

SUMÁRIO

A Importância dos Parques Urbanos e Áreas Verdes: Estudo de Caso do Parque Luís Latorre em Itatiba/Sp.....05

*Marcelo Figueiredo
Vinícius Prado
Raquel Carnivalle Silva Melillo*

Análise da Secagem de Silicato de Sódio por meio de Spray-Dryer.....29

*André Vinícius Leite Pereira
Deivid Maicon da Silva
Marcelo Caetano de Souza
Claudemar José Trevizam
Hipólito Alberto Silva Gomes*

Aspectos Físico-Químicos e Microbiológicos no Processo de Fabricação da Kombucha.....48

*Beatriz Bruini
Jéssica Aparecida Candido Bertolani
Jéssica Prates Berdusco
Claudemar José Trevizam*

Compatibilização de Sistemas Prediais em Alvenaria Estrutural.....68

*Rafael Constantino
Gerson De Marco*

Projeto e Implantação de um Sistema Biodigestor para Fornecimento Alternativo de Gás e Energia nas Comunidades da Região Amazônica – AM.....80

*Thiago Barros Buente Teixeira
Raquel Carnivalle Silva Melillo*

Roupa com Aquecimento Microcontrolado para Motociclistas.....102

*Rodrigo Margonato
Elton Carlos Zaccaratto*

Sorbetto de Maracujá Enriquecido com Fibras Extraídas dos Resíduos do Maracujá Amarelo.....127

*Camila Suéllen Monteiro
Luana Lino Bettanin
Maria Helena Costa Resnitzky
Claudemar José Trevizam*

Telhado Verde: um Estudo da Influência de Espécies Vegetais no seu Desempenho na Cidade de Jundiaí/SP.....144

*Jayson Gregory Silva
Lucas Melato
Vitor Gabriel Bueno de Souza
Raquel Carnivalle Silva Melillo*

A IMPORTÂNCIA DOS PARQUES URBANOS E ÁREAS VERDES: ESTUDO DE CASO DO PARQUE LUÍS LATORRE EM ITATIBA/SP.

Marcelo Figueiredo (Centro Universitário Padre Anchieta)
Vinícius Prado (Centro Universitário Padre Anchieta)
Raquel Carnivalle Silva Melillo (Centro Universitário Padre Anchieta)

RESUMO

A partir do século XIX, com a era da industrialização e com o êxodo rural, muitas pessoas passaram a viver na cidade para trabalhar nas indústrias. Os aglomerados urbanos cresceram com ampla impermeabilização e limitação do contato com a natureza causando transtornos às cidades e à saúde das pessoas que demandam espaços para o lazer e saúde física e mental. Assim, sendo, esse trabalho teve como objetivo analisar os benefícios dos parques urbanos, tanto para a população como para o meio ambiente. Para tanto, foi desenvolvido um estudo de caso no Parque Municipal Luís Latorre, no município de Itatiba-SP. Foi possível concluir que o referido parque cumpre seus objetivos em relação à população e sua qualidade de vida, além de desempenhar um importante papel socioambiental. O projeto permite ainda ressaltar a importância de parques e destacar aspectos fundamentais que indicam sua efetividade na vida dos cidadãos do município.

Palavras-chave: Parques urbanos; Áreas verdes; Qualidade de vida.

ABSTRACT

From the 20th century, with the era of industrialization and the rural exodus, many people began to live in the city to work in the industries. The urban clusters grew with widely sealed areas and limitation of contact with nature, causing problems to the cities and to the health of people who demand spaces for recreation, physical and mental health. Thus, this study aimed to analyze the benefits of urban parks, both for the population and for the environment. For this purpose, a case study was developed in the Luís Latorre Municipal Park, in the city of Itatiba-SP. It was possible to conclude that this park fulfills its objectives in relation to the population and their quality of life, besides playing an important social and environmental role. The project also allows to emphasis the

importance of parks and highlights key aspects that indicate their effectiveness in the lives of the citizens of the city.

Keywords: Urban parks; Green areas; Quality of life.

1. INTRODUÇÃO

A integração de questões correlacionadas às áreas urbanas e ao meio ambiente são importantes e cada vez mais necessárias, em virtude do exacerbado crescimento demográfico e da expansão urbana nas cidades. Os parques são considerados um indicador na avaliação da qualidade de vida ambiental urbana, além de serem entendidos como um espaço público obrigatório estabelecido em legislações pertinentes de muitos municípios brasileiros (ITATIBA, 2016).

Quando não existe área verde no ambiente urbano, há um impacto na qualidade do mesmo ao prejudicar a qualidade de vida da população por falta de espaços de lazer e convivência e a do ambiente por conta de diversas variáveis que vão desde uma necessidade da população pela busca de espaços verdes em áreas que deveriam ser de uso mais restrito até a falta de áreas de infiltração de água para recarga hídrica (SORIANO, 2006).

Focando na qualidade de vida humana, o contato com a natureza quando em um ambiente adequado, sem riscos e atrativo, pode ser determinante para proporcionar a possibilidade de diversas atividades, interação e lazer, as quais trazem benefícios substanciais à saúde e à qualidade de vida dos cidadãos. Já a falta desses espaços verdes traz consequências negativas para o meio ambiente urbano, por não haver o fornecimento de escapes saudáveis para a população e também de alguns serviços ambientais cruciais como melhoria do clima local, diminuição de material particulado na atmosfera, maior absorção de águas das chuvas evitando enchentes, entre outros (COLLET, et al, 2008).

Além de preservar fauna e flora, pode incentivar as pessoas a praticarem exercícios físicos, interagirem e terem momentos de lazer em um ambiente propício que permite o desenvolvimento de projetos de saúde e bem-estar.

Os espaços livres, como as ruas, calçadas, praças e parques têm a função de melhorar a qualidade ambiental das cidades já que fornecem serviços ambientais que “influenciam no microclima mediante a amenização da temperatura, aumento da umidade

relativa do ar e absorção de poluentes, além de incrementar a biodiversidade” (OLIVEIRA; MASCARÓ, 2007, p. 32).

O monitoramento das necessidades da população e constante análise do entorno de áreas verdes e parques é fundamental para a melhoria da qualidade dos parques e para a preservação ambiental. Fornecer os equipamentos certos para atrair o público e com a infraestrutura que minimize riscos é prioritário ademais, a preservação de paisagens naturais depende de fatores que envolvem os interesses e necessidades humanas (HILDEBRAND; GRAÇA; MILANO, 2001).

O Parque Luís Latorre em Itatiba – SP é considerado um espaço de preservação ambiental e bem-estar para população. No entanto, estes espaços devem ser constantemente monitorados para manutenção de suas qualidades bem como para que estejam de acordo com as necessidades populacionais que se modificam ao longo do tempo.

Com esta certeza, entende-se que há necessidade de analisar os impactos da interação entre a área urbana e o parque, evidenciando possíveis melhorias e medidas de educação ambiental a serem implementadas neste tipo de espaço público. Dessa forma, o objetivo do estudo é mostrar a importância e os impactos positivos dos parques urbanos e áreas verdes nas cidades e sua contribuição para a qualidade de vida das pessoas e a preservação do meio ambiente com a realização de um estudo de caso do parque aqui citado.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

É de suma importância para uma nação que esta mantenha em seu território unidades de conservação (UC), garantindo assim que futuras gerações possam ter contato com a biodiversidade além de serem supridas com os recursos naturais (BARZETTI, 1993).

Entretanto, a criação de parques no Brasil, em relação à construção e organização, não tem atualmente um respaldo legal, acarretando em um trabalho sem profundidade, não servindo de forma adequada para o seu fim específico, ou seja, conservar de forma eficiente os recursos naturais.

A Lei 8.950/2000 em seu art. 6º trata do manejo de unidades de conservação. Os parques poderiam configurar dentro dos quesitos desta lei para que pudesse haver maior

controle sobre sua manutenção, além de manter um local em estado de conservação (BRASIL, 2000).

Para Mitchell (1997, apud SULLA, 2017), nos Estados Unidos, as construções de parques trouxeram benefícios ao setor turístico, entretanto, causaram alguns conflitos de interesses entre o governo Federal e Estadual, além de haver discriminação social por parte dos empreendedores com respeito ao nível social dos frequentadores de parques. Por isso, é de suma importância que haja uma correta normatização por parte do Poder Público.

Deve-se considerar também que, ao se chamar a atenção para determinados parques como pontos turísticos, atraem-se pessoas que podem causar poluição física e sonora, colocando em risco a segurança de alguns animais silvestres (CHILDERS, 1999, apud SULLAS).

Um fator interessante sobre o uso de parques para interação e para aquisição de conhecimento e cultura é a sua característica pública. Qualquer pessoa pode ter acesso aos eventos que são realizados em parques, contribuindo assim para a expansão da cultura e do lazer.

Na cidade de Porto Alegre, RS, o poder público tem investido em atrações culturais livres, para toda a população. Esse é o exemplo do parque da Marinha do Brasil, que, em parceria com uma rádio local, traz atrações musicais e culturais. Todas as pessoas podem se sentar em lugares improvisados e apreciar as apresentações (UOL, 2014).

O mesmo acontece com frequência no Parque do Ibirapuera, na cidade de São Paulo/SP. Tendas e palcos são montados trazendo várias atrações. Em muitos casos, estandes com livros e revistas são colocados à disposição, contribuindo para que o usuário possa ter acesso à cultura, desfrutando da natureza (PREFEITRA MUNICIPAL DE SÃO PAULO, 2016).

O Parque do Ibirapuera possui mais de 1,5 milhão de m², funcionando diariamente das 5 horas da manhã até a meia noite (PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO, 2012). Pode-se observar esse espaço na Figura 1 abaixo.



Figura 1. Parque do Ibirapuera.
Fonte: Prefeitura Municipal de São Paulo (2012).

Nesse espaço é possível conviver com a natureza, com 218 espécies que dividem o espaço entre borboletas, cágados, peixes, gambás e aves. Um espaço adequado para lazer, caminhadas e convívio entre famílias. Assim, nota-se que os parques podem contribuir com a interação, convívio e lazer das pessoas, integrando-as com a natureza (PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO, 2012).

3. CONTEXTO HISTÓRICO

3.1 Parques Urbanos

Os parques urbanos são elementos que fazem parte integrante de uma cidade, principalmente as cidades mais modernas. Neste contexto, os parques atendem aos anseios da população que precisa de um local para ter tranquilidade e executar atividades relaxantes (MARCELO; SAKATA, 2003).

De acordo com Pereria (2013), os parques possuem também uma função estética para as cidades, sendo um local de inspiração e admiração, tal fator existe desde o tempo do Brasil império, no século XVI, onde as casas dos nobres eram permeadas de parques que serviam para ornamentar os ambientes.

No século XVIII, com o início da Revolução Industrial, a urbanização começa a destruir as áreas verdes, fazendo com que as grandes casas buscassem ter jardins que amenizariam os efeitos dessa urbanização. Neste contexto, o desenvolvimento de parques em lugares específicos das cidades, era um meio de manter as características do ambiente natural (SANTUCCI, 2003).

No entanto, de acordo com Macedo e Sakata (2003) o parque urbano no século XIX no Brasil, não estava vinculado às necessidades da população e, sim, buscava atender aos anseios da elite emergente, que se concentrava, principalmente na cidade do Rio de Janeiro.

O primeiro parque público no Brasil foi inaugurado na cidade do Rio de Janeiro em 1783. Na mesma época, na cidade do Recife, criou-se o Parque Público, semelhante aos que existiam na Europa, sendo influenciado pelo Conde Maurício de Nassau. Futuramente, já no século XX, outros parques foram projetados em cidades como São Paulo, Curitiba, Belo Horizonte e outras (HILDEBRAND; GRAÇA; MILANO, 2001).

Conforme Pereira (2013), na capital federal Brasília, os espaços de parques são bem planejados, conhecidos como superquadras, onde se pode encontrar o equilíbrio entre o crescimento da cidade e áreas verdes. Há também, nesses espaços, muitos fatores que beneficiam a comunidade, como equipamentos de ginástica e áreas de convívio em comum, criando interação entre as pessoas.

Atualmente, os parques urbanos são utilizados para a recreação e convívio das pessoas, sendo conservados pelo poder público ou pela comunidade. Muitas vezes, estão acoplados à áreas verdes de conservação, dando ao frequentador a sensação plena de contato com a natureza (MARCELO; SAKATA, 2003).

3.2 Parques Urbanos e suas Funções Atuais: A Questão Ambiental e o Direito ao Turismo e Lazer

Entende-se, de acordo com Hildebrand *et al.* (2001), que áreas verdes e árvores são de muita importância para a qualidade de vida das pessoas que vivem nos centros

urbanos. As políticas públicas devem incluir em sua gestão urbana cada vez mais o planejamento de espaços como parques e espaços livres para a população, pois esse tipo de ambiente para interação e lazer, tem se tornado cada vez mais comum entre as necessidades das pessoas. Tais fatores estão relacionados com a nova consciência ambiental que se torna cada vez mais presente na vida das pessoas. Assim, criar espaço de convívio com a natureza é algo que deve crescer cada vez mais nos centros urbanos.

De acordo com Bargas e Matias, (2012), as áreas verdes estão assumindo um papel interessante na vida das pessoas que buscam qualidade de vida e bem-estar. Isso se dá, principalmente, nas cidades onde houve um acelerado crescimento urbano e o planejamento se tornou inadequado, levando algumas cidades a terem sérios problemas relacionados com a degradação ambiental.

Assim, além da busca por espaços para lazer e descontração, as pessoas entendem que cuidar da natureza representa saúde, qualidade de vida e bem-estar. Outra questão importante é que problemas recorrentes relacionados à rápida urbanização podem ser reduzidos, como por exemplo, com áreas de solos permeáveis, possibilitando que as águas pluviais escoem para os lenções freáticos, minimizando o risco de enchentes (BATISTA, 2008).

A desordenada ocupação do solo feita pelo homem, bem como o crescimento urbano, trouxe consigo sérias consequências. Dentre estas, está a redução de vegetação, contaminação de aquíferos livres, redução no reservatório de água potável, aumento de área impermeável, principalmente pela grande quantidade de massa asfáltica, além de substancial aumento de enchentes em áreas urbanas (BATISTA, 2008).

Não só em áreas residenciais que se observa este crescimento, como também, num grande aumento de empresas, quer do segundo ou terceiro setor, com construções de grandes barracões e pátios totalmente impermeáveis, contribuindo para a redução da capacidade de infiltração e retenção de água nos aquíferos livres.

Há muitos pontos positivos quando se analisa a expansão urbana, principalmente relacionada com o conforto do homem e o crescimento econômico. As pessoas precisam de infraestrutura para poder viver e se estabelecer nos centros urbanos. Entretanto, em alguns aspectos, tais infraestruturas trazem consigo más consequências como: poluição, acúmulo de resíduos, enchentes, alagamentos e outras (BATISTA et al, 2008).

Para Tucci (1995), desde o início do século XX, a população nas áreas urbanas aumentou em 75%, com uma média de aumento de cerca de 3% ao ano. Isto se deve ao

êxodo rural por meio da industrialização, que promoveu melhores condições de trabalho e salário para as pessoas, em comparação com a vida no campo.

Assim, se faz necessário a criação de espaços livres inseridos nos centros urbanos, pois isso possibilita o contato de pessoas com o meio ambiente, solos permeáveis para a penetração da água e plantio de árvores, que contribuem com a purificação do ar. Deste modo, os parques são excelentes opções para arborizar áreas urbanas e deixar os espaços entre um conjunto de residências, mais verdes.

Nota-se, porém, que a implantação de parques não é algo simples, havendo a necessidade de se definir áreas adequadas, juntamente com um conjunto de outras vertentes como: vegetação apropriada ao local e ao clima e arborização que não comprometa fiações e não traga riscos à população, devidos cuidados são necessários para que a área seja preservada, evitando acúmulo de lixo e, por fim, há necessidade de vigilância pública, para que as famílias não sejam vítimas de abordagens criminosas (SILVA; CERQUEIRA, 2010).

Um fator relevante ao considerar no caso a implantação de parques urbanos é a impermeabilização do solo, sendo que esse é um problema urbano tão sério como o acúmulo de lixo, ou não utilização consciente da água. O solo permeável dos parques desempenha um importante papel nos ambientes urbanizados, pois contribui para a filtração e absorção da água da chuva, amentando os recursos hídricos nos aquíferos e evitando o escoamento superficial (TEIXEIRA, 2005).

Para Teixeira (2005 p. 28), as consequências do uso de solo impermeável são as seguintes:

Aumento da probabilidade de inundações nas zonas a jusante e seus danos; erosão em consequência das inundações; poluição das linhas de água (pelo efeito concentrado da lavagem repentina dos solos impermeabilizados); perda de habitats naturais como flora, microfauna, macro invertebrados, dentre outros; afetação da alimentação natural dos aquíferos; aumento dos custos de infraestrutura relativos à drenagem pluvial e à rega; aumento do efeito de ilha de calor urbana e todas as consequências daí resultantes.

Além do crescimento urbano, observam-se as constantes mudanças climáticas, que afetam as estações de chuva e os volumes de água, causando secas em determinados lugares e estragos em outros. Isto também se leva em consideração, uma vez que a correta permeabilidade acarretará em melhor aproveitamento dos recursos hídricos em menor escoamento superficial (ACIOLI, 2005).

A ilustração do efeito da substituição da cobertura natural do solo pela urbanização sobre o ciclo hidrológico, pode ser vista na Figura 2.

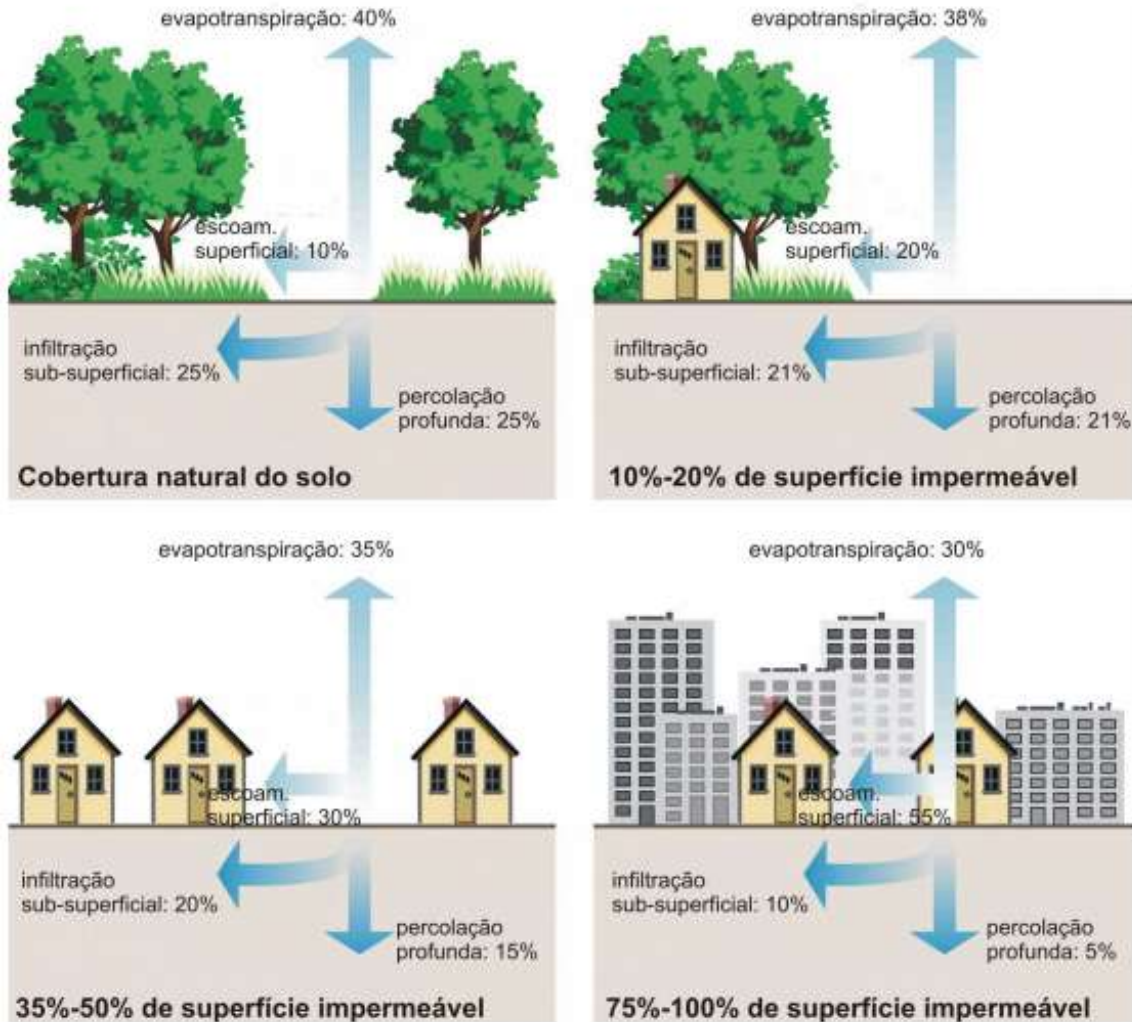


Figura 2. Efeito da urbanização do ciclo ecológico.
Fonte: EPA (1998).

Castro (2011), menciona que quando se faz alterações nos ambientes naturais, por se construir casas, prédios, pátios e outros, há uma considerável alteração em todo sistema hídrico, mudando o sistema natural de escoamento da água, elevando-se assim as ocorrências de enchentes.

Conforme a Figura 3, pode-se observar a diferença que há na absorção de água nos solos permeáveis e nos impermeáveis.



Figura 3. Diferença de absorção nos solos.
Fonte: Knopik (2013).

Pode-se notar, então, que quando se implanta a urbanização sem que se tenha uma parte com solo permeáveis, os alagamentos são inevitáveis, uma vez que a permeabilidade é inversamente proporcional às ocorrências de enchentes.

Deste modo, observa-se que há uma grande tendência de aumentos nos problemas urbanos por conta do baixo índice de permeabilidade que se encontram nos mesmos. Isto não quer dizer que deve haver um retrocesso no desenvolvimento, mas deve-se criar meios para que se consiga aumentar o índice de permeabilidade dos solos, havendo assim uma redução nos impactos ambientais.

De acordo com Toledo e Santos (2008), dentre os benefícios de parques urbanos ou áreas verdes estão: controle da poluição, clima confortável, estabilidade da superfície devido a fixação das raízes no solo, melhora na umidade do ar, nascentes mais protegidas, visual mais bonito e ornamentado da cidade. A presença de vegetação acarreta em efeitos positivo para a saúde das pessoas e melhora a qualidade de vida para todos os seres vivos.

As áreas verdes devem contemplar a função social, dando condições de lazer e interação à população; função estética, ao trazer espaços mais ornamentados para a cidade; função ecológica, trazendo mais equilíbrio ao meio ambiente, por melhorar o ar, a vegetação a permeabilidade da água, entre outros; função educativa, já que os moradores

aprenderão sobre preservação; e, por fim, a função psicológica, uma vez que as pessoas poderão realizar atividade físicas relaxantes, cuidando de sua saúde emocional (COLLET, *et al.* 2008).

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para o desenvolvimento desta pesquisa foi realizado, além de uma pesquisa bibliográfica, um estudo de caso sobre o Parque Municipal Luís Latorre, na cidade de Itatiba, Figura 4. De acordo com Cardoso (2000), a pesquisa bibliográfica é importante pois descreve e esclarece informações, com base na visão de variados autores. Tais informações se fazem presentes em livros, artigos e informações digitais, contribuindo para o embasamento do tema proposto.

No que se refere ao estudo de caso, Yin (2010) argumenta que se trata de um excelente método de pesquisa, pois se analisa um objeto real, de forma empírica, relacionando os fatos reais com o escopo do estudo.



Figura 4. Vista do município de Itatiba, SP.
Fonte: Prefeitura Municipal de Itatiba (2016).

Itatiba é um município que se localiza a noroeste da capital do Estado de São Paulo, em uma região serrana, com boa qualidade de vida, apresentando bom índices econômicos e sociais. A proposta do Poder Público foi dar mais qualidade de vida á população, fazendo com que se possibilitasse o contato com a natureza.

5. ESTUDO DE CASO (PARQUE MUNICIPAL LUÍS LATORRE)

O Parque Municipal Luís Latorre, também conhecido como o Parque da Juventude, possui 355 mil m² de área, sendo muito atrativo para os moradores de Itatiba e região. Além de promover a educação ambiental, os visitantes têm muitas opções de lazer, principalmente nos finais de semana.

Há um grande lago, Figura 5, no centro do parque e um pavilhão de exposição de 1000 m², onde são realizadas as principais festas e eventos municipais como o Carnaval e a Festa Anual do Caqui, tradicional da cidade.



Figura 5. Vista do lago e do Pavilhão do Parque.
Fonte: Itatiba (2016).

O parque contribui para várias vertentes, primeiramente para as questões ambientais. A sua edificação está localizada em uma antiga fazenda (Fazenda Santa Rosa), assim, trata-se de uma área preservada e de permeabilidade. Isso possibilita tanto a penetração da água da chuva no subsolo, evitando enchentes, como coloca os visitantes em contato direto com um ambiente natural (PREFEITURA MUNICIPAL DE ITATIBA, 2016).

As árvores e a vegetação, Figura 6, contribuem para que o Parque Municipal Luís Latorre tem uma função ambiental muito relevante.



Figura 6. Árvores e vegetação do Parque Municipal Luís Latorre.
Fonte: Prefeitura Municipal de Itatiba (2016)

Tais fatores são educacionais, pois os visitantes presenciam a importância de se preservar a natureza e os recursos naturais.

Outra importante função dos parques, conforme observado nesse trabalho, é a sua função social, cultural e recreativa. Neste contexto, o Parque Municipal Luís Latorre também contribui para tal aspecto, pois os seus visitantes podem utilizar áreas para piquenique, além de espaços específicos para a recreação de crianças e adultos, vide Figura 7.



Figura 7. Área de Lazer do Parque Municipal Luís Latorre
Fonte: Prefeitura Municipal de Itatiba (2016).

No que se refere aos aspectos culturais, como salientado, o pavilhão do parque (Figura 8) promove eventos que contribuem para o acesso da população à cultura e arte.

Isso é relevante, pois quanto mais cultura e educação a população acessar, melhor e mais consciente esses serão com respeito ao convívio em comunidade com o meio ambiente.



Figura 8. Pavilhão de eventos com o carnaval
Fonte: Prefeitura Municipal de Itatiba (2016).

Pode-se perceber, por meio da Figura 9, o contato que os visitantes têm com os animais, fazendo com que eles vivam experiências diferentes de seu cotidiano.



Figura 9. Saguí presentes no Parque Municipal Luís Latorre
Fonte: Autor (2019)

Tais fatores são educacionais, pois os visitantes presenciam a importância de se preservar a natureza e os recursos naturais. Além disso, a população compreende que este

lugar público deve ser mantido limpo, pois é de convívio da comunidade, ajudando na conscientização da população, inclusive das crianças.

No que se refere a aspectos educacionais, em algumas árvores, pode-se ver placas indicando o seu nome, tanto popular como científico, contribuindo para o aprendizado de adultos e crianças que visitarem o local. Tal fator pode ser observado na Figura 10.



Figura 10: Árvore Paineira Rosa presente no Parque Municipal Luís Latorre
Fonte: Autor (2019)

Nota-se, também, que o Parque tem várias placas espalhadas, mencionando alguns riscos que os visitantes correm. Esse fator é relevante, pois, principalmente as crianças precisam compreender que o contato com a natureza não é sinônimo de liberdade, uma vez que se deve respeitar os limites impostos. A Figura 11, mostra o risco de carrapatos em uma determinada área.



Figura 11. Indicação de riscos presente no Parque Municipal Luís Latorre.
Fonte: Autor (2019).

Apesar de áreas de risco, o que é comum em lugares de preservação, o parque reservou áreas para a prática de esportes e recreação, contribuindo para o lazer dos visitantes. Figuras 12, 13, 14 e 14.



Figura 12. Academia ao ar livre.
Fonte: Autor (2019).



Figura 13. Área de Lazer.
Fonte: Autor (2019).



Figura 14. Área para recreação e prática de esportes.
Fonte: Autor (2019).



Figura 15. Recreação para crianças
Fonte: Autor (2019).

Um interessante aspecto do parque é a interação das pessoas com as áreas verdes. Conforme notado no decorrer deste trabalho, as áreas verdes devem contemplar a função social, dando condições de lazer e interação a população; função estética, ao trazer espaços mais ornamentados para a cidade; função ecológica, trazendo mais equilíbrio ao meio ambiente, por melhorar o ar, a vegetação, a permeabilidade da água e assim por diante, função educativa, visto que os moradores aprenderão a preservação e, por fim, a função psicológica, já que as pessoas poderão realizar atividades físicas relaxantes, cuidando de sua saúde emocional. Tal aspecto pode ser notado nas Figuras 16, 17 e 18, a seguir.

O projeto municipal visa especialmente o contato dos visitantes com a natureza, buscando educar os cidadãos no que se refere ao respeito ao meio ambiente. Os moradores têm um profundo amor pelo local, e se identificam com cada um de seus setores. Além disso, todos procuram manter o lugar limpo e preservado.



Figura 16. Lago e Pássaros.
Fonte: Autor (2019).



Figura 17. Lago
Fonte: Autor (2019).



Figura 18. Trilha na natureza.
Fonte: Autor (2019).

Outro fator interessante, de acordo com a Prefeitura Municipal de Itatiba, é que serão implantados espaços específicos para a prática de esportes. Como exemplo, já estão construindo uma pista para a prática de Skate. Trata-se de um projeto que visa a interação entre o esporte e a natureza. Pode-se observar esse aspecto na Figura 19.



Figura 19. Projeto de pista de Skate.
Fonte: Autor (2019).

Nota-se, portanto, que há grande diversidade de serviços e equipamentos oferecidos à população, com destaque ao contato da natureza. Outra questão importante foi identificar que há manutenção, projetos de melhorias e o ambiente, mesmo face à grande circulação de cidadãos, encontra-se bem preservado e limpo, demonstrando o respeito dos usuários e mantenedores.

