130 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

HIGHLAND, L. M.; BOBROWSKY, P. **The landslide handbook – A guide to understanding landslides.** U.S. Geological Survey, Reston, Virginia, 2008. 176 p.

LOTURCO, B. Contenções: talude seguro. **Revista Téchne**, São Paulo, 83ª ed., fev. 2004. Disponível em: <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/83/artigo286273-1.aspx>. Acesso em 27 de abril de 2017.

MACCAFERRI. **Obras de contenção:** manual técnico. Maccaferri do Brasil Ltda, Rio de Janeiro.

MOLITERNO, A. **Caderno de muros de arrimo.** São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1980. 104 p.

ONODERA, L. T. **O uso de gabiões como estrutura de contenção.** 2005. 92 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo.

PINTO, C. S. **Curso básico de mecânica dos solos.** 3ª ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2006. 363 p.

TERZAGHI, K. **Theoretical soil mechanics.** New York: John Wiley & Sons, 1943. 526 p.