6. CONCLUSÕES

O presente artigo discorreu sobre a importância dos parques urbanos e das áreas verdes, realizando um estudo de caso no Parque Luís Latorre no município de Itatiba, SP. Os aspectos salientados no trabalho são relevantes, pois com o crescimento urbano e a industrialização, os parques urbanos se tornam um ambiente fundamental, tanto para questões ambientais como sociais.

Um aspecto contemplado pelo artigo foi que, com a era da industrialização e com o êxodo rural, que se iniciou no século XVIII, muitas pessoas passaram a viver na cidade para trabalhar nas indústrias. Assim, a carência por áreas verdes passa a ser notória, onde as pessoas, principalmente de baixa renda, não tinham acesso a espaços públicos que os deixasse com contato com a natureza.

Percebe-se, assim, que o Parque Municipal Luís Latorre contempla todas as funções apontadas por Collet et al (2008), pois desempenha a função social, dando condições de lazer e interação a população; função estética, trazendo espaços mais ornamentados para a cidade; função ecológica, trazendo mais equilíbrio ao meio ambiente; e a função educativa, ao propiciar a aprendizagem sobre preservação.

O estudo de caso realizado no Parque Luís Latorre apontou para todas essas funções, pois possui ambientes que permitem a interação social e a reeducação ambiental. Além disso, o espaço conta também com um pavilhão que contempla eventos culturais, algo muito interessante para a sociedade.

Conclui-se, então, que os parques urbanos são de extrema importância para as pessoas e os seres vivos, devido a todas as suas funções apresentadas neste artigo. Deste modo, cabe ao poder público de cada município compreender tal importância e investir em tais modalidades, pois trará mais qualidade de vida a população e maior estabilidade estrutural a cidade.

7. REFERÊNCIAS

ACIOLI, L. A. **Estudo experimental de pavimentos permeáveis para o controle do escoamento superficial na fonte.** Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/5843/000521171.pdf>>. Acesso em: 11 de ago. 2019.

BARGOS, D. C.; MATIAS, L. F. Mapeamento e análise de áreas verdes urbanas em Paulínia (SP): estudo com a aplicação de geotecnologias. **Soc. nat.** vol.24 no.1 Uberlândia Jan./Apr. 2012.

BARZETTI, V. **Parques y progreso: áreas protegidas y desarrollo económico em América Latina y el Caribe.** Washington: Unión Mundial para la Naturaleza; Banco Interamericano de Desarrollo, 1993.

BATISTA, T. R. **Influência da urbanização nas vazões máximas de pequenas bacias.** Itajubá, 2008. 19-20.

COLLET, C.; CHIARRADIA, B. M.; REIS, R. S.; NASCIMENTO, J. V. Fatores Determinantes para a realização de atividades físicas em parques urbanos em Florianópolis. **Rev. Bras. de Ativ. Fís. & Saúde.** V. 13, n. 1, 2008.

CARDOSO, L. S. **Exercícios e notas para formular uma pesquisa.** Rio de Janeiro: Papel Virtual; 2000.

CASTRO, A. S. **Uso de pavimentos permeáveis e coberturas verdes no controle qualitativo do escoamento superficial urbano**. Lume-UFRGS, 2011. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/55975>>. Acesso em: 08 de ago. 2019.

DOUROJEANNI, M. J. Estradas-Parque: uma oportunidade pouco explorada para o turismo no Brasil. **Natureza e Conservação**. v.1. p. 16-20. 2003.

GROSTEIN, M. D. METRÓPOLE E EXPANSÃO URBANA. **SciELO**, 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-88392001000100003&script=sci_arttext> Acesso em 21 de ago. 2019.

EPA. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Stormwater technology fact sheet porous pavement**. Washington D.C. EPA, 1998. EPA 832 – F – 98 -023.

HILDEBRAND, E. GRAÇA, L. R.; MILANO, M. S. Distância de Deslocamento dos visitantes dos parques urbanos de Curitiba. **Rev. Floresta e Ambiente**. V. 8, n.1, p.76 - 83, jan./dez. 2001.

IBAMA - INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Sistema Nacional de Unidades de Conservação: Aspectos conceituais e legais**. Brasília: FUNATURA, 1989.

ITATIBA. **Lei Municipal Nº 1.145 de 20/07/2016**. Disponível em: <<http://www.itatiba.sp.gov.br/Ano-de-2019/lei-no-5160-altera-dispositivos-da-lei-municipal-no-46232013-estatuto-do-magisterio-e-plano-de-carreira-e-remuneracao-para-os-profissionais-da-educacao.html>> Acesso em 12 de ago. 2019.

KNOPIK, F. **O que é permeabilidade**. Disponível em: <<http://www.arquidicas.com.br/o-que-e-permeabilidade/>> Acesso em: 20 de ago. 2019.

MACEDO, S. S. e SAKATA F. G. **Parques Urbanos no Brasil**. SP- Editora da Universidade de São Paulo: Quapá; 2002.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. **Parque do Ibirapuera**. Disponível em: <http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/meio_ambiente/parques/programacao/index.php?p=14062> Acesso em 12 de set. 2017.

SACHS, I. Estratégias de transição para o século XXI. In: BURSZTYN, M (Org.) **Para pensar o desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Brasiliense, 1993.

SILVA, P.L. CERQUEIRA, L.F.F. Re-Desenho Urbanístico pela Gestão Integrada dos Recursos Hídricos e do Planejamento Urbano: o caso das comunidades periurbanas de Jacarepaguá-RJ, Brasil. In: **XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, 2010.

SORIANO, A. J. S. **Estrada Parque**: proposta para uma definição. Rio Claro: Unesp, 2006.

SULLAS, P. G. **Biblioteca Parque**. Sinop: Facisas, 2017.

TEIXEIRA, M. A. N. Reposição da Permeabilidade dos Solos. **Flor. e Amb.** Out/ Dez. 2005.

TUCCI, C. E. M. INUNDAÇÕES URBANAS. **MPF Ministerio Publico Federal**, 1995. Disponível em: <http://4ccr.pgr.mpf.mp.br/institucional/grupos-de-trabalho/encerrados/residuos/documentos-diversos/outros_documentos_tecnicos/curso-gestao-do-territorio-e-manejo-integrado-das-aguas-urbanas/drenagem1.PDF> Acesso em 20 de ago. 2019.

UOL. **Parque da Marinha**. Disponível em: www.uol.com.br/parquedamarinha/cult.htm. Acesso em 12 de out. 2019.

YIN, R. K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

ANÁLISE DA SECAGEM DE SILICATO DE SÓDIO POR MEIO DE SPRAY-DRYER

André Vinícius Leite Pereira(Centro Universitário Padre Anchieta)

Deivid Maicon da Silva(Centro Universitário Padre Anchieta)

Marcelo Caetano de Souza (Centro Universitário Padre Anchieta)

Claudemar José Trevizam (Centro Universitário Padre Anchieta)

Hipólito Alberto Silva Gomes(Centro Universitário Padre Anchieta)

RESUMO

Desde meados do século XVIII a tecnologia de secagem por nebulização “Spray-dryer” é conhecida. A partir da década de 1920 sua utilização pelos setores químico e alimentício ganha força e o processo passa a ser usado em larga escala, nos últimos anos seu uso tem aumentado pelas múltiplas possibilidades técnicas que vão desde a produção de leite em pó até sabão em pó. Neste trabalho analisaremos a secagem de Silicato de Sódio (Na_2SiO_3) bem como as dificuldades enfrentadas no processo. Após o embalo do produto é comum ocorrer a compactação do Silicato de Sódio (Na_2SiO_3) após o embalo do produto, isto acontece devido a sua característica higroscópica. Quando embalado ainda quente, entra em contato com umidade proveniente da vaporização da água residual presente na partícula após a secagem, gerando assim o problema que causa dificuldades ao mercado consumidor. Por meio de uma análise cuidadosa do processo de secagem e embalo do produto, buscamos compreender as variáveis envolvidas nesta compactação sugerindo uma solução viável para o problema.

Palavras-chave: compactação; silicato; silicato de sódio; spray-dryer.

ABSTRACT

Since the middle of the 18th century, spray-dryer spray drying technology has been known. From the 1920s its use by the chemical and food sectors gained strength and the process started to be used on a large scale, in recent years its use has increased due to the multiple technical possibilities that range from the production of powdered milk to powdered soap. In this work we will analyze the drying of Sodium Silicate (Na_2SiO_3) as well as the difficulties faced in the process. After the product is packed, it is common for Sodium Silicate (Na_2SiO_3) to compact after the product is packed, this is due to its hygroscopic characteristic. When packaged while still hot, it comes in contact with moisture from the vaporization of the residual water present in the particle after drying, thus generating the problem that causes difficulties for the consumer market. Through a careful analysis of the drying and packaging process of the product, we seek to understand the variables involved in this compaction suggesting a viable solution to the problem.

Keywords: compaction; silicate; sodium silicate; spray-dryer.

1. INTRODUÇÃO

A secagem por nebulização, mais conhecida por "spray dryer", teve seus primeiros passos na metade do século XVIII, quando foi patenteada a primeira operação de secagem

de ovos (1865); porém, o início de sua utilização como processo a nível industrial data da década de 20. Os primeiros produtos a que se tem notícia como obtidos em larga escala com a secagem por nebulização foram o leite e o sabão em pó (ROSA, TSUKADA e FREITAS,2018).

O spray-dryer é um equipamento de secagem muito utilizado atualmente devido ao seu alto desempenho e rendimento. Sua maior utilização ainda se encontra na indústria de alimentos, no entanto muitas indústrias químicas têm descoberto no spray-dryng um método eficaz para substituir secagens com métodos alternativos. Sua capacidade de alterar parâmetros como vazão de entrada e saída (ar e mistura), temperatura também de entrada e saída, pressão de trabalho assim como a velocidade do pulverizador permitem moldar os vários processos nos quais se possibilita o desenvolvimento de métodos próprios para diferentes produtos e resultados.

A secagem dos líquidos por atomização ou pulverização, frequentemente chamada de secagem por atomização ou “spray dryer”, consiste em dispersar o produto a ser seco sobre forma de pequenas gotículas em uma corrente de ar quente de maneira a obter um pó (NEVES et al., 2014). As pequenas gotículas formadas e a grande área superficial das mesmas resultam em uma rápida evaporação da água a uma temperatura relativamente baixa, minimizando os danos térmicos ao produto (NEVES, 2014 apud SHUCK, 2009). Sua eficácia está baseada no princípio do aumento de área de contato entre o material a ser seco e o agente dessecante, ou seja, o ar quente (ROSA, TSUKADA e FREITAS,2018).

O uso de secadores evolui cada vez mais e se desenvolve de acordo com a necessidade da produção. No entanto como todo e qualquer processo, o mesmo não se encontra em estado de perfeito rendimento e livre de falhas e problemas decorrentes do uso tecnológico do maquinário.

Alguns problemas não passam apenas pelo equipamento, mas também na matéria prima e processo. A grande dificuldade encontra-se em adquirir equilíbrio entre estes três requisitos citados anteriormente, buscando um processo mais rentável, devido a rendimento e custo.

Assim como o equipamento, as matérias primas e soluções utilizadas no processo também tem suas particularidades e conseqüentemente os problemas que podem ser causados por diversos fatores. O que torna cada vez mais necessário a adequação do processo unindo equipamento e insumos.

Um dos grandes problemas encontrados por produtos secos via atomização é quando os mesmos são higroscópicos. Segundo Bezerra (2009) a higroscopicidade é a propriedade de absorver a umidade da atmosfera (apud MARTINS, 2001).

Na necessidade de buscar soluções para um problema físico corriqueiro de empresas que trabalham com secagem industrial de materiais higroscópicos, utilizando o secador spray-drying, tentando ainda reduzir o consumo de energia e buscar o aumento da produção, foi utilizado como fundamento a secagem de Silicato de Sódio (Na_2SiO_3) que apresentava compactação após o envase do produto.

O Silicato de Sódio (Na_2SiO_3) em pó é cada vez mais utilizado em produções como cosméticos e cerâmicas e com sua crescente demanda se transformou em necessidade de produções cada vez em maior volume e menor tempo de resposta a prazos. Empresas do ramo tiveram cada vez mais que investir em processos rentáveis e inovadores para suportar a demanda e não perder um mercado que se encontra em crescimento.

Com esse estudo há a possibilidade da otimização de um equipamento importante no processo de várias empresas, buscando não só a solução do problema que gera perda de produto final como também uma maneira de gerar maior lucro, com maior rendimento e menor gasto.

Sendo assim, buscou-se encontrar e entender o principal problema, sendo este a compactação do produto final, e solucioná-lo da maneira mais eficaz e menos custosa possível.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Secagem é um termo relativo e se refere à redução do teor de líquido de um valor inicial até um valor final aceitável (OLIVEIRA, 2018).

Segundo Ramos (2016) existem diversos tipos de secadores para a secagem de materiais distintos; a determinação de qual secador deve ser utilizado no processo de secagem, depende da natureza do produto a ser desidratado, da forma que se deseja dar ao produto final, da quantidade a ser seca e do fator econômico (apud OI¹, 2011).

Um dos métodos modernos de secagem convectiva de líquidos é a atomização, sendo adotada por vários segmentos industriais, dentre os quais se destacam os da indústria química, alimentícia, farmacêutica e cerâmica; a água, ou qualquer outro líquido, presente no material é evaporada e as gotas atomizadas são transformadas em grânulos ou aglomerados secos, que são coletados parte dentro da própria câmara de

secagem, no caso dos grânulos maiores e mais pesados, e parte em ciclones ou em equipamentos de limpeza de gases, no caso de grânulos mais leves (FAVALLI, 2002).

Segundo Esteves (2006) a atomização, ou sistema de pulverização é responsável por transformar a suspensão em pequenas gotas; este sistema deve ser utilizado de acordo com o tamanho da partícula desejado e as propriedades requeridas no produto seco: granulometria, textura, solubilidade, densidade e molhabilidade; ele também é responsável por determinar a distribuição do tamanho de partícula, área de troca térmica, trajetória e velocidade da partícula (apud FIFKOVA e MUJUNDAR, 1987).

O processo de secagem passa por várias etapas desde a preparação da mistura até a coleta do produto final. Segundo Oi², Tambourgi e Júnior (2011) a Figura 1 ilustra uma instalação de secador por atomização, onde o ar alimentado pelo topo da câmara de secagem é previamente filtrado e aquecido, e escoam em corrente paralela com as gotículas a serem secas, que se formam num bocal pulverizador ou num atomizador de disco rotativo; à medida que as gotículas escoam, a umidade se transfere para o gás quente, e as gotículas se tornam sólidas; os grânulos maiores escoam para o fundo da câmara e os grânulos menores são transportados pelo gás devido à força de arrasto até os ciclones que promovem a separação sólido-gás; os grânulos muito finos passam pelo soprador e alimentam um separador de lavagem a úmido; a suspensão que se obtém neste depurador de gás pode retornar à carga inicial e ser recirculada (apud FOUST et al., 1982).

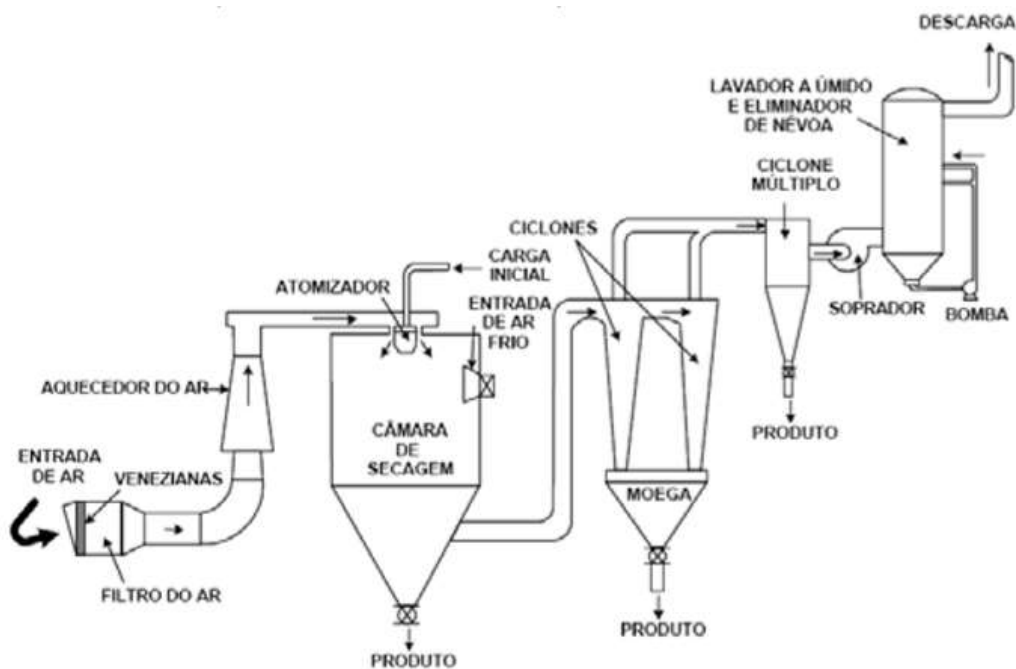


Figura 1– Instalação de secador Spray-Dryer padrão.
Fonte: FOUST et al., 1982.

Entre os vários fatores que envolvem e alteram o processo de secagem está o tempo de residência do material (já em forma de gotículas) dentro da câmara de secagem.

A distribuição do tempo de residência é uma representação estatística do tempo de residência do produto no equipamento, que descreve estatisticamente o tempo/temperatura em que o produto é submetido durante a secagem; em relação aos efeitos de tecnologia, o tempo de residência médio do produto na câmara de secagem é ligeiramente modificado pelas mudanças na configuração do spray dryer (PERRONE et al., 2013). As perspectivas futuras estão no nível de combinação desta abordagem com a temperatura do produto e conteúdo de água no spray dryer; estes atributos podem ser acessados por meio de modelagem ou de medição, e possibilita descrever o histórico de tempo/temperatura do produto, incluindo os efeitos dos tratamentos anteriores à secagem pela medida da distribuição do tempo de residência durante a concentração por evaporação, e estabelecer novas correlações com as mudanças nos constituintes e com as propriedades do pó (JEANTET et al., 2008).

O tempo de secagem das gotículas é muito curto comparado a outros processos. A baixa temperatura na superfície do produto e o curto tempo de secagem permite o processamento de materiais termossensíveis por spray dryer (NATH; SATPATHY, 1998).

Para a secagem de cada gota segundo King, Kieckbusch e Greenwald (1984), materiais alimentados geralmente se comportam como se fossem líquidos puros durante o primeiro período de secagem (taxa de secagem constante); para gotas de líquido puro, no que diz respeito à taxa de transferência de calor com o calor latente consumido na evaporação temos (Eq. 1):

$$\frac{-d}{dt} \left(\frac{\pi \rho_L D_{vs}^3}{6} \right) = \frac{h \pi D_{vs}^2}{\lambda} \Delta T_m$$

Tendo como referência que: D_{vs} é o diâmetro médio da gota; ρ é o raio do disco atomizador; h é o coeficiente de película e T é a temperatura do meio.

A retirada de umidade dos materiais consome uma elevada quantidade de energia devido ao elevado calor latente de vaporização da água; no caso da secagem por spray, a energia consumida para evaporação do solvente é um fator relevante visto que é necessário aquecer o ar a temperaturas acima de 100 °C para se obter um pó com características físicas desejadas; além disso, as temperaturas de saída do ar e do produto

não podem ser baixas para não permitir a aglomeração das partículas na etapa de separação (OLIVEIRA, 2018).

Como grande obstáculo para a produção contínua e em massa do Silicato de Sódio (Na_2SiO_3) tem-se que, ao embalar o produto assim como sai do spray dryer o mesmo tende a se compactar devido a higroscopia do mesmo. Como a própria embalagem deve ser um isolante em relação ao ambiente para que o material proveniente da sílica não absorva umidade, acaba fazendo com que a própria umidade ainda presente no Silicato de Sódio (Na_2SiO_3) evapore devido a sua temperatura e em contato com a embalagem condense gerando a água necessária para fazer com que o material fique compactado.

Segundo Littringer et al., (2013), devido à evaporação da água, há um aumento contínuo na concentração superficial na superfície das gotículas, e uma vez que a concentração seja alta o suficiente, um invólucro se formará; após a formação do invólucro ainda há água presa dentro da partícula de secagem; devido à alta temperatura, a água presa dentro das partículas solidificadas continua a vaporizar e uma pressão se forma dentro da partícula; o aumento da pressão leva à inflação de partículas; partículas menores têm suficiente estabilidade mecânica para permanecer esféricas, enquanto o invólucro das partículas maiores entrará em colapso após a inflação, dando às partículas uma superfície corrugada, como demonstra a Figura 2.

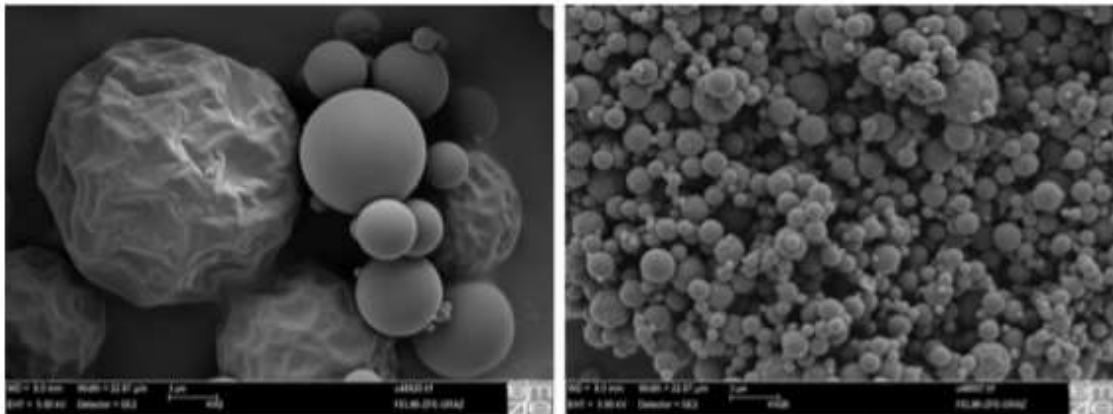


Figura 2 - Micrografias SEM dos produtos com os tamanhos de partículas maiores (amostra 2, esquerda) e menor (amostra 26, direita).

Fonte: Littringer et al (2013).

Como descrito por Littringer et al., (2013), embora a forma geral da partícula fosse esférica, as partículas de tamanho maior exibiam uma superfície corrugada, enquanto as partículas menores não apresentavam corrugação; identificando assim que a morfologia apresentada por partículas maiores facilita a ligação entre duas ou mais, contando ainda

com a presença da água proveniente da própria vaporização, devido a sua forma corrugada.

Durante o estudo realizado não foi possível encontrar nenhum estudo destinado a secagem por atomização do Silicato de Sódio (Na_2SiO_3) no qual se designava a obter não só a solução, como também uma explicativa do problema causador da compactação após embalo do produto. Sendo assim, foi buscado compreender os fatores que causam tal inconveniência, que pode ter graves resultados na produção em larga escala, para esclarecer o fundamento da solução apresentada pela UnaProsil Indústria e Comércio de Produtos Químicos LTDA, assim como propor a apresentação de possíveis melhorias no processo.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Para os estudos realizados foram utilizados os dados de equipamentos e processos da empresa UnaProsil Indústria e Comércio de Produtos Químicos LTDA, onde é realizada a secagem de Silicato de Sódio (Na_2SiO_3) via atomização por Spray-dryer. O equipamento de secagem, peças e acessórios são de origem chinesa, fornecido pela empresa Changzhou Suncheer Dryng no modelo LPG 400, vide Figura 3 abaixo.



Figura 3 - Spray-dryer modelo LPG 400 da marca SunCheer na empresa UnaProsil.

Fonte: Do autor.

3.1. Solução de Silicato de Sódio (Na_2SiO_3)

O Silicato de Sódio (Na_2SiO_3) é formado pela reação (mistura) de Hidróxido de Sódio (NaOH) e areia (de onde se obtém a sílica da reação), onde passa pela sedimentação via decantação e filtragem por prensagem. O filtro prensa tem por finalidade a clarificação do líquido pensando já nas características do produto final.

Sendo assim é tida a seguinte reação estequiométrica:



Para sua formação é então desenvolvido o seguinte processo (Figura 4):

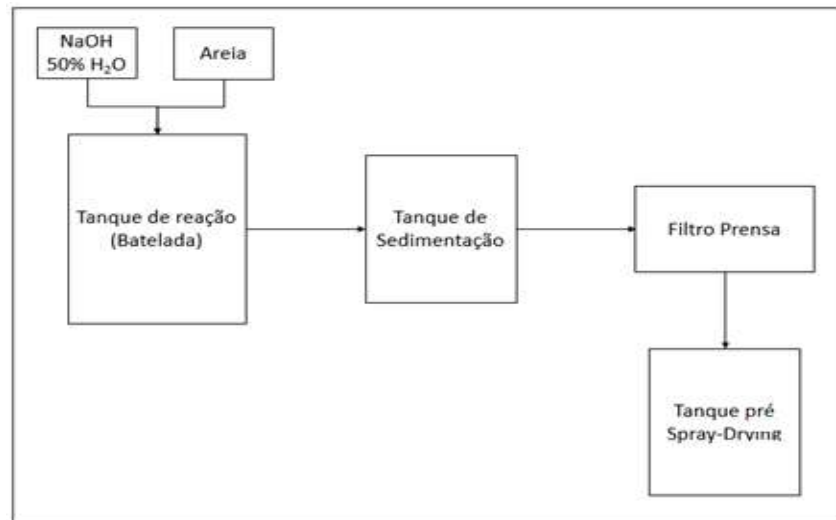


Figura 4 - Fluxograma do processo para obtenção da mistura Silicato de Sódio + Água na empresa UnaProsil.

Fonte: Do autor.

3.2. Ar de secagem

A operação de secagem se dá desde a preparação da mistura que origina o Silicato de Sódio (Na_2SiO_3) até a retirada do produto final, no qual o mesmo passa por diversas partes do sistema. No processo podemos retirar um Silicato de Sódio (Na_2SiO_3) mais grosseiro e um mais refinado no qual sua aplicação ainda é a mesma, apenas há a separação para atender a individualidade de cada cliente.

O ar sendo um fator fundamental na operação também passa por algumas circunstâncias onde é preparado e encaminhado para a câmara de secagem, sendo responsável pela brusca mudança de estado do Silicato de Sódio (Na_2SiO_3). De uma maneira geral pode-se demonstrar o processo como na Figura 5:

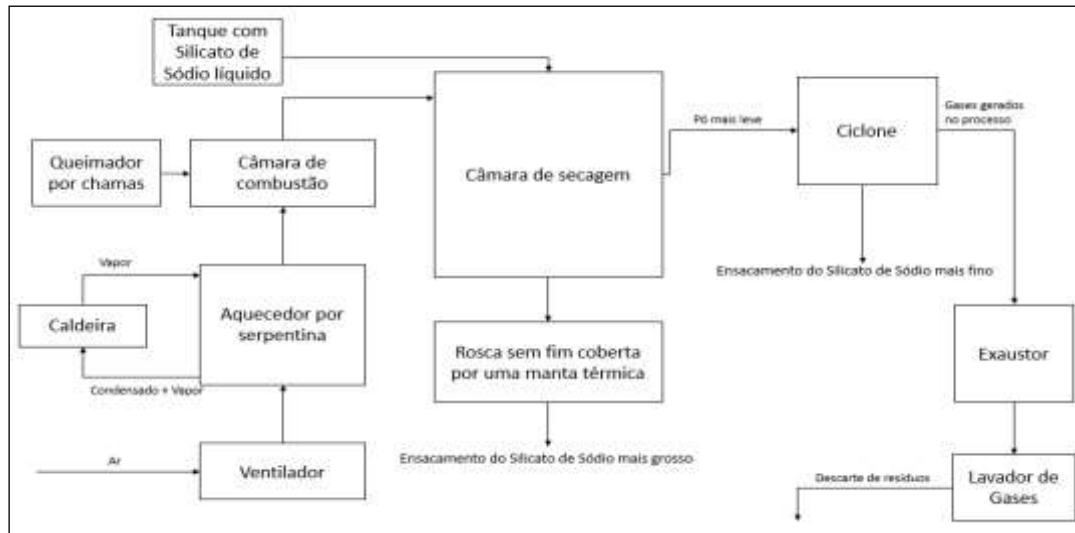


Figura 5 - Fluxograma do processo de secagem do Spray-dryer na empresa UnaProsil.

Fonte: Do autor.

3.3. Monitoramento e controle

Com etapa metodológica do processo já desenvolvida para a secagem do Silicato de Sódio (Na_2SiO_3), tem-se que o conjunto de equipamentos operam de maneira padrão nas seguintes condições (Tabela 1):

Tabela 1 - Condições do conjunto de secagem.

| | |
|------------------------------|-----------|
| Soprador | 40Hz |
| Exaustor | 60Hz |
| Atomizador | 60Hz |
| Bomba de Alimentação | 23Hz |
| Pressão da câmara | - 0,4 KPa |
| Temperatura de entrada do ar | 210 °C |
| Temperatura de saída do ar | 109,2 °C |

Fonte: Do autor.

Para realizar o controle dos parâmetros durante o processo, assim como a possibilidade de ligar e/ou desligar pontualmente cada uma das etapas no funcionamento do conjunto para a secagem, utiliza-se um painel, geralmente *touch screen*, no qual são carregadas e inseridas todas as ações e configurações julgadas necessárias. Com o painel de monitoramento e controle também é possível obter um demonstrativo do processo, vide Figura 6:



Figura 6 - Painel de funcionamento do Spray-Dryer da empresa UnaProsil.

Fonte: Do autor.

3.4. Resfriamento do pó seco (Na_2SiO_3)

Mesmo com todos os parâmetros controlados e os métodos desenvolvidos buscando a melhor o rendimento, economia e principalmente a qualidade do produto final, ainda é necessário a adição de alguns outros sistemas que buscam complementar e melhorar o processo. Estes sistemas individuais necessitam de controle e metodologia específicos e independem das condições de operação do Spray-dryer.

Na necessidade de controlar a temperatura pré-ensacamento do produto era necessário um sistema no qual fosse possível o resfriamento do Silicato de Sódio (Na_2SiO_3), sem que suas características físico-químicas fossem alteradas. Com isso utilizou-se para tal processo o resfriamento via rosca sem fim (Figuras 7 e 8), no qual o produto já finalizado é transportado de uma extremidade a outra da rosca sem fim enquanto perde calor se tornando apto ao ensacamento.



Figura 7 - Ligeira conexão entre Spray-Dryer e rosca sem fim na empresa UnaProsil.

Fonte: Do autor.



Figura 8 - Sistema de perda de calor via rosca sem fim na empresa UnaProsil.

Fonte: Do autor.

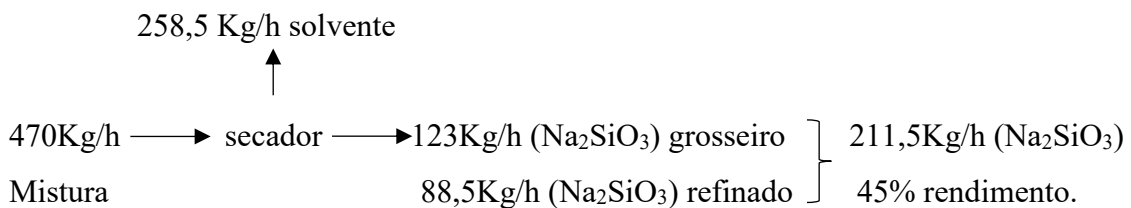
Com os dados e informações obtidos foi possível analisar e entender a causa dos problemas encontrados na planta de Silicato de Sódio (Na_2SiO_3) da empresa UnaProsil Indústria e Comércio de Produtos Químicos LTDA e assim desenvolver o estudo

referente ao problema apresentado e a solução utilizada, de modo a demonstrar tecnicamente tais situações.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para iniciar as verificações foi necessário obter os dados referente à mistura que origina o Silicato de Sódio (Na_2SiO_3) e assim em uma amostra de 16,39g da mistura, temos que o Na_2O corresponde a 11,05% (1,81g) e SiO_2 corresponde a 25,71% (4,21g). Com um teor de relação molar $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ igual a 2,33, temos que o teor de sólidos totais corresponde a 36,76% da mistura restando 63,24% de H_2O .

Em um balanço de massa simplificado utilizando a alimentação atual do processo em 470Kg/h temos que, com uma taxa de evaporação correspondente a 258,5Kg/h consegue-se retirar 123Kg/h de Silicato de Sódio (Na_2SiO_3) grosseiro e 88,5Kg/h de Silicato de Sódio (Na_2SiO_3) refinado. Tendo em consideração esses resultados tem-se que o rendimento do pó final é de 45%.



Como a secagem não se dá 100% (visto que assim o produto seria Silicato de Sódio anidro) tem-se que:

$470\text{Kg/h alimentado} \times 63,24\% \text{ H}_2\text{O}$ (valor inicial da mistura) = 297,228Kg/h de H_2O .

Para uma secagem 100% eficiente (gerando o Silicato de Sódio anidro) este valor de 297,228Kg/h de H_2O deveria ser totalmente evaporado da câmara de secagem. No entanto em valores reais tem-se que são retirados 258,5Kg/h de H_2O contabilizando 55% do solvente em relação a mistura inicial.

Sendo assim, 8,24% do solvente continua no pó seco ao final do processo:

$8,24\% \text{ H}_2\text{O} \times 470\text{Kg/h alimentado} = 38,728 \text{ Kg/h H}_2\text{O}$ no produto final

Como obtêm-se no produto final 211Kg/h (Na_2SiO_3), apenas 172,272Kg/h é (Na_2SiO_3) puro. Com isso conclui-se que 18,35% do produto final ainda é solvente.

Como um melhor rendimento não depende apenas da alteração de um parâmetro tem-se que, por testes, um aumento na alimentação gera aglomeração devido a má secagem por ausência de ar quente suficiente. O aumento da temperatura de entrada de ar altera as propriedades físico-químicas do produto gerando degradação devido ao excesso de temperatura, mesmo que aumentada a vazão do exaustor além, da degradação pelo calor ocasiona-se a perda do material leve que tende a sair pela alta vazão da exaustão. Sendo assim um conjunto de ações podem ser tomadas para gerar uma melhoria no desempenho do processo. Como o ar de secagem é pré-aquecido antes de entrar no queimador, tendo uma serpentina proveniente da caldeira instalada na planta (trabalhando a uma pressão de 6 Kgf/cm²) é possível ainda reutilizar a mesma linha de vapor que aquece o ar, fazendo com que o mesmo passe pelo tanque de mistura anterior ao spray-dryer e também via serpentina. Com uma pequena alteração de fluxo do vapor é possível que a mistura eleve sua temperatura brandamente, evitando que se inicie a evaporação em massa da água o que causaria uma concentração dos sólidos na mistura, fazendo com que a quantidade de ar e conseqüentemente o gás utilizado para a queima do mesmo seja menor, caso sejam mantidas as vazões pode-se aumentar a entrada de mistura resultando em maior rendimento. No entanto, como se trata de uma planta já instalada em operação e com escala industrial, não é possível realizar tal teste por se tratar de uma mudança física que necessita de aprovação e investimento da entidade.

Tendo em vista que a economia no processo e rendimento podem estar ligados entre si, qualquer alteração realizada pensando somente em um destes parâmetros pode ocasionar alta impactação no outro. Além de melhorias no processo, é necessário realizar algumas correções para prevenir de problemas tanto com os insumos quanto o produto final. Nem sempre a solução está no processo sendo necessário melhorá-lo via inovação tecnológica buscando a melhoria contínua.

A constante compactação do Silicato de Sódio (Na₂SiO₃) pós spray-dryer resulta-se na perda de material e desgaste com clientes gerando prejuízos a curto, médio e longo prazo. De acordo com Littringer et al., (2013) devido à evaporação da água, há um aumento contínuo na concentração superficial na superfície das gotículas, e uma vez que a concentração seja alta o suficiente, um invólucro se formará. Após a formação do invólucro ainda há água presa dentro da partícula de secagem; devido à alta temperatura, a água presa dentro das partículas solidificadas continua a vaporizar e uma pressão se forma dentro da partícula. Tal processo provou-se pela compactação após o material ser

embalado (Figura 9), visto que sua temperatura de saída do spray-dryer é de 50,9°C, fazendo com que a temperatura, ainda elevada continue a vaporizar a água presente dentro da partícula já seca. No entanto a embalagem para o Silicato de Sódio (Na_2SiO_3) deve ter alto grau de impermeabilidade para que o mesmo não absorva umidade do ambiente, essa mesma embalagem faz com que a água vaporizada do interior se condense na parede da embalagem. Como o Silicato de Sódio (Na_2SiO_3) é um material higroscópico no qual tem por definição a alta capacidade de absorção de umidade, a própria água que foi vaporizada e condensada é absorvida pelo Silicato de Sódio (Na_2SiO_3) ocasionando a compactação do mesmo.



Figura 9 - Silicato de Sódio compactado após embalo quente.

Fonte: Do autor.

Os resultados analisados comprovam como descrito por Littringer et al. (2013), que as partículas de tamanho maior exibiam uma superfície corrugada, enquanto as partículas menores não apresentam corrugação; identificando assim que a morfologia apresentada por partículas maiores facilita a ligação entre duas ou mais, contando ainda com a presença da água proveniente da própria vaporização, devido a sua forma corrugada. Já que o Silicato de Sódio (Na_2SiO_3) fino é retirado pelo ciclone tem uma chance menor de compactar não só pela sua estrutura morfológica, mas também devido a temperatura já estar inferior à quando é causada compactação. Granulometria dos sólidos.



Figura 10 – Silicato de Sódio fino.
Fonte: Do autor.



Figura 11 - Silicato de Sódio grosso.
Fonte: do autor

Com o problema eminente, buscou-se a adaptação de um método para que esse vapor de água não fique preso dentro da embalagem e com isso era necessário que o mesmo não estivesse mais preso dentro da partícula a uma temperatura que permita e facilite sua vaporização. A solução tornou-se a utilização de um trocador de calor em sistema fechado para que não houvesse nenhum tipo de contaminação ou absorção da umidade do meio. Utilizou-se então um trocador de calor do tipo rosca sem fim no qual ainda se adaptou uma camisa térmica de fluxo contracorrente com a finalidade de trocar calor com o produto final e permitir que o vapor proveniente da própria partícula fosse descartado em meio mais amplo que não impactasse nas propriedades físicas do pó.

O trocador de calor tipo rosca sem fim utilizado contém 5,6 metros em seu comprimento e conta com um diâmetro de 17,5cm no qual somado com a camisa térmica totaliza 24cm, vide Figura 12.



Figura 11 - Conjunto de spray-dryer com o trocador de calor tipo rosca sem fim na empresa UnaProsil.
Fonte: Do autor.

Com a utilização do trocador de calor tipo rosca sem fim obteve-se grande troca térmica como pode-se observar na Tabela 2:

Tabela 2 - Temperatura encontrada no processo antes da embalagem do produto.

| Local da medição de temperatura | Temperatura encontrada |
|--|-------------------------------|
| Saída inferior do Spray-dryer | 50,9°C |
| Início do trocador de calor | 43,1°C |
| Saída do trocador de calor | 24,9°C |
| Dentro da embalagem | 21,8°C |

Fonte: Do autor.

Sendo assim, a variação de temperatura obtida desde a saída da parte inferior do secador até a coleta no trocador de calor é de 26°C como disposto na Tabela 2. O tempo de residência do material no interior do trocador de calor é de 94 segundos, com uma média aproximada de 0,28°C perdidos por segundo dentro do equipamento.

A água utilizada na camisa térmica é disponibilizada por uma torre de resfriamento (com uma vazão de 7,9 m³/h) que após sua utilização retorna para resfriamento em fluxo contínuo. A mesma apresenta grande ganho de temperatura ao final do processo da troca de calor, variando em média de 29°C no início do processo para em média 34°C no final do processo, apresentando um delta de 5°C na temperatura e 0,89°C para cada metro do trocador de calor.

Após feitas as alterações na planta e modelado os parâmetros para que, a temperatura da partícula seja reduzida antes de embalar e a água contida dentro da partícula possa vaporizar em ambiente amplo afim de evitar o contato do Silicato de Sódio com a água e assim sua compactação, obteve-se a diminuição dos casos de compactação, fazendo com que mesmo a morfologia propícia ao problema não afetasse em grande proporção e este tenha sido minimizado.

5. CONCLUSÕES

O processo de secagem via spray-dryer apresenta diversas possibilidades para modelar e adaptá-lo afim de buscar melhorias desde a formação da mistura até o produto final. Tendo em consideração a dificuldade de realizar testes devido este presente estudo se desenvolver com base em uma planta já instalada e em funcionamento, os estudos

referentes à economia no processo e a melhoria no rendimento final, mesmo que as mudanças de alguns parâmetros já tenham sido utilizadas buscando a otimização do mesmo, estes não podem ser comprovados, se desenvolvendo apenas pela experiência adquirida durante os estudos e as técnicas de operação dos membros do presente estudo.

A compactação do Silicato de Sódio (Na_2SiO_3) que causa grandes perdas em meio ao processo e ao mercado, pode-se considerar já não ser um problema não solucionável ou no mínimo amenizável. Como a empresa UnaProsil Indústria e Comércio de Produtos Químicos LTDA utilizou-se da técnica de troca de calor para evitar tal problema, coube a este estudo demonstrar tecnicamente a causa do problema e sua solução, visto que não foi encontrado nenhuma literatura que o fizesse.

Em definitivo, a higroscopia do produto final unida a vaporização da água, favorecida pela temperatura de saída do pó seco da câmara de secagem, presente no interior da partícula, são os principais causadores da compactação do produto. Com a solução já desenvolvida, cabe-se expor tecnicamente que a perda de temperatura e a livre vaporização da água, via trocador de calor, antes de realizar o embalo do produto mesmo que a morfologia das partículas maiores seja propícia a ligações entre si, minimiza drasticamente as possibilidades de compactação do Silicato de Sódio (Na_2SiO_3) em pó.

6. REFERÊNCIAS

BEZERRA, Tânia Sulamytha. **Comportamento higroscópico de pós de diferentes variedades de manga (*Mangifera indica* L.)**. 2009. 101 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pósgraduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

ESTEVES, Bruno Neves. **Influência do processo de secagem por pulverização mecânica (Spray Dryer) no tamanho de partícula de densidade aparente no café solúvel**. 2006. 86 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Engenharia Química, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

FAVALLI, R. C. **Modelagem e simulação do processo de atomização na indústria de revestimento cerâmico**. 2002. 174 f. Tese (Doutorado) - Curso de Tecnologia Nuclear - Materiais, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares Autarquia Associada à Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

FIFKOVA, I.; MUJUNDAR, A. S. **Industrial spray dryer systems**. In: MUJUNDAR, A. S. Handbook of industrial dryer. New York, Marcel Dekker, 1987. p. 243-294.

JEANTET, R. et al. **Residence time distribution: a tool to improve spray-dryer control**. *Dairy Science and Technology*. Rennes, v.88, p.31–43, 2008.

LITTRINGER E. M. et al. Spray Dryer of Aqueous Salbutamol Sulfate Solutions Using the Nano Spray Dryer B-90—The Impact of Process Parameters on Particle Size. *Dryer Technology*, [s.l.], v. 31, n. 12, p.1346-1353, 10 set. 2013. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/07373937.2013.793701>.

MARTINS. M. **Açúcar invertido: propriedades e aplicações**. Revista Food Ingredients: Guia 2001 de fornecedores. Ano 2, nº10, jan/fev. 2001.p 97.

NATH, S.; SATPATHY, G. R. A SYSTEMATIC Approach for investigation of spray dryer processes. *Dryer Technology*, [s.l.], v. 16, no 6, p. 1173–1193, 1998.

NEVES, I.C.O. et al. **Spray dryer na indústria de laticínios**. 2014. Disponível em: <<https://www.milkpoint.com.br/artigos/industria/spray-dryer-na-industria-de-laticinios-205439n.aspx>>. Acesso em: 15 out. 2018.

Ol¹, R. K. **Secagem da Biomassa de Banana Verde em Spray Dryer**. 2011. 83f. Tese (Doutorado em Engenharia Química), Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas.

Ol², R. K.; TAMBOURGI, E. B.; JÚNIOR, D. M. . Dimensionamento da câmara de secagem de um secador por atomização para produção de farinha de banana verde. *Ciência & Engenharia (science & Engineering Journal)*, Campinas, v. 20, n. 2, p.31-35, dez. 2011.

OLIVEIRA, K. S. . **Modelagem e simulação do processo de microencapsulação de lipídios por spray dryer**. 2018. 71 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Química, Escola de Engenharia da Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2018.

PERRONE, Í. T. et al. **Influência das condições de operação em spray dryer piloto sobre a umidade e a atividade de água do leite em pó integral**. Rev. Inst. Laticínios Cândido Tostes, Juiz de Fora, v. 68, n. 393, p.5-9, ago. 2013.

RAMOS, F. M.. **Avaliação de sistema de secagem em vacuum spray dryer**. 2016. 96 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Engenharia de Alimentos, Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2016.

ROSA E.D.; TSUKADA M.; FREITAS L.A.P. **Secagem por atomização na indústria alimentícia: fundamentos e aplicações.** Trabalho financiado pela Labmaq do Brasil Ltda. Disponível em: <<http://www.labmaqdobrasil.com.br/downloads/spray-dryers/Fundamentos%20e%20Aplicacoes%20da%20Secagem%20por%20Atomizacao%20na%20Industria%20de%20Alimentos.pdf>>. Acesso em: 15 out. 2018.

SCHUCK, P. **Understanding the factors affecting spray-dried dairy powder properties and behavior.** In: CORREDIG, M. Dairy-derived ingredients. 1 ed. Boca Raton: CRC, 2009. Cap. 2, p. 24-50.

ASPECTOS FÍSICO-QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS NO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DA KOMBUCHA

Beatriz Bruini (Centro Universitário Padre Anchieta)
Jéssica Aparecida Candido Bertolani (Centro Universitário Padre Anchieta)
Jéssica Prates Berdusco(Centro Universitário Padre Anchieta)
Claudemar José Trevizam (Centro Universitário Padre Anchieta)

RESUMO

Kombucha constitui-se em uma bebida resultante da fermentação de chá preto açucarado pela presença cepas de bactérias acéticas e leveduras que atuam em simbiose no processo de fermentação. O foco do este trabalho está centralizado no estudo dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos no processo de fabricação de uma bebida kombucha de chá preto. O meio de fermentação foi preparado com água potável, um preparado de chá preto de concentração a 2 %, sacarose (10 g), inóculo (20 g), vinagre de maçã (10 g). Após a homogeneização do meio, a fermentação ocorreu durante sete dias a 25° C. O mosto fermentado foi submetido a operação de filtração e a bebida foi envasada. Foram realizadas análises físico-químicas e microbiológicas. Como parâmetros relevantes de controle o teor alcoólico foi de 0,5 °GL, açúcares redutores em glicose de 4,3 g/100 mL, pH 3,3 e acidez total de 1,02 %. Corroboramos com a possibilidade de produção artesanal da bebida kombucha com aspectos satisfatórios quanto aos controles físico-químico e microbiológico.

Palavras-chave: kombucha; processo fermentativo; inóculo de bactéria acéticas e leveduras

ABSTRACT

Kombucha is a drink resulting from the fermentation of sugary black tea due to the presence of strains of acetic bacteria and yeasts that act in symbiosis in the fermentation process. The focus of this work is centered on the study of the physical-chemical and microbiological parameters in the process of making a black tea kombucha drink. The fermentation medium was prepared with drinking water, a preparation of black tea of 2% concentration, sucrose (10 g), inoculum (20 g), apple cider vinegar (10 g). After homogenization of the medium, fermentation took place for seven days at 25° C. The fermented wort was subjected to a filtration operation and the drink was packaged. Physical-chemical and microbiological analyzes were performed. As relevant control parameters, the alcohol content was 0.5 °GL, sugars reduced in glucose of 4.3 g / 100 mL, pH 3.3 and total acidity of 1.02%. We corroborate the possibility of artisanal production of the kombucha drink with satisfactory aspects regarding physical-chemical and microbiological controls.

Keywords: kombucha; fermentation process; inoculation of acetic bacteria and yeasts

1. INTRODUÇÃO

A indústria alimentícia que produz alimentos funcionais, tem crescido exponencialmente nos últimos anos. Para a satisfação dos consumidores, bactérias probióticas estão sendo inseridas em uma variedade de alimentos que fazem parte de uma dieta e proporcionam benefícios à sua saúde (GOMES et al., 2007; BURGAIN et al., 2011).

Probióticos são organismos vivos que, quando administrados em quantidades adequadas, conferem benefício à saúde do hospedeiro (FAO/WHO, 2001). Os seus benefícios comprovados cientificamente são o controle de desarranjos intestinais e a melhoria na capacidade do organismo em absorver os nutrientes dos alimentos.

A Kombucha é uma bebida popular que em algumas culturas acredita-se ser um remédio natural para vários males, e que hipoteticamente promove a saúde e força física. Composta de microrganismos aglomerados em uma massa de celulose parecida com uma “panqueca”. Esse aglomerado simbiótico recebe o nome em português de zoogleia ou biofilme.

A bebida conhecida como chá passa por processo de fermentação que ocorre em função do *scooby*, uma espécie de disco gelatinoso composto por colônias de bactérias e leveduras (KOSACHENCO, 2017).

Quando a colônia é colocada em recipiente de vidro contendo uma mistura do chá com o açúcar, transforma o líquido em uma bebida doce e azeda, com uma fragrância frugal muito saborosa que pode fornecer diversos ácidos e nutrientes, excelentes para a saúde. A cultura de Kombucha se alimenta do açúcar e produz tais produtos finais que na bebida: o ácido glucurônico, ácidos acéticos, ácido glucônico, ácido láctico, vitaminas, aminoácidos, e algumas substâncias antibióticas. Dentre outras substâncias, o álcool de 0.5% a 1% também é produzido, mas não se caracteriza bebida alcoólica, caso a fermentação da bebida seja completa é formado o vinagre, que é rico em ácidos acéticos, produtos da degradação do álcool pelas bactérias acéticas.

Os aminoácidos são unidades estruturais das proteínas. Dessa forma, as características das proteínas são fortemente influenciadas pelas dos seus aminoácidos constituintes. Eles apresentam os grupos amino e carboxílico livres no carbono α .

(RIBEIRO; SERAVALLI, 2003). A proteína nas bebidas tem solubilidade em diversos valores de pH, estabilidade térmica e viscosidade.

“Esse processo de fermentação torna o chá um probiótico, com microrganismos ‘do bem’, que previnem a colonização de bactérias indesejáveis (no intestino) e atuam controlando a imunidade da mucosa gástrica, prevenindo a invasão de agentes infecciosos”, afirma o médico nutrólogo Durval Ribas Filho, presidente da Abran (Associação Brasileira de Nutrologia) (HELOÍSA NEGRÃO, 2016).

No Brasil, não há uma legislação própria para a produção de Kombucha, porém atualmente existe um projeto do MAPA atualizado, o qual está em aberto ao público por 75 dias para consulta, a PORTARIA Nº 103, 20 DE SETEMBRO DE 2018, na qual existe parâmetros máximos permitidos de algumas análises físico-químicas. Portanto, mesmo com o projeto do MAPA, ainda não se tem uma legislação completa e segura da kombucha, por isso é fundamental um estudo mais aprofundado, que estabeleça a composição, certificando de que a produção esteja correta para o consumo final. Com bases anterior, esse trabalho, objetivou-se conseguir algumas características físico-químicas e microbiológicas do kombucha de base chá preto sabor uva.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Kombucha

A origem da kombucha é duvidosa, porém acreditam-se que tenha surgido no nordeste da china (JAYABALAN et al., 2014). Ela é uma bebida doce fermentada à base de chá. Para a produção de kombucha é usado tradicionalmente o chá preto, mais o chá verde também pode ser utilizado como base (SANTOS, 2016). Após feito o chá adoçado no açúcar é adicionado o “*scooby*” que vai atuar no processo fermentativo. Esta forma-se numa associação simbiótica de bactérias e leveduras, alojado numa matriz de celulose sintetizada por bactérias acéticas (SANTOS, 2016).

A consequência é de uma bebida refrescante, agridoce e ligeiramente carbonatada, que lembra sidra. O tempo de fermentação é geralmente 7 a 10 dias e se este for muito prolongado, a kombucha desenvolve um sabor avinagrado mais intenso (SANTOS, 2016).

A bebida no quesito bioquímico, refere-se a todos os processos metabólicos que envolvam a conversão de compostos orgânicos em energia, na ausência de oxigênio. No sentido lato, envolve todo o tipo de transformações levadas a cabo por microrganismos e pelas suas enzimas (SANTOS, 2016).

De acordo com um projeto do MAPA , a PORTARIA Nº 103, 20 DE SETEMBRO DE 2018, a kombucha é uma bebida gaseificada, não pasteurizada, obtida através da respiração aeróbica e fermentação anaeróbica de um mosto composto de infusão de origem vegetal e açúcares por um consórcio de bactérias e leveduras simbióticas microbiologicamente ativas, resultando em uma bebida ácida e doce, com pH entre 2,5 e 3,5 e acidez titulável mínima de 6,0 % de acidez volátil mínima, expresso em % de equivalentes grama de ácido acético, podendo ser adicionada de suco, polpa de fruta, extrato vegetal, especiaria, mel, aroma natural e de outros aditivos permitido em legislação específica da ANVISA.

2.2 Chá preto

A mitologia aponta que os chás tiveram início na China 2737 a.C. (SANTOS, 2016). Eles são procedentes das folhas *Camellia sinensis*, no qual estão presentes componentes químicos que são considerados potentes oxidantes. Atualmente a *Camellia sinensis* é cultivada em mais de 30 países tropicais e subtropicais (LIMA et al., 2009). São desenvolvidas no mundo anualmente cerca de três bilhões de tonelada de chá, sendo 78% chá preto, 20% chá verde e 2% chá Oolong (KHAN & MUKHTAR, 2007).

A diferença entre as espécies de chá consiste no processamento das folhas colhidas. Assim que as folhas são cortadas, a enzima polifenoloxidase, presente no seu interior, é ativada levando à oxidação dos polifenóis. As enzimas presentes são inativadas pelo calor, sendo assim, as folhas estiverem submetidas ao calor, antes de serem colhidas, neste caso há pouca e nenhuma oxidação, no qual chega ao chá verde. De outro modo o chá preto é aquele do qual o processo de oxidação enzimática é deixado acontecer durante mais tempo (SANTOS, 2016). O chá preto é totalmente fermentado (BALENTINE et al., 1997).

A composição química exata das folhas de chá depende da sua origem, idade e tipo de processamento a que foram submetidas (BELITZ; GROSCH; SCHIEBERLE,

2009). No entanto, a composição das infusões produzidas a partir das folhas de chá dependerá, não só das folhas utilizadas, mas também como a água (temperatura) e o modo de preparação do chá (tempo de infusão) (SANTOS,2016).

Os chás são preparados por infusões de plantas, que produzem em seu metabolismo substâncias com propriedades específicas, chamadas de princípios ativos (BRAIBANTE et al. 2014, p.168).

2.3 Uva

A uva pertence à família *Vitaceae*, com origem na Ásia, ela é apreciada in natura, mas também utilizada como matéria prima para produção de doces, geleias, sucos, vinhos, chás, etc. 80% de sua produção é destinado a vinhos e outras bebidas, e os outros 20% para produção dos seus derivados (EMBRAPA, 2004).

A uva é uma fruta é rica em vitaminas do complexo B e C, de sais minerais (cálcio, ferro e potássio), além de possuírem substâncias flavonoides que diminuem os níveis de colesterol (LDL). Os ativos do extrato de semente da uva contribuem para o fortalecimento do colágeno e das fibras elásticas que minimiza a falta de elasticidade na pele e nos vasos sanguíneos (EMBRAPA, 2004).

2.4 Scoby

O *scoby*¹ é uma Symbiotic Culture Of Bacteria and Yeast, em português, Cultura Simbiótica de Bactérias e Leveduras, ele se dá à película gelatinosa celulósica que se forma à superfície do líquido que é responsável pela fermentação do chá, e por uma nova película que se formam por camadas. A sua composição exata dos microrganismos presentes na kombucha é variável, estando dependente da sua origem (JAYABALAN et al., 2014).

A matriz de celulose bacteriana acomoda as bactérias e leveduras responsáveis pela fermentação da kombucha. O *scoby* é capaz de inibir o crescimento de potenciais bactérias contaminantes (DUFRESNE; FARNWORTH, 2000).

¹ *Scoby* é nome científico para matriz e mãe da kombucha.

2.5 Fermentação

A fermentação é um processo químico que ocorre sem a presença do gás oxigênio (O₂), no qual os fungos e bactérias transformam a matéria orgânica em outros produtos e em energia, essa é uma das formas que esses microrganismos encontram de produzir energia para o desempenho de suas funções biológicas (DIAS, 2014).

A fermentação sempre ocorre no citoplasma da célula com o auxílio de enzimas, atuando como catalisadores (DIAS, 2014).

2.6 Leveduras

Algumas das leveduras presentes na kombucha são isoladas, e elas pertencem a várias espécies de diferentes gêneros entre elas estão: *Saccharomyces*, *Saccharomycodes*, *Schizosaccharomyces*, *Zygosaccharomyces*, *Brettanomyces/Dekkera*, *Candida*, *Torulospora*, *Kloeckera/ Hanseniaspora*, *Pichia*, *Torula*, *Torulopsis*, *Mycotorula* e *Mycoderma* (JAYABALAN et al., 2014).

Elas hidrolisam a sacarose da base de chá em frutose e glucose pela ação da enzima invertase, e produzem etanol e dióxido de carbono (JAYABALAN et al., 2014), sendo que algumas delas, tem preferência por glucose, e outras têm preferência por frutose como substrato (CABRAL, 2008).

2.7 Bactérias

As bactérias presentes na kombucha são as acéticas e lácticas. As bactérias são responsáveis pela produção da película de celulose que forma a chamada “mãe da kombucha” é a *Gluconacetobacter xylinus* (DUFRESNE, FARNWORTH, 2000).

As bactérias acéticas pertencem aos gêneros: *Acetobacter*, *Gluconobacter* e *Gluconacetobacter*. Ela converte a glucose em ácido glucônico e a frutose em ácido acético. A presença deste ácido incentiva as leveduras a produzirem etanol, que depois é utilizado pelas bactérias acéticas para o seu crescimento e para a produção de mais ácido acético (CHEN, 2000). Elas necessitam de oxigênio para realizar acetificação. O melhor rendimento da reação ocorrerá em uma temperatura entre os 18 a os 30°C

(SANTOS,2016).

As bactérias lácticas pertencem aos gêneros: *Aerococcus*, *Carnobacterium*, *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Oenococcus*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Tetragenococcus*, *Vagococcus* e *Weissella*. Elas transferem seus elétrons diretamente para piruvato, gerando ácido láctico ($C_3H_6O_3$) como subprodutos. Esses tipos de fermentação são realizados por bactérias que fermentam, gerando produtos que tem o sabor levemente azedo devido ao ácido láctico. Esse ácido provoca diminuição do pH, o que leva a coagulação de suas proteínas (AMABIS; MARTHO, 2006).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Obtenção das culturas de kombucha

A muda de kombucha foi comprada via internet por uma produtora de kombucha caseira, da Bahia. Ela mostrava-se na forma de cutícula, frescas, sem fermentação. Foi transportada via correio em temperatura ambiente.

3.2 Fortalecimento da muda

Para fortalecimento da muda recebida, separou-se um recipiente de vidro que não tenha a boca muito larga, esterilizou-se com água quente. Aqueceu-se 20ml de água e acrescentou – se 1 sachê de chá preto, misturou-se 10 g de açúcar branco de cozinha, esperou-se 15 minutos e retirou-se o sachê, quando o chá esfriou, acrescentou-se 10 g colher de sopa de vinagre de maçã e despejou-se no recipiente de vidro que já estava frio e com a 5g de scoby. Tampou-se o recipiente de vidro com um papel toalha e prendeu com elástico. Deixou-se fermentar por 21 dias para criação das mudas, na qual ocorre o fortalecimento da matriz. Após os 21 dias de fermentação, coou-se, retirou-se a matriz e a muda nova que se formou neste processo.

3.3 Preparação da base chá preto

A base de chá preto foi preparada com 500 ml de água da torneira levada à fervura, que foram adicionados 2 saches de chá preto. O chá ficou em infusão durante 12 minutos,

tendo-se adicionado o açúcar branco de cozinha. A base adoçada quente, foi deixado esfriar até a temperatura ambiente de 24°C.

3.4 Preparação da fermentação para o consumo

Elaborou-se chá preto, segundo o método descrito em 3.3. Colocou-se em um recipiente de 500 mL e realizou-se a inclusão do chá com a matriz do kombucha e 10 mL do kombucha já fermentado de acordo com o método 3.2.

O recipiente de vidro foi coberto com papel toalha e preso por um elástico. A fermentação ocorreu em temperatura ambiente de 24°C no decorrer de 5 dias.

A bebida decorrente desta fermentação, foi preferida conforme as suas características organolépticas, destinando-se ao que apresentavam aroma e sabor mais agradável.

3.5 Elaboração do kombucha base chá preto sabor uva

O chá já incluso com o *scooby* conforme o método 3.4, foi retirado do recipiente, colocado em uma garrafa de vidro esterilizada cerca de 250 mL e completou-se o restante da garrafa com suco de uva integral.

A garrafa de vidro foi envasada e exposta a temperatura ambiente durante 5 dias e posteriormente colocada em geladeira e pronta para o consumo final.

3.6 Análise microbiológica

As análises microbiológicas, são fundamentais para segurança alimentar, qualidade geral dos alimentos produzidos e medidas profiláticas (TRONCO, 2009).

Para realizar as análises microbiológica é necessário ter conhecimento das condições de higiene no qual o alimento foi preparado, os riscos que ele pode oferecer a saúde dos consumidores e se o alimento terá a vida útil pretendida, para isso deve-se verificar quais e quantos microrganismos estão presentes no alimento (FRANCO; LANDGRAF, 1996).

As análises microbiológicas foram realizadas no laboratório da razão social Mikrobiologiko Laboratório de Análises de Produtos LTDA -EPP (Jundiaí/São Paulo).

Com o objetivo de abordar os resultados obtidos de cada análise.

3.7 Contagem de mesófilos

A contagem mesófilos, constata no alimento o número de bactérias presentes tanto na forma vegetativa quanto esporulada.

Segundo a ICMSF (1984) o número de microrganismo aeróbicas mesófilos encontrada em um alimento tem sido uns indicadores microbiológicos da qualidade dos alimentos mais comumente utilizados, indicando-se a limpeza, a desinfecção e o controle de temperatura durante o processo de tratamento industrial, transporte e armazenamento foram realizadas de forma adequada. Esta determinação permite também obter informação sobre alteração incipiente dos alimentos, sua provável vida útil, a falta de controle no descongelamento dos alimentos ou desvio na temperatura de refrigeração estabelecida.

3.8 *Escherichia coli*

Os parâmetros microbiológicos que envolvem *E.coli* são úteis quando é desejável determinar a ocorrência de contaminação fecal (FERREIRA; LIMA; COELHO, 2014). Ela é a mais conhecida, sendo seu habitat o trato gastrintestinal, porém pode contaminar os alimentos processados. São capazes de fermentar a lactose com produção de gás, em 24h a 44,5 – 45,5 °C.

3.9 Bolores e leveduras

As contagens bolores e as leveduras, são úteis para fornecer informações tais como, condições higiênicas deficientes de equipamentos, multiplicação no produto em decorrência de falhas no processamento ou estocagem e matéria prima com contaminação excessiva. E também é aplicável principalmente na análise de alimentos ácidos, com pH menor que 4,5. (SIQUEIRA,1995).

3.10 Análises físico-químicas

As análises físico-químicas de alimentos têm o intuito de determinar, quantificar ou qualificar os componentes específicos do alimento, para se obter o resultado da composição centesimal e fornecer informações sobre a composição química ou físico-química do produto (CERELAB, 1990).

As análises físico-químicas foram realizadas no laboratório CETAL S/S LTDA. - Centro Tecnológico de Análise de Alimentos (Mogi das Cruzes/São Paulo).

3.11 Acidez Total

A análise de acidez total determina a acidez do alimento realizando a titulação de amostras devidamente preparadas com soluções de hidróxido de sódio padronizadas (SILVA, 2016). A metodologia utilizada para obter os resultados foi do livro INSTITUTO ADOLFO LUTZ.

3.12 pH

O pH (potencial hidrogeniônico) é uma grandeza que varia de 0 a 14, indicando a intensidade da acidez ($\text{pH} < 7,0$), neutralidade ($\text{pH} = 7,0$) ou alcalinidade ($\text{pH} > 7,0$) (EMBRAPA, 2011). O método utilizado para obter os resultados foi instrução normativa nº 20.

3.13 Etanol

O teor alcoólico é de grande importância para o controle de qualidade de bebidas fermentadas. Faz-se uma análise de suas características, objetivando a investigação e designação das possíveis diferenças entre o teor alcoólico real e os rótulos (GOBBI; THEIS, 2012). A metodologia utilizada para a análise foi MTFQ-072 rev.02.

3.14 Açúcares redutores totais (ART)

A análise dos açúcares nos alimentos é de suma importância no seu controle de

qualidade, o açúcar é responsável por adoçar a bebida e encorpar o produto final (LIMA; AFONSO, 2008). Os açúcares redutores são açúcares que se formam por um grupo carbonila ou hidroxila, em uma solução básica. O método utilizado para realizar a análise foi MAPA - Portaria N°108 04/09/1991. Método 34.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Preparação dos kombucha

Foram preparadas três bebidas kombucha durante o estudo, com sabores diferente, no intuito de escolher um para fazer os estudos de análises microbiológicas e físico-químicas.

O primeiro teste foi feito com base chá verde e sabor laranja. O sabor não foi muito agradável, onde sentia uma acidez forte ao engolir o líquido e ficou com forte aroma de vinagre, sendo assim desconsideramos a base chá verde sabor laranja.

O segundo teste, foi feito algo mais exótico, base chá de canela. Não deu tempo para consumir, pois provavelmente a canela estava contaminada no qual as colônias produziram o parecer mofo antes dos 7º dias de fermentação. Como pode ser visto na figura 1.

O terceiro teste, foi feito com base chá preto com sabor uva, foi aprovado tanto os aspectos sensoriais e quanto nos aspectos de qualidade da colônia na fermentação, ocorreu tudo certo. Na qual foi aprovada para fazer as análises microbiológicas e físico-químicas, para realmente saber se é uma bebida de qualidade.

Figura 1: imagem da colônia contaminada com mofo



Fonte: Marcus, 2011

4.2 Análises microbiológicas

As análises microbiológicas da kombucha podem ser visualizadas pela tabela 1. Na tabela não foi possível colocar um parâmetro, pois a kombucha ainda não tem legislação para microbiologia. Comparamos resultados de outros artigos para saber se está compatível a segurança dos consumidores final.

Tabela 3: Características microbiológicas da kombucha de sabor uva.

| Análises | Valores |
|---------------------------|-----------------------------|
| Aeróbios Mesófilos Totais | $1,3 \times 10^2$ UFC/100mL |
| Bolores e Leveduras | $1,0 \times 10^4$ UFC/100mL |
| Escherichia coli | Ausente |

Fonte: Do Autor.

O valor obtido na análise de contagem de mesófilos, pode ser vista na tabela 1. Portanto, é possível observar que o resultado $1,3 \times 10^2$ UFC/100mL apresenta uma qualidade satisfatória conforme exigido por outras legislações de bebidas fermentadas e está dentro dos parâmetros. Segundo apresentado na metodologia 3.6.1, na preparação da kombucha houve um controle de limpeza, desinfecção, transporte, armazenamento e temperatura durante o processo de tratamento realizada de forma adequada. Possível perceber que sua vida útil é curta por ser um produto caseiro. E que não houve um desvio na temperatura de refrigeração.

O resultado obtido na análise Escherichia coli é possível observar na tabela 1, no qual pode ser visto que a bebida apresenta uma qualidade satisfatória conforme exigido pelos parâmetros ANVISA em outras bebidas fermentadas. Nota-se que não tem e não houve contaminação fecal. De acordo com o resultado obtido no artigo de Santos, et al (2017, s/p), não houve e não tem contaminação fecal na bebida kombucha.

Portanto, podemos observar que de acordo com metodologia 3.6.3, com o resultado de $1,0 \times 10^4$ UFC/100mL não houve condições higiênicas deficientes de equipamentos, multiplicação no produto em decorrência de falhas no processamento ou estocagem e matéria prima com contaminação excessiva. E também é aplicável principalmente na análise de alimentos ácidos, com pH menor que 4,5.

Segundo o artigo de Santos, et al (2017, s/p) os resultados obtidos de bolores e

leveduras foram de $1,0 \times 10^7$ UFC/100 mL, compreendemos que valor está diferente, porque o resultado de pH foi maior.

4.3 Análises físico-químicas

As análises físico-químicas da kombucha podem ser visualizadas pela tabela 2. Para a kombucha ainda não existe uma legislação concreta. Porém recentemente o MAPA divulgou um projeto a PORTARIA N° 103, 20 DE SETEMBRO DE 2018, na qual já se tem alguns parâmetros de análises físico-químicas, pH, teor alcoólico e da acidez para se considerar uma bebida de segurança.

Tabela 2: Características Físico química da kombucha de sabor uva

| Análises | Valores |
|--------------------------------|------------------|
| pH | 3,29 (temp.24°C) |
| Teor Alcoólico | <LQ< 0,5 ° GL |
| Glicídios redutores em glicose | 4,31 g/100mL |
| Acidez em Solução Normal | 1,023% |

Fonte: Do Autor.

O resultado obtido de pH pode ser visto na tabela 2.

De acordo com o projeto do MAPA a PORTARIA N° 103, DE SETEMBRO, 2018 o pH da kombucha varia de entre 2,5 e 3,5. Desse modo, observou-se que presente artigo obteve o pH de 3,29 na qual está entre o parâmetro do projeto de legislação para kombucha. Conforme a metodologia 3.7.2 a bebida tem uma intensidade de acidez, quando o pH for menor que 7.

Segundo o resultado de SANTOS, et al (2017) de pH de 3,98 percebemos que passou dos parâmetros do projeto da legislação, conforme citado no parágrafo acima, mesmo assim não há como provar que é bebida não seja de qualidade, como o próprio MAPA divulgou é um projeto, que vem sendo estudado.

Tanto SANTOS, et al (2017) como o presente artigo, também obtivemos uma

intensidade de acidez, porém de SANTOS, et al (2017) um pouco menos ácida, devido a diferença nos valores obtido de pH.

O valor obtido de teor de alcoólico pode ser observado na tabela 2.

De acordo com o projeto do MAPA mencionado acima, a kombucha é classificado como bebida alcoólica quando seu teor alcoólico for maior que 0,5% v/v e menor que 1,5 % v/v. Portanto, o presente trabalho obteve o teor alcoólico de 0,5 %. Valor aceitável de acordo com o exigido no projeto da PORTARIA NORMATIVA 103, 20 DE SETEMBRO DE 2018.

O artigo feito por SANTOS, et al (2017), de obtenção e caracterização da kombucha de chá preto se obteve os valores de teor de álcool entre 0,43 e 0,08 %. Valores bons também de acordo com imposto pelo projeto do MAPA.

Tanto SANTOS, et al (2017) como o presente artigo, obtivemos bons resultado, no qual verificamos que na bebida produzida não consta um teor alcoólico significante.

O valor obtido de Glicídios redutores em glicose pode ser observado na tabela 2.

No projeto do MAPA, ainda não tem um parâmetro a seguir de açúcar redutores, portanto o presente trabalho obteve o resultado de 4,31 g/100mL.

Segundo o artigo de SANTOS, et al (2017), obteve o valor de açúcar redutores entre 3,17 e 0,28.

Identificamos uma diferença nos valores obtidos, percebendo que o valor de açúcares redutores no presente trabalho foi maior que o trabalho realizado por SANTOS, et al (2017), ou seja, no presente trabalho, ocorreu uma quantidade maior de açúcar no processo da kombucha, que pode representar um processo fermentativo irregular no consumo da fonte de carbono

O valor obtido de Acidez em Solução Normal pode ser observado na tabela 2.

Portanto o presente trabalho obteve o seguinte resultado 1,023%, na qual podemos considerar um valor satisfatório.

Segundo o trabalho de SANTOS et al (2017) ,obteve-se os seguintes valores entre 1,067 e 0,024 % para bebida kombucha , que representa um resultado adequado.

Identificamos uma diferença no resultado do presente trabalho para o de SANTOS, et al (2017), no qual concluímos que a dissemelhança está relacionada com o pH, pois quando maior for a acidez, menor vai ser o pH e a eficiência do processo fermentativo conduz sistematicamente na formação de ácidos, principalmente o acético,

que reduzem o pH da bebida.

O álcool é um dos subprodutos das bactérias e leveduras na transformação da sacarose. (PALUDO,2017). O etanol e o ácido acético produzidos pelas leveduras podem prevenir a disputa com outros microrganismos, patogênicos, proporcionando assim uma proteção contra a contaminação da kombucha (LIU et al., 1996).

De acordo PALUDO (2017) na qual fez um projeto desenvolvimento e caracterização de kombucha obtida a partir de chá verde e extrato de erva-mate: processo artesanal e escala laboratorial, a diminuição do pH está ligada ao aumento da produção de ácido acético, em que as leveduras anaeróbias não converteram o açúcar efetivamente em etanol e o teor remanescente do inóculo e foi convertido em ácido acético pelas bactérias.

PALUDO (2017) realizou uma análise do conteúdo de açúcares e percebeu que durante a fermentação da kombucha, os dissacarídeos sofrem decomposição em monossacarídeos sob influência de enzimas e ácidos, ou seja, açúcares simples. As moléculas de sacarose se ligam ao sítio ativo de enzima em que são convertidas em glicose e frutose, que continuam a se transformar em outros produtos por meio de uma série de reações consecutivas e paralelas. Em vista disso a mistura de reação altera sua composição durante a fermentação.

Essa hidrólise inicial da sacarose é destinada a ação das leveduras. Com avanço da fermentação, as leveduras usam o açúcar de modo anaeróbio para produzir etanol, no mesmo momento em que as bactérias acéticas utilizam o açúcar e o etanol para produzir glucônico e ácido acético, respectivamente (DUFRESNE; FARNWORTH, 2000; JAYABALAN et al., 2010; LONČAR et al., 2014).

Segundo o mestrado do SANTOS, (2016) de caracterização da microbiota e desenvolvimento de novos produtos alimentares, a identificação dos microrganismos foi feito através de DNA os resultados da sequência do DNA da bactéria acética, apontam para a possibilidade de esta pertencer a uma das seguintes espécies com igual de percentagem de identidade (95 %): *Acetobacter papayae*, *A. peroxidans* ou *A. pasteurianus*.

SANTOS (2016), na identificação microbiológica de leveduras no método de DNA obteve-se as seguintes espécies: *Candida californica*, *Metschnikowia sp.*, *Zygosaccharomyces rouxii*, *Metschnikowia pulcherrima*, *Metschnikowia bicuspidata var: bicuspidata*.

Segundo o estudo de PALUDO, (2017) na qual realizou análise do conteúdo de composto orgânico, em que o ácido láctico foi detectado apenas no 6º e 7º dias de fermentação do chá verde artesanal. O resultado de ácido láctico foi inferior a 0,2 g/L, estando fora da concentração mínima da curva padrão e impossibilitando sua quantificação exata. Ácido acético foi quantificado durante a fermentação de todas as kombuchas, chegando a um valor final de 2,72 g/L na de erva-mate artesanal até 5,47 g/L na de chá verde laboratorial. A versão laboratorial da kombucha de erva-mate produziu, ao final dos 7 dias de fermentação, 4,12 g/L de ácido acético, 51,5% a mais quando comparado à sua versão. Já para o chá verde artesanal, a concentração final foi de 4,23 g/L de ácido acético, 30% a menos do que em sua versão laboratorial, mas também com diferença significativa entre as metodologias.

As explicações para essa divergência nas metodologias é que as bactérias acéticas, nas condições estabelecidas, transformam o etanol do meio em ácido acético em maior velocidade, já que juntamente com a maior quantificação de ácido acético na versão laboratorial está também a menor quantidade e até mesmo o consumo total do etanol.

PALUDOS (2017) concluiu que o nível de ácido acético varia entre as kombuchas dependendo do conteúdo e das atividades das bactérias ácido acéticas residentes. Enquanto que as leveduras convertem o açúcar em álcool e dióxido de carbono, as bactérias acéticas se acumulam no *scooby* da cultura inicial da kombucha e são responsáveis pela criação de novas camadas de celulose, além de metabolizarem o álcool produzido pelas leveduras em ácidos orgânicos.

Embora já se tenha realizado alguns estudos a respeito da kombucha, sua microbiota e seu funcionamento ainda não estão bem definidos e padronizados, tornando-se necessário um melhor entendimento sobre como os microrganismos interagem entre si, qual sua intensidade e papel para melhor caracterizar o perfil dessa bebida (PALUDO, 2017).

5. CONCLUSÃO

A kombucha, apesar de ainda não ser muito reconhecida, está ganhando espaço no mercado brasileiro. O presente trabalho objetivou-se apresentar as características físico-químicas e microbiológicas da kombucha, principalmente por não se ter uma legislação

concreta do assunto e nesse caso, buscamos revisar outros artigos dos mesmos assuntos para mostrar que a bebida pode ser considerada de qualidade e consumida com tranquilidade. Os resultados presentes nesse artigo mostraram que mesmo sendo uma bebida artesanal é possível produzir kombucha em casa, mantendo sua qualidade físico-química e microbiológica.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALENTINE DA.; WISEMAN SA.; BOUWENS LC. **The chemistry of tea flavonoids**. Crit Rev. Food Sci Nutr. 1997. 37:693-04.

BELITZ H. D.; GROSCH W.; SCHIEBERLE P.; **Food Chemistry**, 4ª edição, págs. 951-8. Springer-Verlag, Berlin/ Heidelberg, 2009.

BRAIABANTE F. E. M et al. **A química dos chás. Química e sociedade**. São Paulo, jan 2014. Disponível em <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc36_3/03-QS-47-13.pdf>. Acesso em 17 out 2018.

DIAS.D.L. **"O que é fermentação?"**. Brasil Escola. Disponível em <<https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/quimica/o-que-e-fermentacao.htm>>. Acesso em 05 de jun. 2018.

DUFRESNE, C.; FARNWORTH, E. **Tea, Kombucha, and health: a review**. Food Research International, [s. l.], v. 33, n. 6, p. 409-421, Jul. 2000.

ESTIENE C. S. **Uva**. Info escola. Disponível em <<https://www.infoescola.com/frutas/uva/>>. Acesso em 17 out 2018

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. v.1: Métodos físico-químicos para análise de alimentos. IV, Ed. São Paulo: IMESP, 2005. Método 016/IV P. 576 – 577

ICMSF (INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL

SPECIFICATIONS FOR FOODS). **Microrganismos de lós alimentos**. 1. Técnicas de análisis microbiológico. Zaragoza: Acribia. 1994. 804p.

ESTIENE C. S. **Uva. Info escola**. Disponível em <<https://www.infoescola.com/frutas/uva/>> . Acesso em 17 out 2018.

FERNANDES. L. **Probiótico e bebidas fermentadas**. Food Adventures. Brasil, jul. 2018. Disponível em: <<https://www.foodventures.com.br/portfolio/probioticos-e-bebidas-fermentadas/>>. Acesso em: 05 ago. 2018.

FERREIRA.H; et al. **Microrganismos indicadores em alimentos de origem animal**. Resumo. Rio grande do Norte, mai. 2014. Disponível < http://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/765/1/ARTIGO_UsoCh%C3%A1Preto.pdf> Acesso em 17 out 2018.

GOBBI D.L; THEIS A a v. **Determinação do teor alcoólico de bebidas destiladas por um Destilador automático**. Associação brasileira de química. Recife, out. 2012. Disponível em: <<http://www.abq.org.br/cbq/2012/trabalhos/10/1477-14831.html> >. Acesso em: 02 ago. 2018.

JAYABALAN, R. et al. **A review on kombucha tea – microbiology, composition, fermentation, beneficial effects, toxicity, and tea fungus**. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, [s. l.], v. 13, n. 4, p. 538-550, 2014.

JAYABALAN, R. et al. **Biochemical characteristics of tea fungus produced during kombucha fermentation**. Food Science and Biotechnology, [s.l.], v. 19, n. 3, p. 843-847, 2010.

JAYABALAN, R. et al. **Changes in free radical scavenging ability of kombucha tea during fermentation**. Food Chemistry, [s.l.], v. 109, n. 1, p. 227-234, 2008.

KHAN, N.; MUKHTAR, H. **Tea polyphenols for health promotion**. Life Science, v. 81, n. 7, p. 519-533, 2007.

LABORATORIO CERELAB. **Físico – químico. Itapeva**. Disponível em <http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwiZwZ_ckv_dAhVEGZAKHb3MAacQFjAAegQIBxAB&url=http%3A%2F%2Fcerelab.com.br%2Ffisico-o-quimica%2F&usg=AOvVaw0Nye5Lw0bR6Gzp1-JHsYg5>. Acesso em 05 ago.2018

LIMA, J.D.; MAZZAFERA, P.; MORAES, W.S.; SILVA, R.B. **Chá: aspectos relacionados à qualidade e perspectivas**. Ciência,2008.

LIMA, Ana C. da S.; AFONSO, Júlio C. **A química do refrigerante**. Revista Química Nova na Escola. São Paulo, v. 31, n. 3, p. 210-215, ago. 2008. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc31_3/10-PEQ-0608.pdf>. Acesso em: 15 out. 2018.

LIU, C. -H. et al. **The isolation and identification of microbes from a fermented tea beverage, Haipao, and their interactions during Haipao fermentation**. Food Microbiology, [s. l.], v. 13, n. 6, p. 407-415, Dec. 1996.

PALUDO, N. **Desenvolvimento e caracterização de kombucha obtida a partir de chá verde e extrato de erva-mate: processo artesanal e escala laboratorial**. Tese de conclusão de curso de graduação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

PARRON M.L et al. **Manual de procedimentos de amostragem e análises físico-químicos da água**. Embrapa. Colombo, PR, ago.2011. Disponível em <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/57612/1/Doc232ultima-versao.pdf>>. Acesso em 20 de jun. 2018).

SANTOS, J.M. **Kombucha: caracterização da microbiota e desenvolvimento de novos produtos alimentares para uso em restauração**. Tese de mestrado, Universidade nova de

Lisboa, 2016.

SANTOS, R. C.W; et al. **Obtenção e caracterização de kombucha de chá preto**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Minas Gerais- UFMG, Brasil, 2017.

SIQUEIRA, R.S. **Manual de microbiologia de alimentos**. Brasília: EMBRAPA, SPI, Rio de Janeiro: EMBRAPA, CTAA, 1995. 159p.

SILVA, S.R.S; et al. **Uso do chá (Camellia sinensis) no controle do diabetes mellitus**. Revista de ciência Farmacêutica Básica e Aplicada. Minas gerais, out. 2010. Disponível em
<http://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/765/1/ARTIGO_UsoCh%C3%A11Preto.pdf> . Acesso em 17 out 2018.

SIMEONI, et al. **Microencapsulação de probióticos: inovação tecnológica na indústria de alimentos**. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental – REGET. Santa maria, mai.2014. Disponível em: <[https://periodicos.ufsm.br/reget/article/viewFile/13020 /pdf](https://periodicos.ufsm.br/reget/article/viewFile/13020/pdf)>. Acesso em: 05 ago.2018.

ZANIN. T. **O que a kombucha e seus benefícios. Tua saúde**. São Paulo, out. 2018. Disponível em: <<https://www.tuasauade.com/beneficios-do-kombucha/>>. Acesso em: 01 nov. 2018.

COMPATIBILIZAÇÃO DE SISTEMAS PREDIAIS EM ALVENARIA ESTRUTURAL

Rafael Constantino ¹

Gerson De Marco ²

Universidade de Araraquara – UNIARA

RESUMO

O trabalho analisa a exigência de se compatibilizar os sistemas prediais com a alvenaria estrutural devido as elevadas necessidades exigidas para a interação entre os sistemas. A alvenaria estrutural é um sistema construtivo que dispensa a utilização de pilares e vigas, assim suas paredes trabalham como portantes (recebem a carga e transmitem), não permitem modificações e cortes para quais quer serviços, sendo isto necessários para a instalações dos sistemas prediais, que são os sistemas físicos integrados à edificação, com a finalidade de dar suporte às atividades dos usuários. Devido a quantidade de sistemas prediais, a pesquisa limitou-se às instalações hidráulicas, instalações elétricas e instalações de gás. Foram abordados neste trabalho alguns cuidados e métodos para permitir está melhor interação entre os sistemas. A análise foi realizada por detalhamento dos métodos de compatibilização e suas especificidades. Com os dados analisados, foi possível concluir que existe real necessidade de se tomar uma série de cuidados na elaboração dos projetos que fazem uso do sistema construtivo de alvenaria estrutural, prevendo soluções que atendam as especificações de compatibilização de sistemas prediais tanto no momento da elaboração, quanto nas possibilidades posteriores para alterações para manutenção ou atualização.

Palavras-chave: Alvenaria Estrutural; Sistemas Prediais.

ABSTRACT:

The work analyzes the compatibility of building systems with structural masonry, due to the low demands required for the interaction between the systems. Structural masonry is a building system that does not require the use of columns and beams, as well as the walls used as carriers (receives load and transmission), does not use tests and cuts for service questions, which is the case for building systems installations which are the physical systems integrated into the building, using the support of users' activities. Limit on building systems, a limited search for plumbing, electrical and gas installations. In this work some precautions and methods were approached to allow a better interaction between the systems. An analysis was performed by detailing the compatibility methods and their specificities. With the data analyzed, it was possible to conclude that there is a real need to take a lot of care in the elaboration of the projects that use the structural masonry building system, providing solutions that meet the specifications of building systems compatibility at the time of elaboration, as well as later possibilities for maintenance or upgrade changes.

Key words: Structural masonry, Building systems.

1. INTRODUÇÃO

O princípio construtivo da alvenaria estrutural é empregado desde as primeiras edificações realizadas pelo homem, para os mais variáveis fins. A partir de blocos, dos mais diversificados materiais como pedra, argila, entre outros, com assentamento, algumas destas obras desafiaram o tempo, chegando aos dias atuais (RAMALHO E CORRÊA, 2003).

Somente a partir de 1900 a alvenaria começou a ser tratada como material de engenharia, sendo o método construtivo baseado em princípios científicos rigorosos. As normas brasileiras para alvenaria estrutural começaram a surgir em meados de 1950 e se aperfeiçoaram, até os dias atuais, por meio de intensas pesquisas (RAMALHO E CORRÊA, 2003).

Segundo Parsekian e Soares (2010) a alvenaria estrutural pode ser definida como um componente complexo, constituído por blocos unidos entre si por juntas de argamassa, formando um conjunto rígido e coeso. Além das funções tradicionais da alvenaria (vedação, conforto térmico e acústico, estanqueidade, resistência ao fogo, durabilidade, etc.), a alvenaria estrutural exerce a função de absorver e transmitir ao solo, ou à estrutura de transição, todos os esforços a que o edifício possa vir a ser submetido.

A alvenaria estrutural é um sistema construtivo racional, por dispensar pilares e vigas, e, se necessário, armaduras e grauteamento em determinados pontos. Os próprios blocos são usados como forma, portanto, o conjunto resulta mais econômico que os sistemas construtivos tradicionais (PARSEKIAN E SOARES, 2010).

Conforme Aguiar e Kalbusch (2019), os sistemas prediais são os sistemas físicos integrados à edificação, com a finalidade de dar suporte às atividades dos usuários. A suposta facilidade na elaboração de sistemas prediais esbarra na complexidade em compatibilizar os vários elementos que os compõe, como: gás combustível, água fria, água quente, águas pluviais, esgoto sanitário, combate ao incêndio, eletricidade, telecomunicações, segurança, transportes (elevador, escada rolante...), supervisor (automação predial, controles, ar condicionado, iluminação, correção do fator potência).

Para além da variedade de sistemas prediais existentes, é necessária atenção às diversificadas normas técnicas vigentes para cada um desses componentes, dispondo dos cuidados para que os sistemas prediais se adaptem aos diferentes métodos construtivos.

Apesar da evolução tecnológica da alvenaria estrutural e dos sistemas prediais, a compatibilização dos mesmos revela diversos problemas tais quais as limitações da alvenaria estrutural, as exigências técnicas dos sistemas prediais e a possibilidade de atualização, manutenção e novas instalações. Para solucionar alguns destes possíveis problemas, podem-se aplicar, durante a fase de projeção, métodos que permitem melhor interação entre a alvenaria estrutural e os sistemas prediais, favorecendo o melhor desempenho desse conjunto.

Dada à extensão do assunto, a pesquisa limitou-se aos sistemas prediais relacionados às instalações hidráulicas, instalações elétricas e instalações de gás. Será realizada pesquisa bibliográfica sobre sistemas prediais e alvenaria estrutural. Foram analisadas várias interferências entre os elementos construtivos, objetivando melhor aproveitamento e interação entre eles e, assim, possibilitando maior conforto, durabilidade e confiança dos usuários que irão desfrutar das futuras edificações, além de evitar futuras patologias.

2. MÉTODOS DE COMPATIBILIZAÇÃO DA ALVENARIA ESTRUTURAL COM OS SISTEMAS PREDIAIS

2.1 PROCESSO DE PROJETO E DE CONSTRUÇÃO

Os projetos devem ser realizados por especialistas, com toda a compatibilização dos projetos de arquitetura, estrutura, sistemas prediais, técnicas construtivas e prevenção para possíveis atualizações, reformas e instalação de novos sistemas prediais; plantas, cortes e detalhamentos necessários, com as posições das instalações dos sistemas.

A exigência de compatibilizar os sistemas prediais num projeto deve-se a indisponibilidade de se fazer alterações após o término da obra, como é possível observar na normatização que regulamenta: “não são permitidos condutores de fluidos embutidos em paredes estruturais, exceto quando a instalação e a manutenção não exigirem cortes” (ABNT, NBR 15961-1, 2011).

É muito importante fornecer informações ao usuário, capacitando-o a para bem usufruir do seu imóvel e, se necessário, empreender manutenções ou mudanças. Nesse sentido, é relevante prover o proprietário de um manual, munido de todas as informações

relevantes. Com isso evita-se, por exemplo, problemas nas manutenções iniciais do imóvel, quando o proprietário for colocar um quadro, instalar armários, acessórios no banheiro, etc.

Outro cuidado a ser tomado, tanto no projeto quanto no manual do proprietário, será constar tudo o que pode ou não pode ser feito, principalmente, em relação às aberturas em paredes estruturais. Em caso de necessidade de mudanças no imóvel, seja por estética ou para alterar os sistemas prediais, recomenda-se que um projetista seja procurado antes que se faça qualquer alteração.

Na elaboração do projeto, também, devemos deixar registradas observações a respeito das paredes não estruturais que podem ser usadas como apoio às futuras instalações, modificações ou mesmo readaptações dos sistemas prediais.

No processo de construção a alvenaria estrutural precisa de colaboradores especializados. Exige-se uma equipe bem treinada, apta a interpretar e executar todos os projetos e fazer as instalações dos sistemas prediais. Evitam-se, assim, cortes horizontais nas paredes, passagem de tubos dentro dos blocos e outras intervenções inadequadas.

2.2 PROCESSO DE CUIDADOS E DETALHAMENTOS DAS COMPATIBILIZAÇÕES DOS SISTEMAS

2.2.1 CUIDADOS NECESSÁRIOS NO PROCESSO DE COMPATIBILIZAÇÃO

Os principais cuidados estão relacionados às partes hidráulicas, pois, para estas, em caso de manutenção ou pequenos reparos, os métodos utilizados são destrutivos. Assim, não se deve passar tubulações dentro dos blocos ou efetuar rasgos (na horizontal e vertical) para a passagem das tubulações.

Segundo a ABNT, NBR 15961-1 (2011) “não são permitidos condutores de fluídos embutidos em paredes estruturais, exceto quando a instalação e a manutenção não exigirem cortes”. Para suprir as dificuldades desse método construtivo, existem vários artifícios possíveis de se executar na edificação.

No que tange às partes elétricas, telefonia, sistemas de segurança, entre outros, não há problemas em passar os eletrodutos verticalmente dentro dos blocos estruturais,

pois na hipótese de manutenção, ou pequenos reparos, não é necessária a utilização de métodos destrutivos. Ainda que maiores cuidados não sejam necessários nesse quesito, nada impede que se estabeleça alguma estratégia de ação para o proprietário/morador.

2.2.2 DETALHAMENTO SOB A LAJE

Perto da laje, há a chamada canaleta “J” (utilizadas nas paredes externas) e o “compensador” (com formato de U, utilizados nas paredes internas). Esses elementos fazem parte do engastamento entre as lajes e as paredes estruturais e, dentro de toda extensão deles, há uma barra de aço de 3/8” (10 mm). Habitualmente, as construtoras costumam instalar as tubulações hidráulicas entre a laje e a ultimada fiada da parede, pela facilidade de conduzir a tubulação até ponto desejado e de modo que a moldura de gesso possa prover, posteriormente, o acabamento. Com o projeto definido que utilizara este método, devera calcular a altura mínima que passara esta tubulação abaixo das ferragens, representadas na figura 1, que são tão importantes no desempenho estrutural ou deixando na execução das paredes os pontos de passagem livres evitando assim posteriormente a chance de acabar cortando estas ferragens.

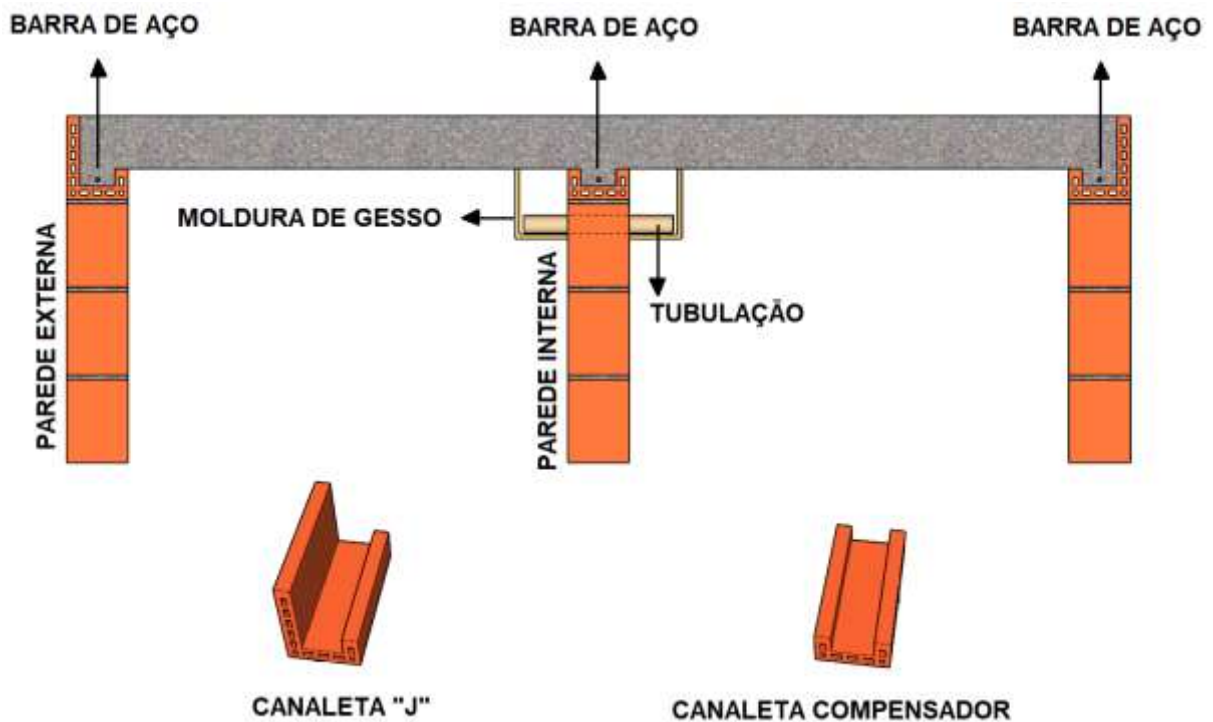


Figura 1 - Detalhamento sob a laje. Fonte: Própria.

2.2.3 DETALHAMENTO SOBRE A LAJE - DETALHAMENTO DO CONTRA PISO

São recomendáveis cuidados em caso de embutimento das tubulações no contrapiso, pois que, para as tubulações convencionais, como as de PVC, CPVC, PPR, que são as mais utilizadas no mercado, há a utilização de métodos destrutivos, quando se fazem necessários reparo ou manutenção. Dessa forma, é preciso reservar peças de recomposição, como o piso.

Existe, porém, a alternativa de metodologia não destrutiva, com a utilização das tubulações tipo PEX. A tubulação, nesse caso, fica dentro de um conduíte de passagem instalado no contrapiso (figura 2), o que facilita a manutenção, pois sua ligação com as conexões são através de “cripagem” (sem utilizar cola) possibilitando sua retirarem posteriormente se necessário, localizada estas conexões nas caixas de coletores como da figura 3. Dessa forma, para a manutenção é só retirar o tubo PEX existente e colocar outro no lugar através das caixas de coletores.

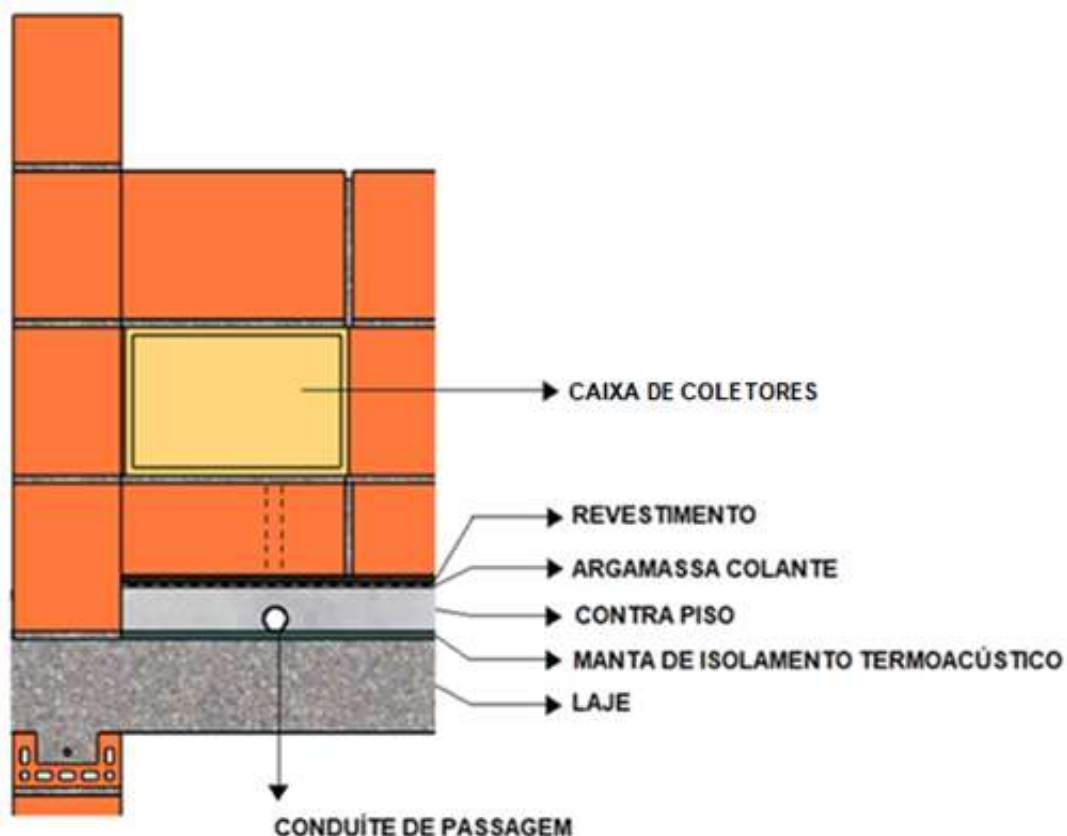


Figura 2 - Detalhamento do contra piso. Fonte: Própria.



Figura 3 - Detalhamento caixa de coletores. Fonte: Lenhasol, 2019

2.2.4 DETALHAMENTO DE “SHAFTS”

Outros cuidados devem ser adotados com as tubulações verticais, pois elas não devem ser colocadas dentro dos furos dos blocos estruturais (além de que muitas edificações em alvenaria estrutural no mercado não são térreas). Assim, um bom projeto exige pensar em *shafts* e armários falsos, para melhor compatibilização entre os sistemas prediais e a alvenaria estrutural.

Os *shafts* como das figuras 4 a 7 podem ser constituídos por blocos, considerando quais partes deles não são portantes. Também é possível deixar, ao menos, uma das faces expostas para facilitar sua abertura em caso de necessidade (MACHADO, 1999)

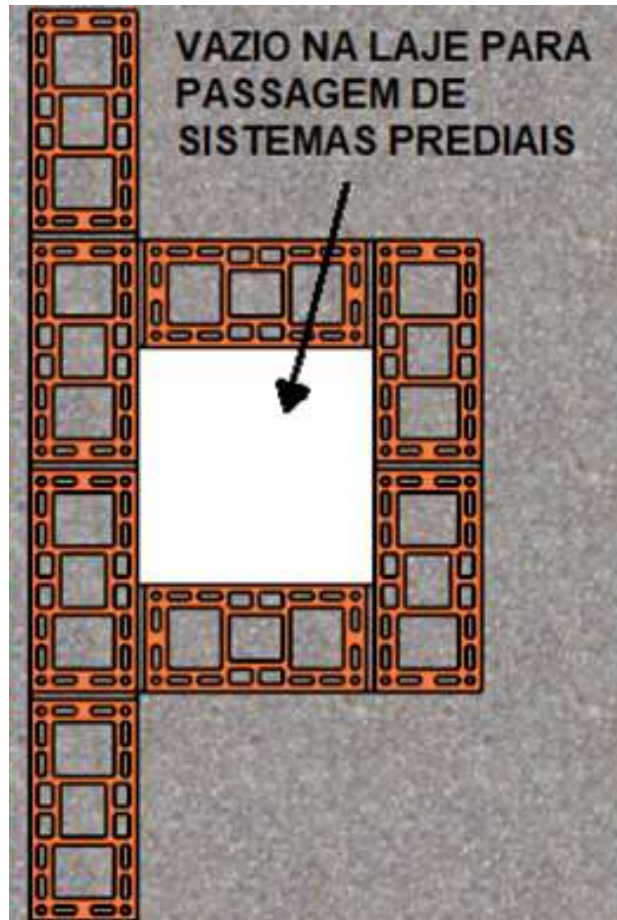


Figura 4 - "Shaft" não visitável. Fonte: Releitura de MACHADO, 1999.

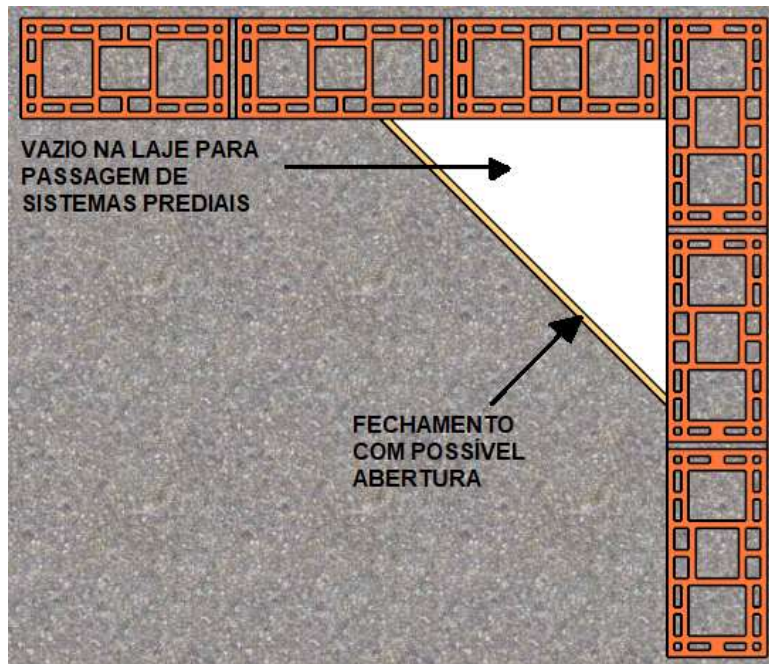


Figura 5 - "Shaft" de canto com possibilidade de visita. Fonte: Releitura de MACHADO, 1999.

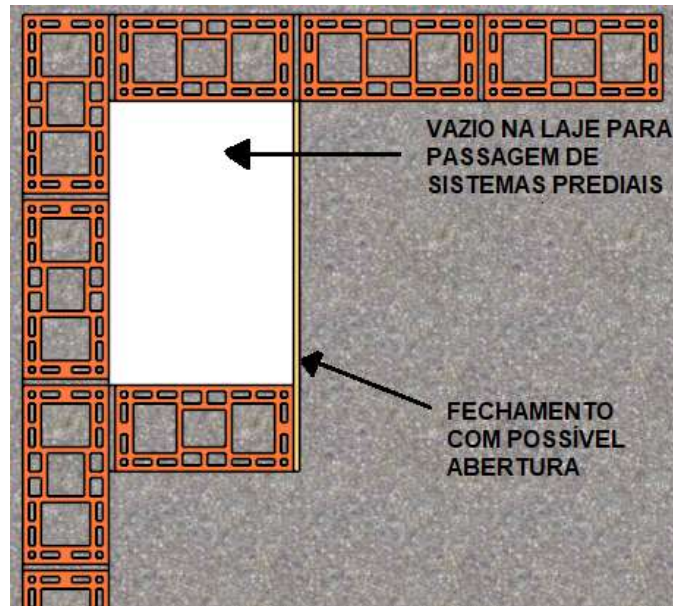


Figura 6 - "Shaft" visitável. Fonte: Releitura de MACHADO, 1999.

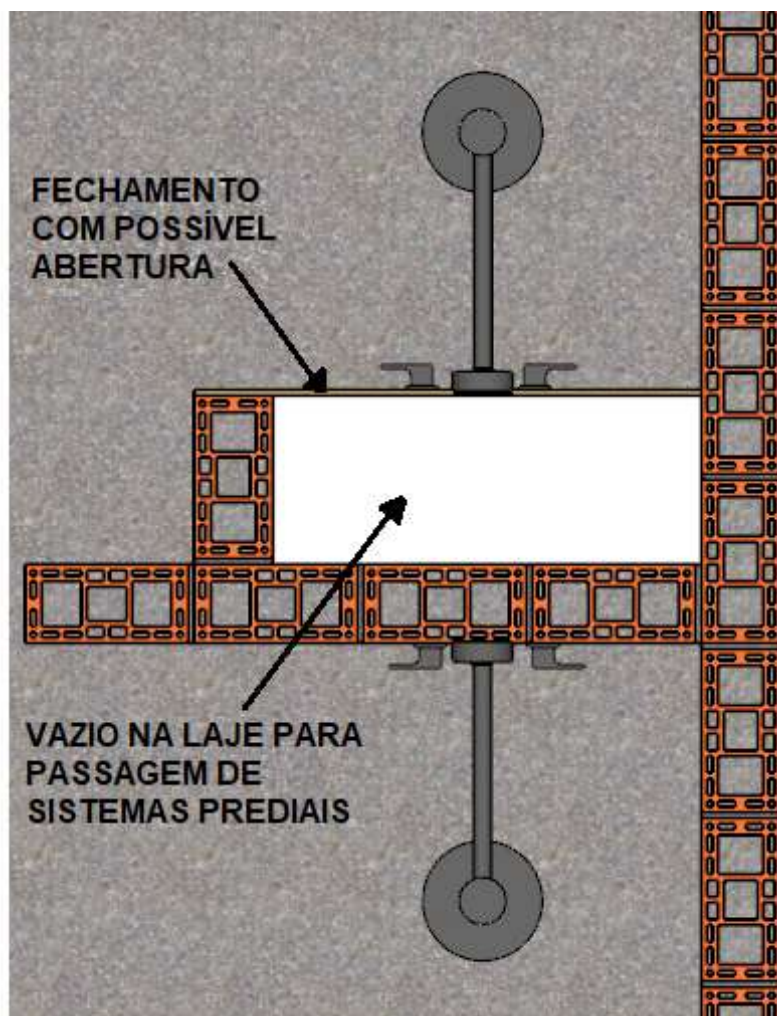


Figura 7 – "Shaft" visitável por apenas um dos lados. Fonte: Releitura de MACHADO, 1999.

2.2.5 DETALHAMENTO DE ARMÁRIOS FALSOS

Em relação aos armários falsos, é possível fazê-los principalmente no *hall* de distribuição da edificação observado na figura 8, pois podem ser mais amplos que o *shaft* e incluir não só as partes hidráulicas, mas também as partes elétricas, de segurança, entre outras. Ficando eles em um hall de distribuição, há facilidade no seu acabamento, que pode ser em *drywall*, sendo utilizados, inclusive, para alocar os leitores de água e energia elétrica.

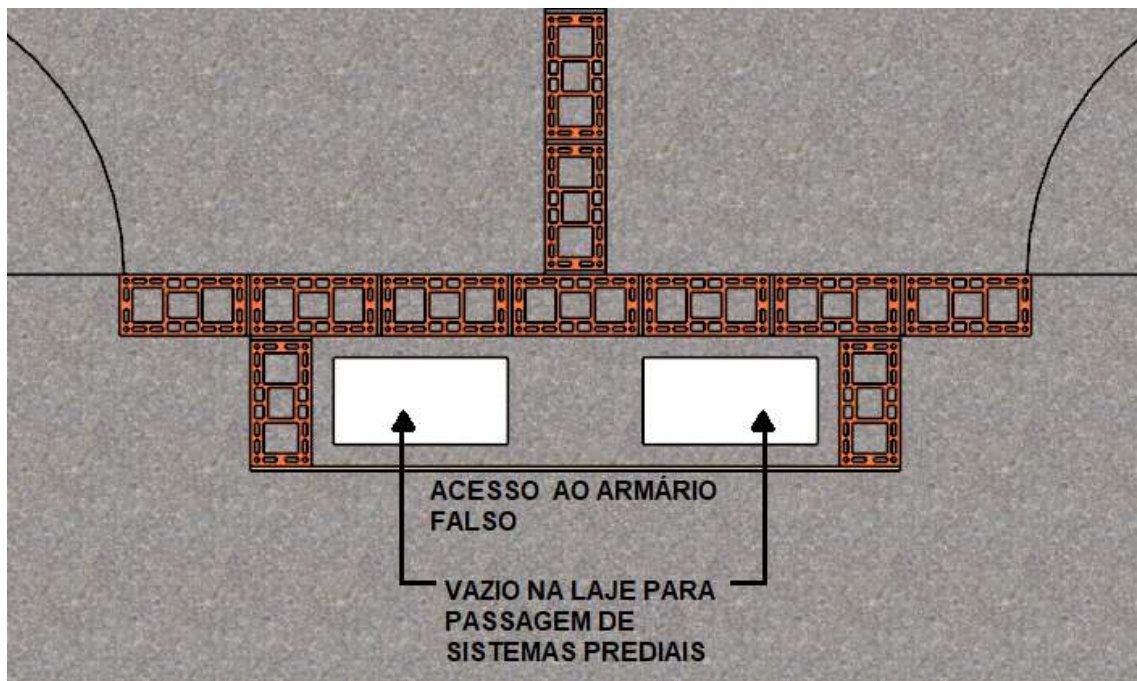


Figura 8 - Detalhamento de armário falso. Fonte: Própria.

2.2.6 DETALHAMENTO DAS “PAREDES HIDRÁULICAS” OU ELETRODUTOS

Pode-se deixar um vão entre algumas paredes estruturais conforme a figura 9, de modo que, sem afetar a estrutura, torne-se possível a passagem de condutores hidráulicos e eletrodutos para caminhos de fiações ou outros elementos que se façam necessários. Recomenda-se, porém, cuidados para que, no seu fechamento, não ocorram fissuras. Entre as paredes e os elementos de fechamento devem ser utilizadas fitas estruturais e realizar-se o engastamento das tubulações ou eletrodutos nas paredes estruturais.

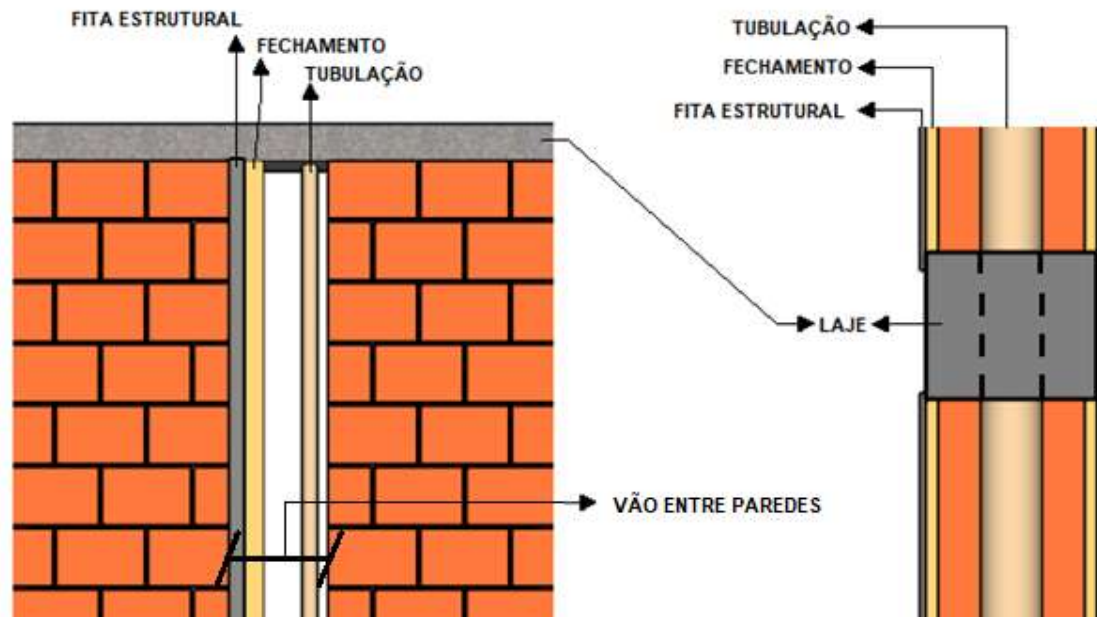


Figura 9 - Detalhamento de parede hidráulica. Fonte: Própria.

3. CONCLUSÃO

Para a realização de um projeto em alvenaria estrutural, tem-se que considerar todas as necessidades relacionadas aos projetos integrantes dos sistemas prediais. E, mais, prever que, futuramente, os sistemas prediais podem sofrer algumas alterações ou, mesmo, cogitar que o próprio empreendimento possa sofrer modificações, sobretudo em se tratando de um prédio público. Para tanto, é preciso conceber um projeto apto a suportar alterações sem sofrer danos à sua estrutura.

Do mesmo modo, é muito importante manter os projetos disponíveis para futuras consultas, para reformas, ampliações ou adequações, a fim de obedecer à concepção estrutural que lhe foi dada e evitar as muitas prováveis patologias resultantes de interferências realizadas sem a devida observação dos projetos.

É fundamental ressaltar, sempre, a necessidade de seguir-se as normas regulamentadoras, para evitar-se transtornos futuros.

Diante da apresentação e dos detalhamentos sobre alvenaria estrutural (tendo em conta as especificidades que compõem a compatibilização entre o sistema construtivo e os sistemas prediais), conclui-se que existe uma real necessidade em se tomar uma série de cuidados na elaboração dos projetos que fazem uso de tal sistema construtivo,

prevendo-se soluções que atendam às necessidades de compatibilização de sistemas prediais, tanto no momento da elaboração, quanto em futuras alterações.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação brasileira de normas técnicas – ABNT. **NBR 8798 Execução e controle de obras em alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto**. Rio de Janeiro, 1985

Associação brasileira de normas técnicas – ABNT. **NBR 15961-1 Alvenaria estrutural - Blocos de concreto. Parte 1: Projeto**. Rio de Janeiro, 2011

Associação brasileira de normas técnicas – ABNT. **NBR 15961-2 Alvenaria estrutural - Blocos de concreto. Parte 2: Execução e controle de obras**. Rio de Janeiro, 2011

Associação brasileira de normas técnicas – ABNT. **NBR 15270-1 Componentes cerâmicos Parte 2: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural – Terminologia e requisitos**. Rio de Janeiro, 2017

Associação brasileira de normas técnicas – ABNT. **NBR 15270-2 Componentes cerâmicos Parte 2: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural – Terminologia e requisitos**. Rio de Janeiro, 2017

Associação brasileira de normas técnicas – ABNT. **NBR 7198 Projeto e execução de instalações prediais de água quente**. Rio de Janeiro, 1993

Associação brasileira de normas técnicas – ABNT. **NBR 5626 Instalação predial de água fria**. Rio de Janeiro, 1998

Associação brasileira de normas técnicas – ABNT. **NBR 5410 Instalações elétricas de baixa tensão**. Rio de Janeiro, 2004

KALBUSCH, Andreza; AGUIAR, Mario C. de. **Instalações Prediais**. Disponível em: http://www.joinville.udesc.br/portal/departamentos/dec/labipr/materiais/ipr_aula_01.pdf Acesso em 23 maio de 2019

LENHASOL. **Caixa colectores**. Acesso em: 07 de setembro de 2019 <http://www.lenhasol.com/colectores.html>

MACHADO, Sofia. L. **Sistemática de concepção e desenvolvimento de projetos arquitetônicos para alvenaria estrutural**. 1999. 198p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

PARSEKIAN, Guilherme A.; SOARES, Márcia M. **Alvenaria estrutural em blocos cerâmicos: projeto, execução e controle**. São Paulo: PINI, 2010.

RAMALHO, Marcio A.; CORRÊA, Marcio R. S. **Projeto de edifícios de alvenaria estrutural**. São Paulo: PINI, 2003.

TAUIL, Carlos A.; NESSE, Flávio J. M. – **Alvenaria Estrutural: Alvenaria, Construção em concreto, Engenharia de estruturas**. São Paulo: PINI, 2010.

PROJETO E IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA BIODIGESTOR PARA FORNECIMENTO ALTERNATIVO DE GÁS E ENERGIA NAS COMUNIDADES DA REGIÃO AMAZÔNICA – AM

Thiago Barros Buente Teixeira (Centro Universitário Padre Anchieta)
Raquel Carnivalle Silva Melillo (Centro Universitário Padre Anchieta)

RESUMO

No Brasil, milhares de pessoas sofrem com a falta de distribuição de energia elétrica, e, em sua maioria vivem em pequenas comunidades, localizadas majoritariamente na região amazônica, que por suas particularidades geográficas depende principalmente de sistemas isolados de energia. A busca por tecnologias que possam substituir as fontes de energia estão sendo intensificadas por pesquisadores. Vem ganhando destaque em meio a esses estudos a utilização de resíduos industriais, agrícolas e urbanos; e uma das formas mais visadas são os biodigestores (geradores de biogás), o biogás é composto principalmente por metano e gás carbônico com grande aplicabilidade, seja para queima ou para geração de energia elétrica. Neste contexto, o objetivo deste trabalho é projetar um biodigestor que atenda a cem pessoas de comunidades isoladas da Amazônia. Trazendo uma alternativa viável, contribuindo não só com o desenvolvimento local, mas também com o desenvolvimento social e econômico, além de melhoria nas condições ambientais e na qualidade de vida. De acordo com os cálculos, considerando somente iluminação e gás natural, concluiu-se que a comunidade economizaria R\$205,92 por mês na conta de energia e o biodigestor produziria o equivalente a R\$5.140,00 reais em GLP (Gás de Petróleo Liquefeito).

Palavras-chaves: acesso à energia; pobreza energética; Amazônia; fontes renováveis de energia; políticas públicas, biodigestor, biogás.

ABSTRACT

In Brazil, thousands of people suffer from the lack of electricity distribution, and mostly live in small communities, mostly located in the Amazon region, which by their geographical particularities depends mainly on Isolated energy systems. The search for technologies that can replace energy sources is being intensified by researchers. It has been gaining prominence amid these studies the use of industrial, agricultural and urban waste; And one of the most targeted forms are the biodigesters (biogas generators), the biogas is mainly composed of methane and carbonic gas with great applicability, either for burning or for generating electricity. In this context, the objective of this work is to design a biodigester that meets one hundred people from isolated communities in the Amazon. Bringing a viable alternative, contributing not only to local development, but also to social and economic development, as well as improvement in environmental conditions and quality of life. According to the calculations, considering only lighting and natural gas, it was concluded that the community would save R \$205,92 per month in the energy bill and the biodigester would produce the equivalent of R \$5.140, 00 reais in LPG (liquefied petroleum gas).

Keywords: access to energy; Energy poverty; Amazon; renewable energy sources; Public policies, biodigester, biogás.

1. INTRODUÇÃO

Segundo Rodrigues et. al. (2006), para o desenvolvimento econômico e social, a energia elétrica é imprescindível, o acesso a fonte de energia contribui significativamente para qualidade de vida e bem-estar social. No Brasil, há uma grande quantidade de comunidades que não estão ligadas à rede de distribuição de energia, e, localizam-se em sua maioria na Amazônia.

O fornecimento de eletricidade, em algumas comunidades isoladas da Amazônia, já ocorre por meio de sistemas eletricamente isolados do interior. No estado do Amazonas essas comunidades são atendidas pela Companhia Energética do Amazonas – CEAM, que em algumas localidades se responsabiliza pelo fretamento fluvial para o transporte do combustível e lubrificante, e entretanto, na maioria das localidades, tal suprimento é deficiente, com altos índices de indisponibilidade de geração, que implicam em racionamentos frequentes e baixa confiabilidade nos serviços prestados (FILHO, 2006).

Considerando a situação, conclui-se que a implantação de um sistema confiável de suprimento de eletricidade nas comunidades isoladas, possibilitaria uma melhoria da qualidade de vida, juntamente com uma melhor qualidade na educação, acesso à saúde e água de qualidade (GOUVELO et. al., 2003).

Nas últimas décadas, houve uma intensificação das atividades humanas com o aumento desordenado da população e o crescimento sem planejamento de grandes núcleos urbanos, gerando um aumento significativo na produção de resíduos, que são despejados em locais não preparados para recebê-los e que provocam graves problemas socioambientais (ARCADIS, 2010).

Segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (IBGE, 2008), metade dos mais de cinco mil municípios brasileiros destinam seus resíduos para lixões, configurando um cenário inadequado que necessita de solução. Uma das soluções mais recentes foi dada através da Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), de 2010, regulamentando a destinação final dos resíduos sólidos produzidos, agindo como marco regulatório. Com isso, estabelece-se princípios, objetivos, instrumentos e diretrizes a serem seguidos.

À frente das políticas públicas, como carro chefe, está a realização de ações estruturantes de esforços em diferentes instâncias de governo, a fim de: minimizar a geração de resíduos; incentivar a logística reversa; promover a valorização dos resíduos

por conta da geração de empregos em processos de reciclagem, dignos e reconhecidos; pelo propiciar o correto tratamento dos materiais dispostos, evitando danos ao ambiente e à saúde; e, finalmente, haver o aproveitamento do inevitável subproduto do lixo, o biogás (ARCADIS, 2010).

O biogás é uma mistura de vários tipos de gases, resultantes da degradação anaeróbia de matéria orgânica dos resíduos sólidos depositados em aterros sanitários e dos efluentes industriais e esgotos domésticos tratados, podendo ser queimado em fogões, motores, caldeiras ou geradores para gerar energia elétrica, substituindo o gás de botijão, lenha, querosene ou gasolina (MATTOS et. al., 2011), que são recursos comumente empregados e que envolvem gastos expressivos, além de muitas vezes não estarem disponíveis com facilidade.

A implantação do sistema de biogás, pode suprir necessidades básicas para a subsistência de comunidades e melhorar condições sociais da população, contribuindo ainda com a redução dos impactos ao meio ambiente. A quantidade de energia gerada, obviamente, será reduzida se comparada ao produzido em processos como o das hidrelétricas, principalmente devido ao tamanho dos biodigestores, mas, por outro lado, os impactos sociais são mínimos e os benefícios para meio ambiente e população são expressivos (GASPAR, 2003).

O presente trabalho tem como objetivo o levantamento de opções e desenvolvimento de um projeto para a implementação de um sistema de biodigestor rural em comunidades da Amazônia, como uma alternativa viável, a fim de contribuir com o desenvolvimento da população local, que em sua maioria são famílias carentes, ribeirinhas, sofrendo com a falta de abastecimento de gás e energia, gerando desenvolvimento econômico e social, além de melhoria nas condições ambientais e na qualidade de vida.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Gerenciamento de resíduos e utilização de biodigestores para geração de energia

Quando não gerenciados de forma adequada os resíduos, segundo Holtz (2011), podem trazer prejuízos para sociedade, impactando na qualidade de vida e gerando tanto

problemas de saúde para a população quanto degradação do meio ambiente. Uma forma de gerenciar resíduos e ainda gerar energia elétrica, é com a utilização de biodigestores.

Biodigestor é um reservatório fechado, de concreto, alvenaria ou outros materiais, onde ocorre um processo anaeróbico de decomposição da matéria orgânica, resultando na produção de biogás e biofertilizante (FUKAYAMA, 2008). Para Barreira (2003), o biogás pode ser utilizado para fazer funcionar motor, geladeira, lampião, secadores diversos; podendo ainda substituir o gás de cozinha para cocção e a energia elétrica em aparelhos cujo funcionamento é determinado, como televisão, rádio e ferro de passar; e o biofertilizante, segundo Mattos et. al. (2011), pode ser usado como adubo orgânico, fortalecendo o solo e desenvolvendo as plantas. O biogás não apresenta mau cheiro e é rico em nitrogênio, uma substância muito carente no solo, porém fundamental na composição dos sistemas vivos. O nitrogênio disponível no solo passa por um processo de fixação biológica ou desnitrificação, ao ser transformado em nitrato pela ação de organismos vivos, o nitrato é incorporado nas cadeias dos compostos orgânicos, compondo os aminoácidos, que são passados na cadeia alimentar (MARTINS et. Al. 2003).

Com a crise do petróleo, na década de 1970, de acordo com Denagutti et. al. (2002), foi trazida para o Brasil a tecnologia dos biodigestores. O Brasil dispõe de condições climáticas favoráveis para explorar o grande potencial energético produzido pelos biodigestores, através da utilização do biogás, deixando de utilizar o gás de cozinha (mistura de butano e propano) e o combustível líquido (querosene, gasolina e diesel), todos esses derivados de petróleo, nos meios rural e urbano (BARREIRA, 2003).

2.1.1. Legislação

O uso de tecnologias sustentáveis, de acordo com Machado (2014), assegura a geração de empregos em negócios com boa lucratividade, podendo diminuir impactos de custos das administrações públicas e ainda elevarem o país a um status de primeiro mundo. No Brasil, os incentivos legais para tal prática começam com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) brasileira, juntamente com a *Lei 12.305/10* e o decreto *7.404/10*, que incentivam a implantação de biodigestores no país, estabelecendo uma ordem de prioridade na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos.

A Lei 12.305/2010, em seu art. 9, diz que “na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução,

reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos”, desenvolve em seu § 1, que as tecnologias poderão ser utilizadas visando a recuperação energética dos resíduos sólidos.

A biodigestão já possui um uso significativo no tratamento do esgoto urbano no Brasil e uso crescente no tratamento de resíduos sólidos de criadouros intensivos, principalmente de suínos e bovinos. Pode ser utilizada como alternativa de destinação de resíduos sólidos e redução de suas emissões prejudiciais. (MACHADO, 2014)

Em adição, justificando a importância da biodigestão e de seu emprego, o Decreto 7.404/10, regulamentador da PNRS, estabelece que, para esta nova tecnologia, não será necessário aguardar regulamentação específica dos ministérios envolvidos.

Ações para a diminuição das emissões de gases, tornam-se extremamente necessárias para a minimização dos impactos no clima. Os municípios, desta maneira, compartilhariam com a União os esforços para a efetivação dos compromissos internacionais já assumidos.

Encontra-se em tramitação, o Projeto de Lei 6559/13, que instituiria normas para a exploração das atividades econômicas de geração de energias, com biogás originado do tratamento sanitário de resíduos e efluentes orgânicos, em especial os gerados em atividades de produção agropecuária e agroindustrial, deixando claro em seu § 4º que atividades geradoras de Biogás seriam o reguladas e fiscalizadas pela União, podendo ser exercidas por produtores rurais, cooperativas agroindustriais, indústrias, empresa ou consórcio de empresas constituídos sob as leis brasileiras, com sede e administração no País.

2.1.2. Tecnologias aplicadas na confecção de biodigestores

Biodigestores de diversos modelos foram desenvolvidos com o intuito de tratar os resíduos orgânicos de residências ou de pequenas propriedades agrícolas. Abaixo, alguns desses biodigestores foram detalhados quanto à aplicação e estrutura, foram levantados os mais recorrentes na literatura para compreensão dos modelos, que podem contribuir para este trabalho.

a. Biodigestor chinês

Segundo Deganutti et. al. (2002), o biodigestor chinês é constituído quase todo por alvenaria, é projetado para ser barato e economizar espaço, por isso sua instalação ocorre toda abaixo do solo, conforme observa-se na Figura 1.

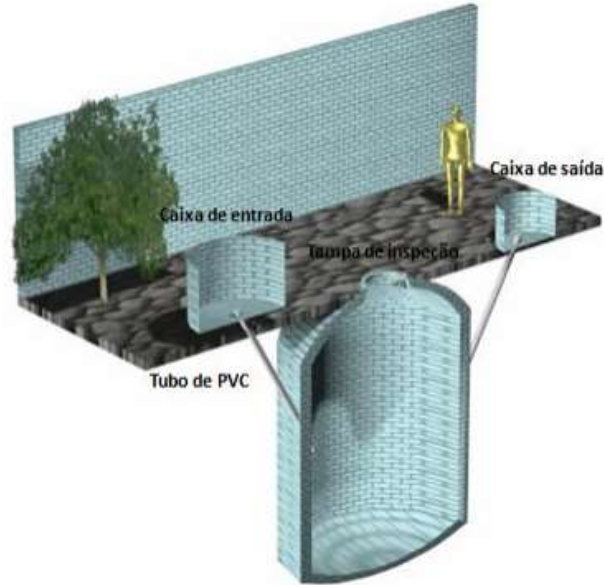


Figura 12 – Vista tridimensional Biodigestor Chinês.
Fonte: DEGANUTTI et. al, 2002.

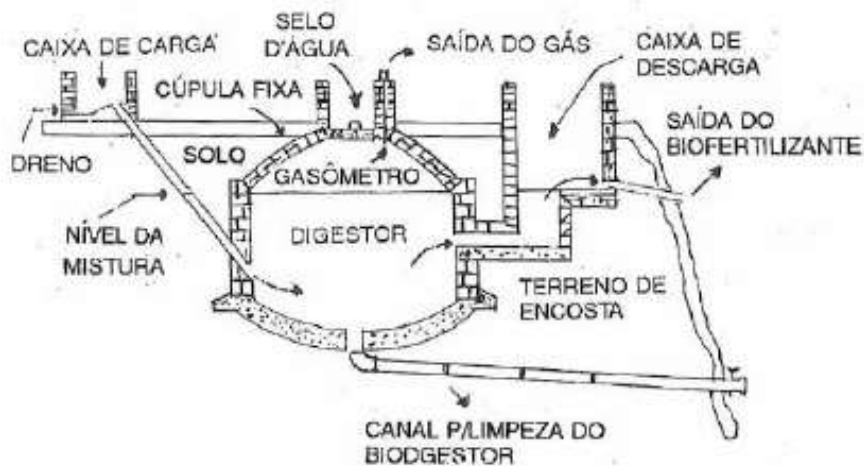


Figura 13: Esquema de um biodigestor chinês.
Fonte: Barrera (apud GONÇALVES, 2012)

Modelos construídos em alvenaria, tendem, a envolver custo baixo, porém, devem ser muito bem projetados para prevenir a ocorrência de vazamentos de gás. Para garantir o bom funcionamento, o substrato deve ser adicionado ao reservatório com uma frequência conveniente para que o reator seja considerado de alimentação contínua; necessita-se de um abastecimento de modo contínuo de matéria orgânica e, para que não

haja entupimentos, no caso da produção de biogás, deve-se apresentar uma porcentagem de 8% dos sólidos totais.

Nazaro (apud Kalia et. al, 1998) acompanhou por 10 anos o comportamento de um biodigestor Chinês, instalado na Índia, com capacidade para processar 3 m³, alimentação diária de 60 kg e um tempo de retenção hidráulica de 55 dias, observou que temperatura do substrato variou consideravelmente de acordo com a temperatura ambiente, e, a produção diária, também variou de acordo com a temperatura, tendo maior eficiência nos períodos de verão (2000 L/dia de biogás, aproximadamente), e, um decréscimo de 23-37 % no inverno (1600L/dia), sendo que nos primeiros cinco anos houve uma queda de 34% na produção de biogás e, nos cinco anos subsequentes, o material tendenciosamente se acumulava na região do reator, causando curtos-circuitos.

Nota-se que para o presente modelo, são necessárias limpezas regulares do digestato, para diminuir as ocorrências de curto circuito e aumentar a eficiência do digestor.

- b. **Biodigestor indiano** posto de uma câmara de digestão e de um depósito de gás móvel que se caracteriza por possuir uma campânula como gasômetro, a qual pode estar mergulhada sobre a biomassa em fermentação, ou em um selo d'água externo, e uma parede central que divide o tanque de fermentação em duas câmaras. O fato de o gasômetro estar disposto ou sobre o substrato ou sobre o selo d'água, reduz as perdas durante o processo de produção do gás (DEGANUTTI et. al., 2002).

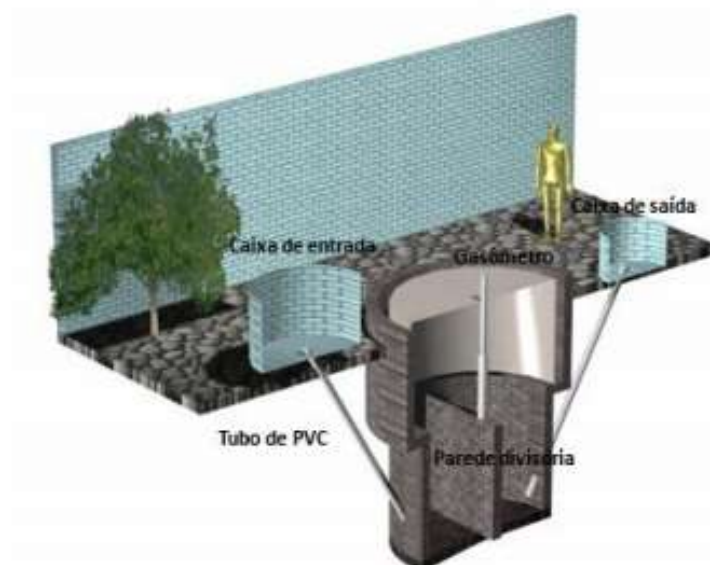


Figura 14 - Vista tridimensional Biodigestor Indiano.
Fonte: DEGANUTTI et. al, 2002.

Quando construído, apresenta o formato de um poço, conforme representado na Figura 3. Movimenta-se para cima e para baixo de acordo com a produção de biogás. Ocupa pouco espaço e a construção, por ser subterrânea, dispensa o uso de reforços, tais como cintas de concreto. Caso a cúpula seja de metal, deve-se fazer uso de uma boa pintura com uso de antioxidante.

Segundo Deganutti et. al. (2002), é uma característica desse modelo a operação em pressão constante, visto que à medida que o biogás é gerado e não é consumido, a campânula tende a deslocar-se verticalmente, aumentando o volume interno e mantendo assim a pressão constante. Para alimentá-lo, o resíduo utilizado deve apresentar concentração de sólidos totais não superior a 8%, facilitando a circulação do resíduo pelo interior da câmara de fermentação e evitando entupimento dos canos. O abastecimento, como no modelo chinês, é contínuo. Modelo de fácil construção, mas o gasômetro de metal encarece o custo final.

c. Homebiogás 2.0

Desenvolvido em Israel, seu principal diferencial está na praticidade de instalação; comprado pela internet e entregue com manual de instrução, podendo ser montado pelo próprio proprietário. De acordo com Ecoeficientes (2019), peças encaixáveis e de fácil manuseio compõe o sistema, que se define como um sistema autônomo de digestão anaeróbia para tratar adequadamente os resíduos orgânicos (restos alimentares, esterco animal e fezes humanas).



Figura 15 - Homebiogás.
Fonte: Ecoeficiente, 2017.

Por possuir dimensões reduzidas, se comparado ao demais modelos, este sistema torna-se incapaz de produzir biogás para produção de energia elétrica, produzindo apenas para queima. De acordo com Rosa (2017), o equipamento possui manutenção relativamente simples e, de acordo com o fabricante, não conta com nenhum sistema de aquecimento, recomendando-se que sua instalação seja em regiões onde a temperatura média anual não seja menor que 17 °C. Conta ainda com uma cobertura de captura solar que funciona como uma estufa, retendo o calor fornecido durante o dia dentro do tanque de digestão.

Este sistema é ideal para residências uni familiares, pois tem baixo custo de instalação e fácil manutenção. Ainda de acordo com informações fornecidas pelo fabricante, o biodigestor precisa de um tempo entre 2 à 4 semanas para dar partida no processo de digestão e iniciar a produção de biogás, seu tanque de digestão tem capacidade para 650 litros de substrato, e a alimentação deve ser realizada diariamente com 6 a 15 litros de substrato. (ECOFICIENTES, 2019). Este montante, deve gerar gás suficiente para 2 a 3 horas de cozimento diárias em fogão de boca única, e simultaneamente, o sistema ainda produz, em média, 5 a 10 litros de fertilizante líquido por dia, de acordo com o fabricante.

d. Eucolino

Desenvolvido para gerar energia através do biogás, por meio de resíduos orgânicos variados, como esterco bovino, sobras de alimentos e resíduos de jardinagem, possui um sistema totalmente mecanizado e automatizado, fazendo com que o custo de implantação e manutenção sejam relativamente altos. (ARAUJO, 2017)



Figura 16: EUCOLINO.
Fonte: Bioferm, 2019.

O produto pode ser fornecido em diversos tamanhos, variando de acordo com o volume de resíduo produzido. Para este trabalho, utiliza-se como objeto de comparação o menor biodigestor disponível, com uma estrutura modular de 15,24m x 3,35m x 3,35m e capacidade para aproximadamente 96m³ de resíduo. Apesar de ser um reator de baixa escala, de acordo com o fabricante, não é recomendado para instalações unifamiliares, sendo mais indicado para condomínios, shoppings, unidades de agricultura familiar, entre outros.

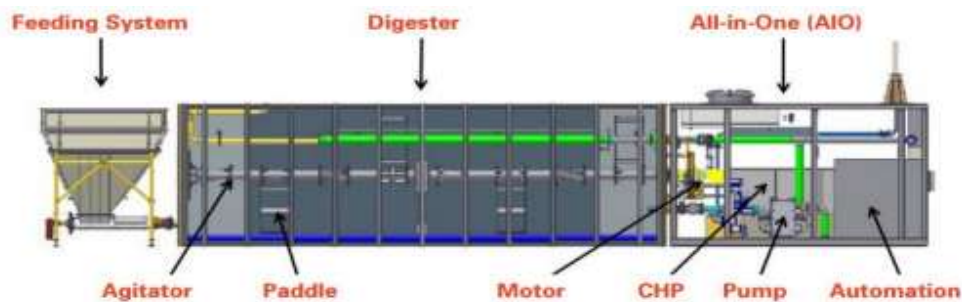


Figura 17: Detalhamento do biodigestor EUCOLino.
Fonte: Bioferm, 2019.

É composto por 4 módulos que formam o sistema, segundo o fabricante (BIOFERM, 2019) o sistema de alimentação², o digestor³, o armazenamento de gás⁴ e o MCT⁵.

Para garantir o funcionamento de todos os componentes elétricos, como bombas, misturadores em pás e alimentadores, o sistema consome aproximadamente 12% da energia gerada. O referido sistema é automatizado, com seu desempenho podendo ser acessado a partir de qualquer computador, e, por ser um sistema sofisticado, seu custo de implantação e manutenção é alto.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

² Recebe os resíduos orgânicos, tritura³ e mistura com água para alcançar a relação sólido/líquido ideal (aproximadamente 15%). A câmara de entrada conta com um sistema helicoidal automatizado, que assegura a alimentação uniforme do biodigestor. O substrato é bombeado a cada 1 hora para o sistema e fica retido em um funil, que detém material suficiente para dois dias de alimentação.

³ O tanque de digestão conta com um sistema de agitação de pás que move o substrato ao longo do biodigestor durante um tempo de retenção de 28 dias. Inicialmente, o sistema pode ser vendido com uma unidade de digestão. Entretanto, caso haja necessidade, o sistema possui capacidade de expansão em série para dois ou mais tanques digestores.

⁴ O biogás produzido O biogás produzido durante o processo de fermentação é recolhido e armazenado em um gasômetro com capacidade de armazenamento de 25m³ de biogás (com possibilidade de expansão para 50m³).

⁵ O gás é canalizado até a MCT localizada no fim do sistema. Essa unidade, assim como as outras, pode ser ampliada de acordo com a eficiência do processo e qualidade do substrato. Os sistemas possuem geradores com capacidade instalada variando entre 18kW até 100kW. O sistema EUCOLino é operado à temperaturas mesofílicas.

O plano de trabalho adotado partiu de uma revisão bibliográfica tendo como foco consultas a bases científicas e bibliografias específicas acerca dos principais sistemas para projetar e implementar biodigestores, baseando-se em modelos convencionais e abordagens modernas que tragam maior eficiência e baixo custo.

Uma vez levantado o referencial teórico inicial acerca dos biodigestores, como sua aplicação, modelos e dados relevantes quanto ao seu funcionamento, foram consultadas as legislações vigentes referentes ao biogás para confirmar se as opções analisadas atendem as especificações necessárias.

Prosseguindo com o estudo, foi realizada a análise comparativa e selecionado o modelo entendido como mais coerente com a realidade e disponibilidade de recursos da região em que será implementado. Então, foram pesquisadas inovações tecnológicas e adaptações que pudessem ser aplicadas ao modelo selecionado em vias de tornar o projeto mais adequado à realidade da comunidade que irá recebê-lo. Dessa forma, finalmente, foi desenvolvido o projeto executivo com detalhamento das especificações, levando em consideração todas as ponderações anteriores.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Caracterização da área de estudo

A Amazônia Legal abrange aproximadamente 3.800.000 km², dez estados brasileiros (Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins, acrescidos da totalidade do Estado de Mato Grosso e dos municípios do Estado do Maranhão), possui cerca de 25.000 km de rios navegáveis (IBGE, 2014). Uma parcela significativa desse espaço está fora do Sistema Interligado Nacional para a distribuição de energia elétrica, logo, esta região torna-se um grande desafio para a eletrificação rural no país. Geralmente as comunidades estão localizadas em áreas remotas, de difícil acesso, com uma estrutura de transporte precária e dificuldade de comunicação (PINHEIRO et. al., 2012).

4.1.1. Acesso à energia elétrica

Na região amazônica localizam-se 99% dos consumidores de energia em sistemas isolados do país (PINHEIRO et. al., 2012) e para que todas essas pessoas sejam atendidas, iniciativas são necessárias. Todavia, estender a rede elétrica para todas as regiões carentes

da Amazônia, torna-se uma opção inviável por dois motivos: as condições naturais e topográficas do local; e os custos, pois para beneficiar um número relativamente baixo de pessoas, o investimento é alto (GÓMEZ et. al, 2011).

Entretanto, não se trata apenas de propiciar o acesso à energia, a mesma deve ser direcionada para a melhoria da qualidade de vida dos que vivem no local, assim como acesso à saúde e à educação. Essa energia deve ser utilizada para fins produtivos, proporcionando o surgimento de novos negócios nas comunidades e/ou melhoria dos que já existem.

4.1.2. As comunidades

Para uma melhor análise do público para o qual o trabalho é voltado, cabe aqui uma breve caracterização de algumas comunidades na região amazônica, conforme Tabela 1, que descreve o perfil socioeconômico e energético de algumas das comunidades ribeirinhas, realizado em 2000, pelo NEFEN⁶. Todas essas comunidades possuem um suprimento de energia elétrica, limitados a quatro horas/dia.

Tabela 4 – Parte do resultado do levantamento socioeconômico e energético de populações ribeirinhas.

| Comunidade | Tempo até Manaus | Nº de famílias | Fonte de Renda | Renda/família (R\$) | Custo total com energia elétrica (R\$) | % da renda gasta com energia |
|-----------------------------|------------------|----------------|---------------------------|---------------------|--|------------------------------|
| Apostolo São Paulo | 2h e 15 min | 22 | Mandioca, Frutas e Pesca. | 89 | 30,9 | 35% |
| Santa Luzia | 7h | 12 | Mandioca e Frutas | 75 | 19,3 | 26% |
| Nossa Senhora da Cesárea | 8h | 16 | Farinha e Monocultura | 71 | 41,9 | 59% |
| Monte Cristo | 4h10 | 34 | Farinha | 110 | 32,8 | 30% |
| Nossa Senhora do Livramento | 3h30min | 18 | Farinha e Cupuaçu | 85 | 22,0 | 26% |

Fonte: Adaptado de NEFEN, 2002.

⁶ Núcleo de Eficiência Energética

O fornecimento de energia, no geral, é restringido a 4h/dia; os custos citados compreendem lenha, pilhas, gasolinas, querosene e velas; o diesel para eletricidade é rateado; as comunidades estão às margens de rios e a algumas horas de Manaus, a capital.

Observando a coluna de custo total mensal e, considerando a tarifa residencial rural de R\$ 0,22/kWh, qualquer consumidor dessa tabela poderia pagar pelo suprimento de sua demanda um valor máximo de R\$ 14,26, caso esta fosse fornecida pela concessionária (NEFEN, 202). No entanto, vale ressaltar que os recursos financeiros nem sempre estão disponíveis, visto o valor da renda por família, além do fato da troca de produtos ser comum, tornando ainda mais escassos seus recursos para pagar a conta, além da localização das comunidades que por si já, dificulta que as concessionárias forneçam energia elétrica.

Deve-se ainda considerar que estes dados são relativos a um levantamento efetuado em 2000. Desde então, houve um aumento significativo no preço do combustível e desta forma, presume-se que as comunidades estariam gastando consideravelmente mais. Para o presente projeto, foi considerado o levantamento realizado e as evidências de demais estudos que apontam comunidades nestas regiões remotas. Note que para definição do número de moradores a receber o sistema, foi considerado um número médio de habitantes com base no número de famílias das comunidades, considerando um valor médio de 5 indivíduos por família. Assim, foi definido o número de 100 habitantes para atendimento do modelo de biodigestor, considerado como valor de orientação para garantir o suprimento de energia.

4.2. Análise comparativa e seleção do modelo

Tendo como base os modelos detalhados anteriormente, a Tabela 2, mostra um comparativo entre eficiência, custo, facilidade na instalação, resíduos e recursos, além da legislação. Cabe ressaltar, que as informações contidas na tabela, ficaram restritas aos poucos dados disponibilizados em manuais, matérias de divulgação pública e suas devidas referências.

Tabela 5: Análise comparativa dos modelos.

| Modelos | Eficiência | Instalação | Custos | Resíduos e Recursos | Legislação |
|---------------------|--|----------------------------------|---------------------------------------|---|---|
| Biodigestor Chinês | Produção média de 2,7m ³ ao dia | Fácil, com mão de obra especial. | Baixo | Substrato (ST*) não superior a 8% | A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), juntamente com a <i>Lei 12.305/10</i> e o decreto <i>7.404/10</i> , incentivam a implantação de biodigestores no país, estabelecendo uma ordem de prioridade na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos. |
| | Média de substrato 489kg/m ³ | | | | |
| Biodigestor Indiano | Produção média de 3,0 m ³ ao dia | Fácil | Gasômetro pode encarecer custo final. | Substrato (ST*) não superior a 8% | |
| | Média de substrato 538kg/m ³ | | | | |
| Homebiogás 2.0 | Produção média não informada. | Fácil | Baixo | Tipo de resíduo: Doméstico | |
| | Volume digerido de 15l/dia | | | Sem indícios que atenda 100 pessoas. | |
| EUCOlino | Produção média não informada. Volume digerido de 200m ³ | Difícil | Alto | Tipo de resíduo: Agropecuário e Doméstico | |
| | Fornecer eletricidade à 50 casas/ano e aquece 61 casas/ano | | | Substrato (ST*) 15 – 20% | |
| | Volume digerido de 96m ³ | | | | |

Fonte: Bonturini et. al. (2012), Gonçalves (2012), Deganutti et. al., PL 6559/13, Elaborado pelo autor, 2019.

Verifica-se que o biodigestor Indiano se adequa às necessidades deste trabalho, pelo fato de possuir fácil instalação e baixo custo de manutenção e instalação, se adequando às necessidades do estudo. O modelo Chinês, por sua vez, foi descartado por conta dos apontamentos quanto à eficiência descritos anteriormente neste trabalho.

Quanto ao Homebiogás, tal digestor, em partes, se adequa à proposta deste trabalho, pois possui fácil instalação e baixo custo de manutenção. No entanto, este sistema é adequado para pequenas unidades, e, de acordo com seus fabricantes, pesquisas e

referências, não apresenta versões maiores, a fim de atender as comunidades aqui estudadas.

Finalmente, o EUCOLino, por seu custo alto e difícil instalação foi considerado o menos indicado para a realidade proposta por esse trabalho e assim, foi igualmente descartado como modelo a ser empregado.

Com base na análise comparativa dos modelos, portanto, para este trabalho, foi utilizado como inspiração o Biodigestor no modelo Indiano, porém, com adaptação aos materiais disponíveis nas lojas de material de construção das cidades próximas das comunidades, usando como base o modelo construído por Mattos et. al. (2011) em sua cartilha.

4.3. Proposta do biodigestor

- Atender uma média de 5 pessoas por família, considerando uma comunidade de 100 pessoas;
- Tratar uma parcela dos resíduos orgânicos das residências das comunidades;
- Capacitar as pessoas da comunidade para o gerenciamento dos recursos e da produção, para gestão de negócios e manutenção dos equipamentos;
- Disponibilizar uma tecnologia de gaseificação adaptada aos insumos locais, com um custo baixo na instalação e na manutenção;
- Possa ser operado em qualquer temperatura, através de uma eficiência térmica elevada.

4.3.1. Dimensionamento

De acordo com a Tabela 1, adaptada de Nefen (2002), cada comunidade gasta uma porcentagem da sua renda com energia, que envolve lenha, GLP, pilhas, gasolina, querosene e velas. Com isto, todo o gás gerado servirá para a iluminação, para o cozimento de alimentos, para o banho quente e para geladeira.

Considerou-se, para o dimensionamento, 20 lâmparas (uma por família), acesas 8 horas por dia, 20 fogões de boca única, queimando 3 horas por dia, 100 banhos diários, de 5 minutos por pessoa, e 20 geladeiras ligadas todos os dias.

Serão utilizados os resíduos orgânicos da comunidade, determinou-se 1,87kg de resíduo por habitante/dia, de acordo com o Relatório Anual da COMCAP de 2015. A fração orgânica deste resíduo foi calculada de acordo com os valores fornecidos por IBGE

(2010). A taxa de ST (%) foi adotada conforme encontrada por Brown et al. (2013), 21,9%.

A Tabela 3 a seguir, apresenta estimativas de consumo de biogás por pessoa, baseados em pesquisas da Embrapa (1999) e Turdera & Yura (2006).

Tabela 6 – Estimativa de consumo de biogás por pessoa na propriedade rural.

| Equipamentos | Biogás |
|-------------------|--------------------|
| Para Cozinha | 0,33m ³ |
| Para Iluminação | 0,63m ³ |
| Para Geladeira | 2,20m ³ |
| Para Banho Quente | 0,8m ³ |
| Total necessário | 3,96m ³ |

Fonte: Elaborado pelo ator, 2019.

A fim de conhecimento, considerando os dados da Tabela 3 e que 100 pessoas (5 por família) serão atendidas, tem-se para o consumo diário de biogás será de 19,80m³ biogás/dia.

De acordo com Bley Júnior (2009), os principais componentes de um biodigestor modelo indiano são:

- a) caixa de carga (local de diluição dos dejetos);
- b) tubo de carga (condutor dos dejetos diluídos da caixa de carga para o interior do biodigestor);
- c) câmara de biodigestão cilíndrica (local onde ocorre a fermentação anaeróbia com produção de biogás);
- d) gasômetro (local para armazenar o biogás produzido formado por campânula que se movimenta para cima e para baixo);
- e) tubo-guia (guia o gasômetro quando este se movimenta para cima e para baixo);
- f) tubo de descarga (condutor para saída do material fermentado sólido e líquido);
- g) caixa ou canaleta de descarga (local de recebimento do material fermentado sólido e líquido);
- h) saída de biogás (dispositivo que permite a saída do biogás produzido para ser encaminhado para os pontos de consumo).

Para determinar as dimensões do biodigestor, utiliza-se as fórmulas da Tabela 4.

Tabela 7: Fórmulas para determinar as dimensões do biodigestor.

| Fórmula | Equação calculada | Descrição | Obs. |
|----------------------------|---|---|------------|
| Volume do biodigestor | $VB = VC \times THR$ [Eq. 1] $VB = 9,90m^3$ | $VB =$ Volume do biodigestor (m^3); $VC =$ Volume da carga diária (m^3/dia) $THR =$ Tempo de retenção hidráulico (dias) | TRH=5 dias |
| Dimensões do biodigestor | $V = \pi D^2 4 \times H$ [Eq. 2] $H = 10m$ e $D = 5m$ | $V = VB$ (m^3) $D =$ Diâmetro do biodigestor (m) $H =$ Altura do biodigestor (m) | |
| Volume do gasômetro | $Dg = Di + 2L + 0,10$ [Eq. 3] $Dg = 7,5m$ | $Di =$ diâmetro do biodigestor | L= 1,20m |
| Parede divisória de fases | $Hp = Hrg - Hr$ [Eq. 4] $Hp = 0,95m$ | $Hp =$ altura da parede $Hr =$ altura real do biodigestor $Hrg =$ altura real do gasômetro (10,95m) | |
| Dimensões do cano guia | $Cg = 1 + Hrg + Hrg^2$ [Eq. 5] $Cg = 22,92m$ | $Cg =$ comprimento do cano guia. | |
| Dimensões do cano de carga | $Cdg = Cd + 0,2$ [Eq. 6] $Cdg = 10,87m$ | $Cdg =$ comprimento do cano de carga | |

Fonte: Adaptado de Araújo et. al., 2015.

Para a construção de um biodigestor que supra as necessidades da comunidade de 100 pessoas, com uma carga diária de $19,80m^3$, é necessária a construção de um biodigestor com volume de $10m^3$, considerando um coeficiente de segurança.

i. Consumo diário de biogás

Levando em consideração que neste estudo o biogás gerado neste sistema terá finalidades diferentes, observa-se que, com o volume de biogás produzido diariamente, é possível: manter a chama de um fogão (de uma boca) acesa, 3 horas por dia, em todas as 20 residências da comunidade, manter 20 lâmpadas acesas, 8 horas por dia, todos os dias, manter 20 geladeira ligas 24h/dia e permite 100 banhos de 5min/dia.

Tabela 8 – Consumo diário de biogás considerando os dois cenários propostos.

| Finalidade | Consumo de gás (m^3/dia) | Unidade | Tempo | Consumo total (m^3/dia) |
|----------------------|------------------------------|---------|-------|-----------------------------|
| Fogão (1 boca) | 0,33 | 20 | 3h | 19,8 |
| Lâmpada c/ queimador | 0,07 | 20 | 8h | 11,20 |
| Banho quente | 0,8 | 100 | 8,3h | 664 |
| Geladeira | 2,20 | 20 | 24h | 1056 |

Fonte: Adaptado de BGS Equipamentos, 2019.

É importante lembrar que o biogás permite outras possibilidades de utilização, a escolha da aplicação mais adequada depende da necessidade da comunidade.

4.3.2. Tabela de produtos

Após as escolhas dos materiais, pesquisou-se preços médios de lojas da região da instalação e os preços utilizados por Mattos (2011) e Nazaro (2016). Logo, neste caso, o valor final é uma estimativa do custo real.

Tabela 9 – Orçamento parcial para o biodigestor proposto.

| Item | Material | Quantidade | Valor Unitário (R\$) | Total (R\$) |
|---------------------------------------|-----------------------------|------------------|----------------------|-------------------|
| Estrutura Câmara de Entrada | Polietileno UV estabilizado | 1 | 1000,00 | 1000,00 |
| Cuba para câmara de entrada | Aço Inox | 1 | 100,00 | 100,00 |
| Gasômetro | EPDM | 15m ² | 45,00 | 675,00 |
| Tubulação Sanfonada | Aço Inox 316 | 4m | 69,90 | 271,60 |
| Tubulação de gás | PEAD | 2m | 27,00 | 54,00 |
| Válvula de Esfera 1'' | PEAD | 1 | 36,00 | 36,00 |
| Flanges 1'' | PVC | 1 | 15,00 | 15,00 |
| Flanges 4'' | PVC | 2 | 15,00 | 30,00 |
| Vedação | PU | 2 | 25,10 | 50,20 |
| Tubo PVC 32mm | PVC | 30m | 27,80 | 834,00 |
| Mangueira alimentadora de água | - | 1 | 48,90 | 48,90 |
| Temporizador | - | 1 | 100,00 | 100,00 |
| Parafusos | - | 32 | 4,20 | 134,40 |
| Porcas | - | 32 | 2,10 | 67,20 |
| Total de Materiais | | | | 3416,30 |
| Mão de obra pedreiro | - | 15 diárias | 50 | 750,00 |
| Mão de obra ajudante | | 15 diárias | 20 | 300,00 |
| Total de Serviços | | | | 1050,00 |
| TOTAL GERAL | | | | RS 4466,30 |

Fonte: Adaptado de Mattos, 2011 e Nazaro 2016.

5. CONCLUSÃO

Conclui-se que o biogás e seus produtos não atendem grandes escalas, mas torna-se uma alternativa ambientalmente e economicamente viável, atendendo pequenos grupos de pessoas, em pequenas propriedades rurais, produzindo produtos e subprodutos que podem ser aproveitados pelo pequeno produtor, com um possível aumento de renda da propriedade, com um custo mínimo já que os insumos para a produção do biogás serão produzidos pela própria propriedade. O único custo será a construção e a manutenção do biodigestor.

Considerando que o preço do petróleo e de seus derivados estão sempre subindo, alguns produtos originários da biomassa, como o álcool, propiciam a inserção de fontes renováveis de energia. De acordo Nefen (2002), a concessionária responsável da região amazônica, cobra R\$0,22 por KWh. Neste caso, considerando somente iluminação, para um comparativo de viabilidade, nota-se que 20 lâmpadas, corresponde a 117KW/h, acesas 8h por dia, correspondem a 936KW; considerando o preço citado, a comunidade economizaria R\$205,92 por mês na conta de energia. Com o GLP (Gás de Petróleo Liquefeito); considerando que 1m³ de biogás possui equivalência energética de 0,45kg de GLP e, considerando que o biodigestor tem capacidade de produzir 19,80m³ por dia de biogás, este biodigestor geraria, diariamente, o equivalente a 891kg de GLP. Em valores, 13kg de GLP, custa em média R\$75, calculando, o biodigestor produziria o equivalente a R\$5.140,00 reais.

Contudo, na implementação de projetos de biodigestores deve prevalecer a ótica social antes da econômica. Conceder condições de desenvolvimento econômico à comunidades rurais, carentes, traz além das vantagens da vida moderna, um impacto positivo no conjunto da sociedade. Cabe ressaltar, que para planejamento e gerenciamento da utilização de energia proveniente de fontes renováveis, é necessário haver uma integração nas tomadas de decisão de diferentes departamentos e setores, assim como instituições internacionais e nacionais, garantindo que as políticas de proteção a ecossistemas estejam inclusas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAUJO, B.I.M.; JUNIOR, A.U.A.; LIMA, S.F.; NETO, S.M.J. *Dimensionamento de biodigestor indiano para a cidade de Campina Grande*. Blusher Clemistry Proceedings, v.3, nº1, nov 2015.

ARAUJO, C. P. A. *Produção de biogás a partir de resíduos orgânicos utilizando biodigestor anaeróbico*. Trabalho de conclusão de curso, Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, 2017.

ARCADIS T. *Produto 6 – Resumo Executivo. Estudo sobre o Potencial de Geração de Energia a partir de Resíduos de Saneamento (lixo, esgoto), visando incrementar o uso de biogás como fonte alternativa de energia renovável. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD. Ministério do Meio Ambiente – MMA. São Paulo, 2010.*
Disponível

em:<https://www.mma.gov.br/estruturas/164/_publicacao/164_publicacao10012011033201.pdf>. Acesso em: 28 jul. 2019.

BARREIRA, P. *Biodigestores: energia, fertilidade e saneamento para a zona rural*. São Paulo, Ícone, 2003.

BATISTA, L. F. *Manual Técnico: Construção e operação de biodigestores modelo Indiano*. Brasília, DF: Embrater, 1981.

BIOFERM, *Eucolino – Small Scale Digester, c2019*. Anaerobic Degestion. Disponível em: <<https://www.biofermenergy.com/eucolino-1>>. Acesso em: 05 ago. 2019.

BRASIL. Lei nº 12.305 de 2 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

BRASIL. Projeto de Lei nº 6559 de 2013. Dispõe sobre as atividades relativas a geração, transporte, filtragem, estocagem e geração de energia elétrica térmica e automotiva com biogás, e dá outras providências.

BROWN, D.; LI, Y. *Solid State anaerobic co-digestion of Yard waste and food waste production*. Biosource Technology, v.127, Jan 2013.

CARRILHO, Q. N. F. *Valorização de Bio-resíduos Alimentares por Digestão Anaeróbia Descentralizada – Caso de Estudo: Campus da FCT/UML*. Dissertação, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa 2012.

DENAGUTTI, R.; PALHACI, P. J. C. M. *Biodigestores rurais: modelo indiano, chinês e batelada*. UNESP. Bauru, SP. 2002.

ECOEFICIENTES. *Home Biogás – Os resíduos orgânicos viram gás de cozinha, c2019*. Projetos & Consultorias. Disponível em: <<http://www.ecoeficientes.com.br/home-biogas/>>. Acesso em: 03 jul. 2019.

EMBRAPA BR. *Sistema rural de bioenergia: microdestilaria, biodigestor, gerador de eletricidade*. Sete Lagoas: Embrapa, 1999.

FUKAYAMA, E. H. *Características Quantitativas e Qualitativas da Cama de Frango sob Diferentes Reutilizações: efeitos na produção de biogás e biofertilizante*. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.

GASPAR, R. M. B. L. *Utilização de biodigestores em pequenas e médias propriedades rurais com ênfase na agregação de valor: um estudo de caso na região de Toledo – PR*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

GONÇALVES, F. L.G. *Biodigestores: uma alternativa para reduzir a contaminação das águas pelo esgoto*. Especialização, Universidade Federal de Minas Gerais, 2012.

GÓMEZ, M. F.; SILVEIRA, S. *The institutional dimension of rural electrification in the Brazilian Amazon*. World Renewable Energy Congress, Linköping, Sweden, 2011.

HARTMANN, H.; ANGELIDAKI, I.; AHRING, BK. *Increase of anaerobic degradation of particulate organic matter in full-scale biogas plants by mechanical maceration*. Water Science Technology, Vol. 41, Fev. 2000. Disponível em <<https://iwaponline.com/wst/article-abstract/41/3/145/9112>>. Acesso em 06 set 2019.

HOLTZ, A.; PIRES, A. *Geração de energia com resíduos sólidos*. O Estadão de São Paulo, São Paulo, 25 ago. 2011. Disponível em: <<http://economia.estadao.com.br/noticias/geral,geracao-de-energia-com-residuossolidos-imp-,762772>> Acesso em: 14 jun. 2019.

IBGE. *Mapa integrado dos zoneamentos ecológico-econômicos dos estados da Amazônia Legal*. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/mapas-regionais/15844-zee-amazonia-legal.html?=&t=o-que-e>>. Acesso em: 29 jun. 2019.

ITAIPU BINACIONAL. *Itaipu prova ser viável a replicação de planta de biogás para todo país, 2017*. Tecnologia. Disponível em: <<https://www.itaipu.gov.br/sala-de-imprensa/noticia/itaipu-prova-ser-viavel-replicacao-de-planta-de-biogas-para-todo-o-pais>>. Acesso em: 03 jul. 2019.

BLEY JÚNIOR, C. *Embrapa – Agroenergia da biomassa residual: perspectivas energéticas, socioeconômicas e ambientais*. 2. ed. Foz do Iguaçu: FAO. 2009.

MACHADO, G. *Incentivos legais para a construção de biodigestor no Brasil, maio 2014*. Portal do Biogás. Alemanha. Disponível em: <<https://www.portaldobiogas.com/incentivos-legais-para-construcao-de-biodigestores-brasil/>>. Acesso em: 01 ago. 2019.

MARTINS, C.R.; PEREIRA, P.A.P.; LOPES, W.A.; ANDRADE, J.B. *Ciclos globais de Carbono, Nitrogênio e Enxofre: a importância da química da atmosfera*. N°5 – Novembro, 2003. Química. Disponível em: <http://zeus.qui.ufmg.br/~qgeral/downloads/material/quimica_da_atmosfera.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2019.

MATTOS, L. C. M.; FARIAS JÚNIOR, M. *Manual do biodigestor sertanejo – (Cartilha simplificada e adaptada)*. Recife: Projeto Dom Helder Camara, 2011.

NAZARO, S. M. *Desenvolvimento de um biodigestor residencial para processamento de resíduos sólidos orgânicos*. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

NEFEN. *Segundo Relatório do Projeto Ribeirinhas*. Universidade do Amazonas, Faculdade de Tecnologia, Manaus, 2000.

PINHEIRO, G.; RENDEIRO, G.; PINHO, J.; MACEDO, E. *Sustainable management model for rural electrification: case study based on biomass solid waste considering the Brazilian regulation policy*. Renewable Energy, v. 37, n. 1, 379-386, 2012

ROSA, M. *Aparelho transforma restos de comidas em gás de cozinha*, nov 2017. Ciclo Vivo. Brasil. Disponível em: <<https://ciclovivo.com.br/inovacao/tecnologia/aparelho-transforma-restos-de-comida-de-sua-casa-em-gas-de-cozinha/>>. Acesso em: 06 set 2019.

TURDERA, M. V.; YURA, D. *Estudo da viabilidade de um biodigestor no município de dourados*. 2006, Campinas. Disponível em:<http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC000000022006000100062&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 07 de ago. 2019.

ROUPA COM AQUECIMENTO MICROCONTROLADO PARA MOTOCICLISTAS

Rodrigo Margonato (Centro Universitário Padre Anchieta)
Elton Carlos Zacaratto (Centro Universitário Padre Anchieta)

RESUMO

Devido à necessidade encontrada em uma viagem, surgiu à ideia de criar e desenvolver um produto, uma roupa aquecida para andar de motocicleta. Nesta viagem, por diversas vezes, o piloto e o passageiro tiveram que aquecer as mãos na saída de exaustão do motor. O piloto e o passageiro passaram por situações de risco, onde a preocupação com o frio era maior que atenção em pilotar a motocicleta.

Tendo em vista essa necessidade, foi desenvolvida e criada uma blusa com controle de temperatura, tudo em prol do conforto e segurança do piloto.

ABSTRACT

Due to the need during in a given trip, there arose the idea of creating and developing a product, a heated clothing to ride a motorcycle. On this trip, the pilot and passenger had to warm their hands to the exhaust outlet of the engine several times. The pilot and passenger were at risk, where worry about the cold was greater than attention in piloting the motorcycle.

In view of this need, a blouse with temperature control was developed and created, all for the comfort and safety of the pilot.

1. INTRODUÇÃO

O principal objetivo desse dispositivo é auxiliar o piloto na condução da motocicleta e tornar a pilotagem em condições climáticas não favoráveis, mais agradáveis. Diversos foram os pontos estudados para uma melhor adaptação do dispositivo na motocicleta, como temperatura de controle, tecido utilizado, resistência de

aquecimento, para favorecer uma condução segura da motocicleta. Será desenvolvido um algoritmo matemático para controlar a temperatura.

O homem é um ser homotérmico, isto é, pode manter relativamente constante, dentro de certos limites, a temperatura corporal interna independentemente da temperatura do ambiente.

No ambiente frio o corpo encontra dificuldade de manter seu calor devido à baixa temperatura do meio, os vasos sanguíneos se contraem, diminuindo o volume de sangue sob a pele e também o ritmo cardíaco provocando arrepios e tremores. Tremor é um processo mecânico para gerar calor e os pelos eriçados colaboram na retenção de uma camada de ar junto à pele e o ar, como sabemos, é um bom isolante térmico.

Quando o balanço térmico não é estável a insatisfação com o ambiente térmico pode ser causada pela sensação de desconforto, ou seja, quando há diferenças entre o calor produzido pelo corpo e o calor perdido para o ambiente.

O objetivo deste projeto é que esta sensação de desconforto seja minimizada. Por meio de uma blusa aquecida com temperatura controlada por um algoritmo matemático. Será empregado um fio térmico alimentado com energia proveniente de um veículo automotor.

O controle de temperatura será feito por meio de condições de contorno, ou seja, a temperatura lida por um sensor entrará em um algoritmo, que por meio de um circuito de acionamento, ligará o fio térmico que estará indiretamente sobre a pele do ocupante do veículo automotor. Como se trata de um protótipo, o fio térmico será o mesmo usado em lençóis térmicos, ou seja, não será produzido algo específico para atender essa demanda.

Serão realizados testes estáticos e dinâmicos para consolidar o funcionamento da blusa como um todo. Ajustes no algoritmo não serão necessários, uma vez que, será usado o método de curva e reação de Ziegler e Nichols.

O algoritmo matemático será baseado em um controlador PID (Proporcional Integrador Derivador).

2. METODOLOGIAS

A Resistência de aquecimento escolhida é a mesma empregada em lençóis térmicos.

A Empresa STABIL IND. E COM. EIRELI EPP, localizada no Rio Grande do Sul forneceu, inicialmente, amostras para estudo. Após testes em bancada, foi definida qual resistência se adaptaria a necessidade encontrada. Os principais pontos adotados como critério foram:

- Impermeabilidade
- Flexibilidade
- Valor ôhmico de resistência
- Força a tração

A **impermeabilidade** seria algo importante, uma vez que o piloto está diretamente exposto a intemperes da natureza. Os riscos de choques elétricos estão afastados, o sinal elétrico aplicado na resistência é um PWM com níveis de 0 a 13.8 Volts. Mesmo com essa tensão não oferecendo riscos de choques ao piloto, houve a preocupação de se usar uma resistência com blindagem em PVC (Policloreto de Polivinila).

O PVC é totalmente atóxica e inerte, a escolha dessa resina pela empresa STABIL tem como principais objetivos: isolar o fio; custo comercial baixo; resistência a valores elevados de temperatura e resistência mecânica a tração.

A **Flexibilidade** foi um item importante na escolha do fio térmico, o foco principal era não influenciar ou atrapalhar a pilotagem da motocicleta, um fio com grande flexibilidade não será notado, e o que sobrar será apenas o conforto na pilotagem.

O **Valor Ôhmico** foi importante para o cálculo da potência da resistência, pois houve uma preocupação com a potência máxima dissipada na blusa. Dois grandes motivos foram levados em conta:

- Não oferecer riscos de queimaduras ao piloto. Foi dimensionado um valor ôhmico mínimo para que não ultrapassasse 50°C.
- Não interferir no funcionamento da motocicleta. A potência utilizada não poderia ultrapassar 35 Watts, equivalente a 10% da energia total gerada pelo estator da motocicleta.

A **Força a tração** foi importante para que o fio não se rompesse na pilotagem ou na higienização da blusa.

A Empresa STABIL forneceu as especificações da resistência e da isolamento em PVC. A empresa em questão, por motivos comerciais, terceiriza o trabalho de isolamento com a Karina Ind. e Com. de Plásticos Ltda.

3. TIPOS DE CONTROLES DE TEMPERATURA

Por meio de pesquisas, foram encontrados três tipos de controle de temperatura, LIGA E DESLIGA, POR HISTERESE e PID. A seguir, vamos falar um pouco sobre cada um deles e o porquê da escolha do tipo PID para o projeto.

CONTROLE LIGA E DESLIGA

É o mais simples entre eles. A resistência é energizada ao atingir valores inferiores ao desejado e desligada, ao atingir valores superiores ao desejado. Esse tipo de controle apresenta maior desvio de temperatura, caracterizada pela inércia de aquecimento do material.

POR HISTERESE

É um Controle LIGA E DESLIGA melhorado, é selecionado o valor de controle e o valor de histerese, como por exemplo, se desejarmos controlar uma temperatura na faixa de 40,0°C com histerese de 0,1°C. Para valores abaixo de 39,9°C, a resistência é ligada e valores acima de 40,1°C é desligada, dessa forma, a resistência é ligada e desligada mais vezes, ocasionando uma variação de temperatura menor.

CONTROLE POR PID (PROPORCIONAL INTEGRAL DERIVATIVO)

É uma das técnicas mais empregadas quando deseja-se realizar o controle de variáveis contínuas. O controle PID consiste em um algoritmo matemático, que tem por função o controle preciso de uma variável em um sistema, permitindo controlar de forma estável o ponto de ajuste desejado, mesmo que ocorram variações ou distúrbios que afetariam sua estabilidade.

O período em que a resistência fica ligada é variável e por meio de uma equação matemática é definido quando o aquecimento atua. Por proporcionar melhor resposta entre os outros controles, esse foi o método utilizado para controle da temperatura na roupa aquecida.

O controle PID é descrito pela seguinte equação:

$$MV = K_p \cdot E + K_i \int_0^t E \cdot dt + K_d \frac{dE}{dt}$$

MV: Variável manipulada.

Kp: Ganho proporcional.

Ki: Ganho integral.

Kd: Ganho derivativo.

E: Erro ou desvio.

A **Ação Proporcional** elimina as oscilações da variável, tornando o sistema estável, mas não garante que a mesma esteja no valor desejado de *setpoint*, esse desvio é denominado *offset*. A ação proporcional trabalha corrigindo o erro do sistema, multiplicando o ganho proporcional pelo erro, dessa forma agindo com uma maior amplitude de correção a fim de manter a estabilidade da variável.

Ação Proporcional = $K_p \cdot E$

A **Ação Integral** elimina o desvio de *offset*, fazendo com que a variável permaneça no valor desejado para o sistema mesmo após um distúrbio, ou seja, a variável permanece próximo ao *setpoint* mesmo que ocorra uma variação brusca nas condições de operação. A ação integral realiza a integração do erro no tempo, portanto quanto maior for o tempo de permanência do erro no sistema, maior será a amplitude da ação integral.

Ação Integral = $K_i \int_0^t E \cdot dt$

A **Ação Derivativa** tem sua resposta proporcional à taxa de variação da variável do processo, aumentando a velocidade de resposta do sistema caso a presença do erro seja detectada. No projeto da roupa a resposta é lenta, a ação derivativa permite antecipar o aumento do erro e ampliar a velocidade de resposta do sistema.

Ação Derivativo = $K_d \frac{dE}{dt}$

Existem alguns métodos para ajuste do PID, tais como, Método da Curva de Reação, Método da Sensibilidade Limite entre outros. O método utilizado nesse projeto é o da Curva de Reação de Ziegler e Nichols, por ser um dos métodos mais utilizados.

MÉTODO DA CURVA E REAÇÃO

O procedimento normal no ajuste dos parâmetros por este método consiste na abertura da malha, para que não haja realimentação, e na obtenção da sua resposta há uma

variação de salto (amplitude M) na entrada de referência *setpoint*. A resposta é caracterizada por duas constantes, o atraso L e a constante de tempo T, sendo estas determinadas pela realização de uma tangente pelo ponto de inflexão da curva.

Nos pontos onde a tangente intercepta o eixo das abcissas e a linha horizontal com ordenada K, observam-se L e T, respectivamente.

Uma vez obtidos, experimentalmente L, T e N (declive máximo = K/T) será possível recorrer às equações para determinação dos valores dos parâmetros do sistema.

$$K_p = 1,2M/NL \quad K_i = 2L \quad K_d = L/2$$

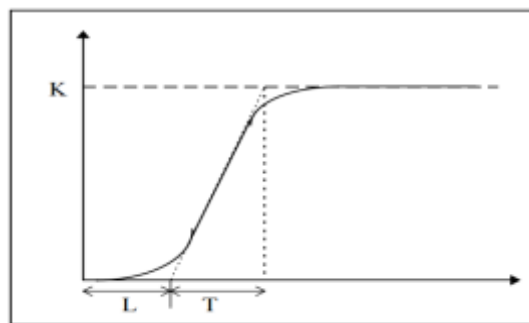


Figura 1 - Método da Curva e Reação

Foram realizados testes iniciais em bancada. Por meio de um Datalogger foi encontrada a curva de resposta.

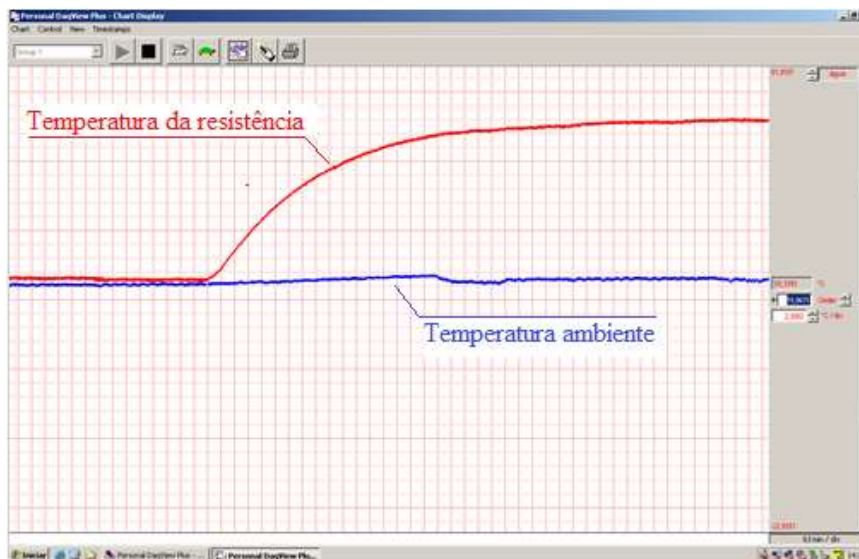


Figura 2 - Software Datalogger OMEGA.



Figura 3 - Hardware Datalogger OMEGA

Portanto, aplicando uma tensão de 12 Volts, é possível obter-se uma temperatura de 40°C na roupa.

$$K_p = 1,2M/NL \quad K_i = 2*L \quad K_d = L/2$$

$$K = 40 \text{ C} \quad L = 1 \text{ s} \quad T = 10 \text{ s}$$

$$N = K/T = 40/10 = 4$$

$$\left. \begin{array}{l} 256 - 13,8V \\ M - 12V \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{Aplicando regra de três.} \\ \text{A resolução da saída do controlador é de 8 bits (256).} \end{array}$$

$$M = 222 \quad \left. \right\} \begin{array}{l} \text{Portanto, 222 é o valor da saída do controlador para obter-se uma} \\ \text{resposta de 40 C.} \end{array}$$

Aplicando o Método de Curva de Reação, pode-se obter os seguintes valores para K_p, K_i e K_d .

$$K_p = (1,2*222)/(4,00*1) = 67$$

$$K_i = 2*1 = 2$$

$$K_d = 1/2 = 0,5$$

HARDWARE E SOFTWARE DE CONTROLE

Quando um projeto envolve eletrônica, seja ela analógica ou digital, em que é preciso automatizar algo ou torná-lo inteligente, é preciso utilizar microcontroladores. Atualmente, os microcontroladores mais utilizados em projetos particulares, ou em ambientes de estudo, são os PIC da Microchip e o Arduino da ATMEL. O Arduino é uma plataforma livre de fácil programação, baseada na linguagem C. Devido ao custo baixo e grande simplicidade de programação foi escolhido para o projeto.

ATMEGA 328

A ATMEGA 328 é uma das menores placas Arduino, ela trabalha com 5V e roda o *bootloader* do Arduino. Por ser indicada para projetos finais, ela não possui gravador acoplado (justamente para minimizar os custos do projeto), portanto, para carregar um código para esta placa você precisará de uma Placa RC FTDI e um Cabo Mini USB. Para deixá-la ainda mais versátil, a placa não possui conectores soldados para permitir que a soldagem seja realizada em qualquer conector ou fio, com qualquer orientação, caso seja necessário.

Como o projeto não requer algo sofisticado e com grande quantidade de saídas e entradas, justifica-se o uso do ATMEGA 328

DRIVER DE POTÊNCIA (MOSFET FDD8447L)

O drive de potência é necessário para excitar uma carga com corrente elevada a partir de um sinal analógico ou digital de baixa corrente. A corrente de saída do Arduino de 40mA, não é suficiente para aquecer a blusa. Tomou-se o cuidado de dimensionar um circuito que pudesse suprir a corrente necessária e ainda, ter uma boa folga de carga.

O driver utilizado FDD8447 é de fácil obtenção e de baixo custo

CONVERSOR (LM2596S)

O Conversor é um método simples de conversão de uma tensão contínua em outra de menor valor. O módulo utilizado é o regulador de tensão LM2596, que trabalha como

conversor no modo *Step Down*. A tensão de entrada proveniente do estator pode variar de 10 a 14 Volts, com o regulador é facilmente convertida em 5 Volts estabilizado para alimentação do Arduino e o Display.

DISPLAY LCD (NOKIA 5110)

O display utilizado é o mesmo utilizado no celular Nokia 5110. Pode ser configurado para exibir texto ou imagens em uma matriz de 84x48 *pixels*, com um baixo consumo de energia. Originalmente, destinado a celulares, agora está acoplado a uma placa PCB e pode ser facilmente utilizada em projetos com Arduino. Esse dispositivo possui muita documentação na Internet e uma biblioteca de fácil uso.

TECLADO DE MEMBRANA

O teclado de membrana utilizado é bem simples, não possui led's SMD ou calotas metálicas nas teclas, apenas os materiais essenciais para a funcionalidade do circuito como as camadas de poliéster, pasta condutiva, adesivos e o painel de acabamento.

A membrana é confeccionada em poliéster e possui um relevo nas teclas, como não há presença de componentes, possui um custo mais baixo.

No mercado não foi encontrado membrana de dois botões, portanto, foram retirados o restante dos botões e alteradas a identificação das teclas.

SENSOR DE TEMPERATURA NTC

O Sensor NTC (*Negative Temperature Coefficient*) é um semicondutor que pertence ao grupo dos termistores e tem sua resistência ôhmica diminuída, conforme temperatura aumenta. O motivo da escolha desse sensor é devido ao seu baixo custo, e fácil obtenção em lojas de componentes eletrônicos. No modelo utilizado, sua precisão é de 1% do valor lido e na aplicação da roupa aquecida, é desnecessário uma precisão superior a essa empregada .

Gráfico da variação da **Resistência** em função da **Temperatura**

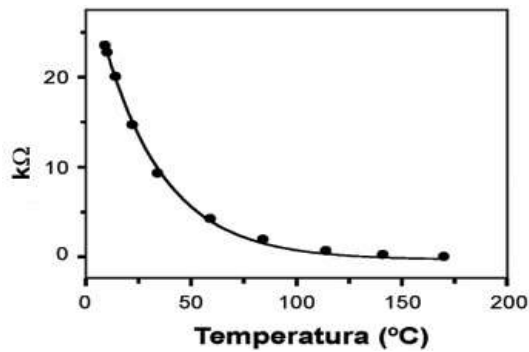


Figura 4 – Curva do NTC



Figura 5 - Sensor NTC

A curva característica do sensor NTC é similar a uma exponencial. Tomou-se o cuidado de utilizar a faixa onde não tivesse grande deflexão, a fim de diminuir o erro proporcionado por essa característica.

MONTAGEM

Foi contratada uma costureira para confeccionar uma blusa com duas camadas. Na etapa seguinte foram feitas marcações com fita adesiva para serem costuras do lado e formar o canal onde a resistência iria passar.



Figura 6 - Marcação com fita adesiva.

As marcações foram feitas de tal forma que pudesse ser reenchido o maior espaço possível com a resistência. Aberturas foram deixadas para facilitar a passagem dos fios e com isso, evitar o rompimento dos cabos.

O trabalho da costureira foi feito em etapas, a principal preocupação era para que não houvesse obstrução dos canais.



Figura 7 - Costureira fazendo os canais.

Na etapa seguinte, com a ajuda de uma agulha de crochê, foi introduzido o fio térmico no canal costurado.



Figura 8 - Introduzindo o fio resistivo

Foi utilizado um forno e um termopar PT100 calibrado para ajustar a leitura do sensor de temperatura NTC no controlador, o conjunto foi submetido a cinco pontos de

temperatura. O Termopar padrão possui um erro menor que $0,1^{\circ}\text{C}$ com isso pode-se obter um resultado preciso no valor de temperatura, lido pelo controlador.



Figura 9 - Forno Júpiter utilizado para calibrar o sensor NTC

Todo conjunto foi montado, de tal forma, para que se tenha o máximo de aproveitamento de espaço, uma caixa de controle grande iria inviabilizar a fixação e utilização na motocicleta. Nos testes dinâmicos a caixa de controle foi fixada sobre o tanque de combustível com um

Tomou-se o cuidado com a luminosidade do display, a preocupação era que não atrapalhasse na condução da motocicleta no período noturno.



Figura 10 - Detalhe da parte interna.



Figura 11 - Display com valor de Demanda 42°C e valor Atual de 42°C.

Os conectores que interligam a blusa ao controle, são de fácil desconexão. Caso haja um esquecimento do piloto, ou até mesmo um acidente com este, a desconexão é feita sem rompimento do fio, uma leve força é suficiente para separar o conjunto.



Figura 12 - Display integrado a blusa.

TESTE ESTÁTICO

O teste estático verifica os critérios de projeto estrutural, a integridade estrutural, os efeitos com cargas de trabalho limites e no caso específico da blusa, o comportamento de todo conjunto. O principal objetivo do teste é a redução da probabilidade de se encontrar defeitos ao final de seu ciclo de desenvolvimento, minimizando assim, riscos para a produção em série.

Foram realizados testes estáticos em bancada, com temperatura ambiente e fotografados com uma câmera térmica.

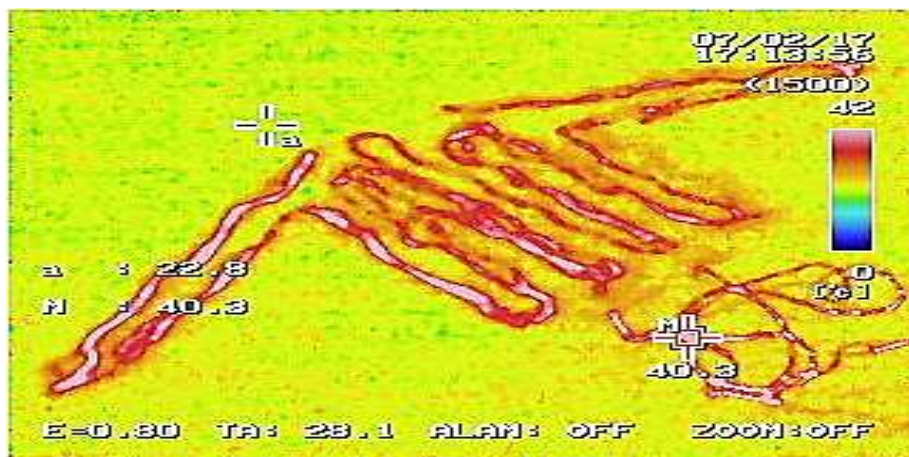


Figura 13 - Dispersão térmica.

Através da câmera é possível observar a dispersão térmica em toda blusa. Para desenvolver um produto são necessárias ferramentas eficazes. A câmera térmica ajuda a detectar problemas rapidamente, ela permite ver com antecedência anomalias térmicas invisíveis a olho nu, geradas pela resistência elétrica na parte interna da blusa. Com a câmera é possível medir ponto a ponto a temperatura com sensibilidade menor que 0,02 °C.

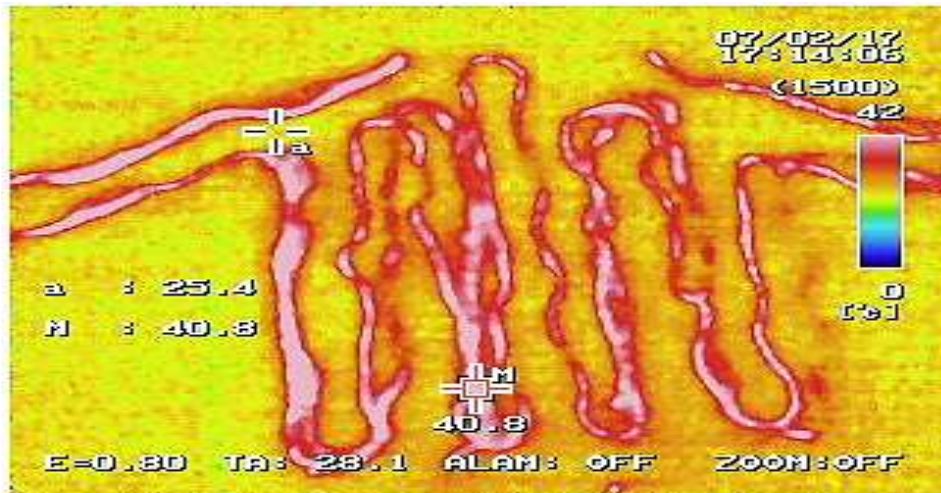


Figura 14 - Dispersão térmica.

Para teste com temperatura controlada foi utilizado um equipamento chamado *HVAC Module Calorimeter* propriedade da Empresa MAHLE METAL LEVE S.A. Este equipamento possui um volume interno de aproximadamente 30m³ com temperaturas predeterminadas pelo operador.

O Calorímetro é utilizado para testes de eficiência em conjuntos de ar condicionado de veículos automotores. Com esse equipamento é possível variar a temperatura entre -25°C a 60°C, no teste com a blusa, foi configurado para 6°C.

Primeiro Teste

- Tempo de estabilização de 30 minutos.
- Tempo de aquisição de 10 minutos (aquisição com taxa de 1Hz).
- Blusa com o Controle de Temperatura desligado.
- Blusa com o volume interno preenchido com plástico bolha, com intuito da temperatura corporal não interferir nos resultados finais.
- Pontos instrumentados: Temperatura do braço, Temperatura do tórax, Temperatura ambiente e Corrente de consumo do Controle de Temperatura.
- Calorímetro ajustado para temperatura interna de 6°C.



Figura 15 - Blusa preenchida com plástico bolha



Figura 16 - Carrinho de teste.

Gráfico do **Tempo** em função das **Temperaturas e Corrente**.

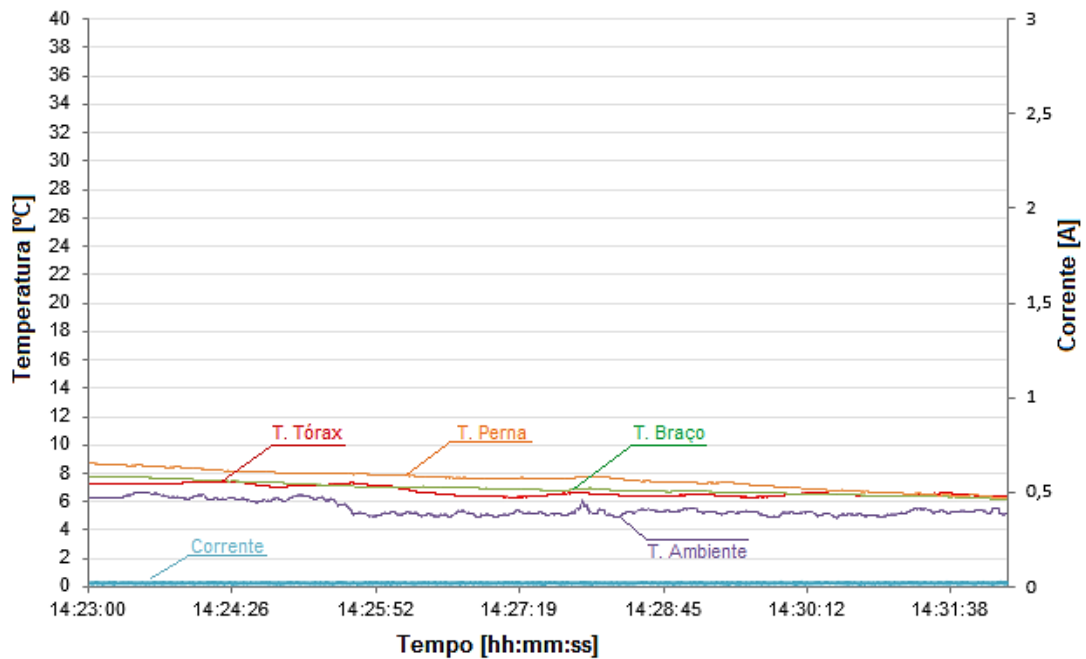


Figura 1718- Gráfico

Utilizou-se uma blusa específica sobre a blusa de teste, para reproduzir condições reais de utilização. Os equipamentos foram alocados em um carrinho, para manter a organização.

No gráfico é possível ver que não há variações consideráveis de temperatura. A temperatura corporal não está aplicada ao processo e o controlador está desligado. Portanto, em um tempo superior a 30 minutos, as temperaturas iriam se igualar a temperatura ambiente.

Segundo Teste

- Tempo de estabilização de 30 minutos.
- Tempo de aquisição de 10 minutos (aquisição com taxa de 1Hz).
- Blusa com o Controle de Temperatura ligado.
- Blusa com o volume interno preenchido com plástico bolha, com intuito da temperatura corporal não interferir nos resultados finais.
- Pontos instrumentados: Temperatura do braço, Temperatura do tórax, Temperatura ambiente e Corrente de consumo do Controle de Temperatura.
- Calorímetro ajustado para temperatura interna de 6°C.

Gráfico do **Tempo** em função das **Temperaturas e Corrente**.

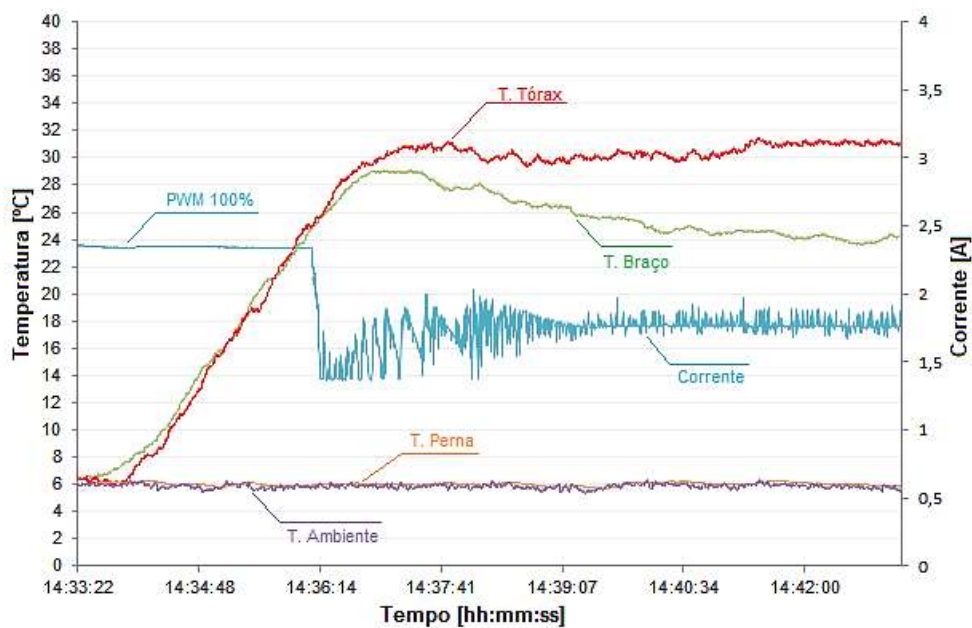


Figura 1819 - Gráfico

Neste caso, a temperatura corporal não está aplicada ao processo, porém, o controle está atuando sobre o isolante térmico (plástico bolha), com isso, é possível ver o sistema mantendo a temperatura de demanda.

A diferença de temperatura de demanda pela aquisitada, possivelmente é devido ao tecido entre o conjunto ou espaçamento de ar. Outro aspecto importante na diferença de temperatura é que, o sensor que aquisitou a temperatura não está em contato direto com a resistência, ao contrário do sensor que controla a temperatura. Lembrando que, o

sinal em azul claro é a resposta média da corrente da resistência interna da blusa e por fim, o valor no final é de 1.7A, o que comprova que o sistema convergiu para uma situação de estabilidade.

Terceiro Teste

- Tempo de estabilização de 30 minutos.
- Tempo de aquisição de 10 minutos (aquisição com taxa de 1Hz).
- Blusa com o Controle de Temperatura desligado.
- Blusa vestida, temperatura corporal sendo aplicada no processo.
- Pontos instrumentados: Temperatura do braço, Temperatura do tórax, Temperatura ambiente e Corrente de consumo do Controle de Temperatura.
- Calorímetro ajustado para temperatura interna de 6°C.

Gráfico do **Tempo** em função das **Temperaturas e Corrente**.

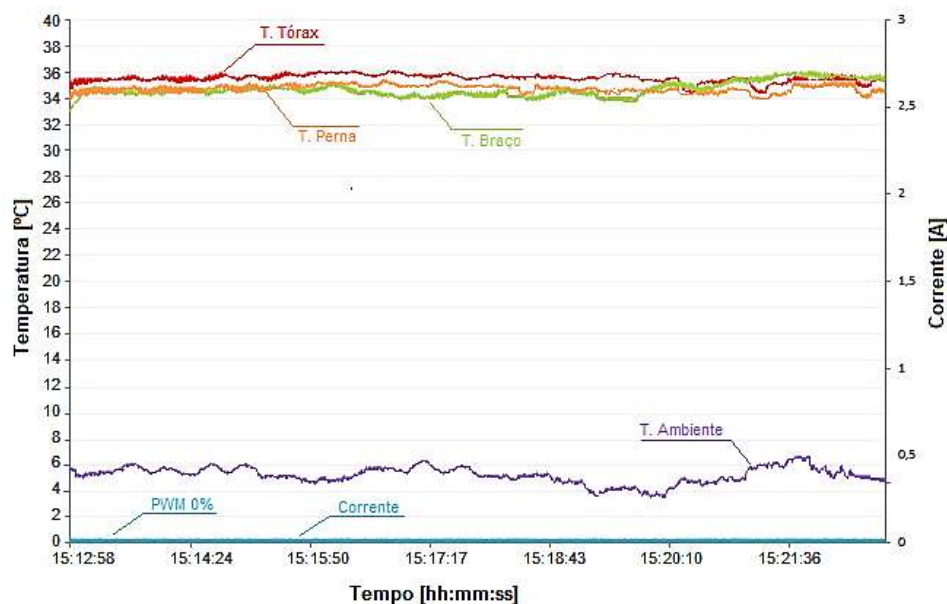


Figura 1920 - Gráfico

Neste caso, o controle de temperatura está desligado (PWM 0%), os sensores registram a temperatura do corpo do usuário.

A sensação do usuário é de frio.

Quarto Teste

- Tempo de estabilização de 30 minutos.

- Tempo de aquisição de 10 minutos (aquisição com taxa de 1Hz).
- Blusa com o Controle de Temperatura ligado.
- Blusa vestida, temperatura corporal sendo aplicada no processo.
- Pontos instrumentados: Temperatura do braço, Temperatura do tórax, Temperatura ambiente e Corrente de consumo do Controle de Temperatura.
- Calorímetro ajustado para temperatura interna de 6°C.

Gráfico do **Tempo** em função das **Temperaturas e Corrente**.

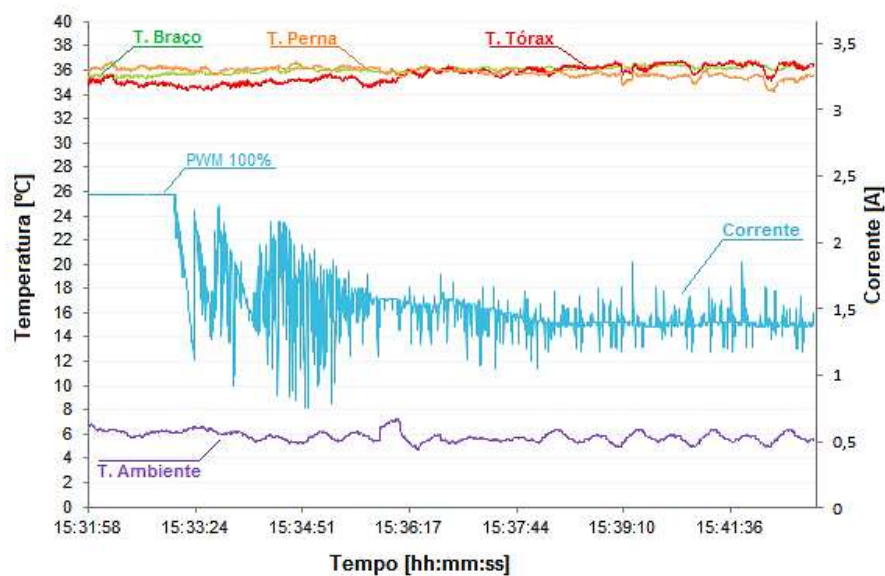


Figura 20 - Gráfico

Neste caso, o controle de temperatura está ligado, dessa forma, é possível ver a corrente sendo aplicada na resistência e convergindo para 1.4A.

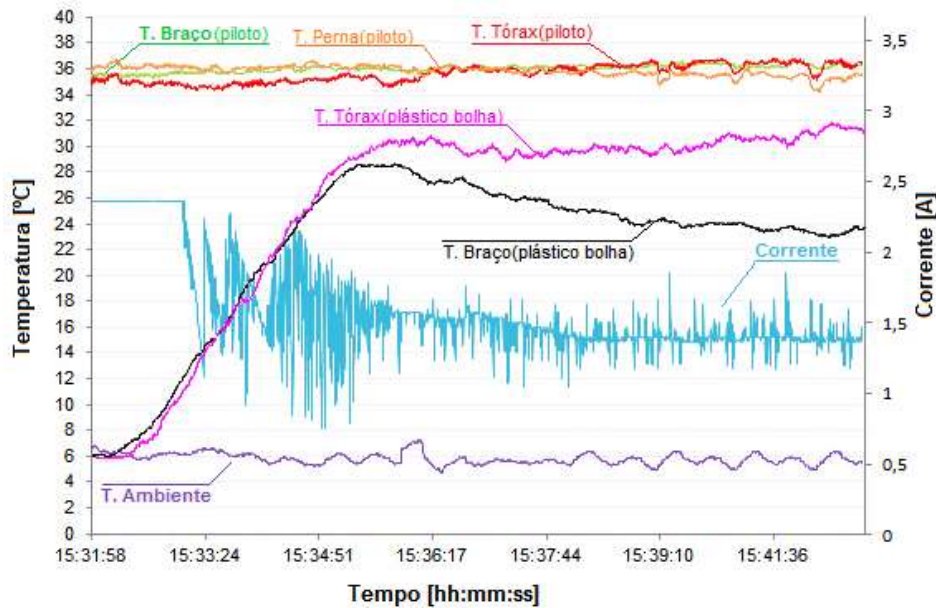
A sensação térmica é de conforto ao usuário.

Gráfico Comparativo do Teste 2 com o Teste 4

Teste 2: Blusa preenchida com **plástico bolha** com o Controle de Temperatura ligado e temperatura corporal não aplicada no processo.

Teste 4: Blusa vestida no **piloto** com o Controle de Temperatura ligado e temperatura corporal sendo aplicada no processo.

Gráfico geral do **Tempo** em função das **Temperaturas** e **Corrente**.



No gráfico é possível comparar o funcionamento do controlador com e sem a interferência da temperatura corporal. A temperatura corporal aplicada ao processo faz com que haja uma estabilidade na temperatura final, deixando apenas a sensação de conforto ao usuário. Com o controle sendo aplicado na blusa preenchida com plástico bolha, descarta-se a ação corporal, com isso, é visível observar o comportamento do aquecimento e a manutenção da temperatura ao longo do tempo. Na área mais coberta (tórax) a temperatura é maior e permanece constante, enquanto na área menos coberta (braços) a temperatura é menor, possivelmente por estar na extremidade da blusa e porque o sensor que faz a leitura da temperatura está localizado na região do tórax. A tendência é que na região do tórax tenha valores mais estáveis.

A organização dos equipamentos e sensores teve grande importância para garantir a coleta de dados concisos, tomou-se o cuidado de identificar todos os canais de temperatura e usar uma fonte de alimentação externa para alimentar o *shunt* de corrente.

O *shunt* de corrente utilizado foi da marca *Phoenix Contact*, este equipamento mede a corrente por efeito *hall*, ou seja, sem contato com o circuito de potência.

TESTES DINÂMICOS

As análises estáticas e dinâmicas são os dois tipos mais populares de abordagem para garantir a qualidade e funcionalidade de um produto. A análise dinâmica atua no complemento da estática.

Nessa parte, as temperaturas ambiente e corporal, não foram adquiridas devido à complexidade e risco de acidentes ao piloto.

A ligação elétrica do controlador foi feita diretamente na bateria da motocicleta por meio de um conector. A corrente drenada da bateria é de 2,4A com o controlador em potência máxima (PWM em 100%) que equivale a 33W cerca de 10% do total produzido pelo alternador.

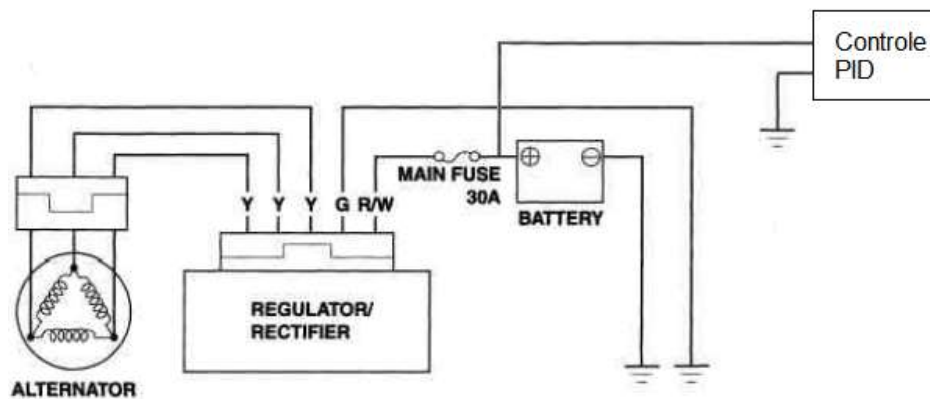


Figura 22 - Diagrama elétrico da motocicleta.

CONDIÇÕES DO TESTE

As condições do teste são essenciais para evidenciar o funcionamento do controlador.

Foi realizado o percurso da cidade de São Paulo até a cidade de Arujá, foram percorridos cerca de 40km com a blusa acionada. O teste foi realizado no período noturno, devido ao clima ser mais ameno.

A temperatura no dia do teste, dia 11 de março era de aproximadamente 17 °C, conforme AccuWeather.

O percurso foi realizado com uma distância de 80km no total, o trajeto de ida até Arujá aconteceu com a blusa desligada e o trajeto de volta com a blusa ligada.

PERCEÇÃO DO PILOTO

A impressão do piloto, no percurso de volta com a blusa acionada, foi de extremo conforto. Não houve preocupação com o frio, fazendo com que a atenção na direção tornasse o foco principal.

Foi atingida uma velocidade máxima de 110km/h no percurso (limite da rodovia), a fixação do controlador mostrou-se eficaz, em nenhum momento houve o desprendimento do controlador. A disposição dos fios não causaram nenhuma dificuldade na pilotagem.

Foram forçadas variações de temperatura abrindo frestas na blusa, não houve variação de valor “ATUAL”, o controle por PID mostrou-se eficaz na manutenção da temperatura.



Figura 23 - Teste Dinâmico (Rodovia Presidente Dutra SP060).

DIFICULDADES

A principal dificuldade na implementação do sistema foi na passagem do fio. Devido à resistência ôhmica do fio ter um valor fixo, houve a necessidade de se associar trechos em paralelo para obter-se a potência máxima desejada. Durante a passagem do fio nos canais da blusa, parte se rompeu sendo necessário à energização da blusa por dois lados, diferente do planejado inicialmente.

Inicialmente, o planejamento dava conta de que a energização ocorreria apenas pelo lado direito da blusa, porém devido a um rompimento na passagem dos cabos, houve a necessidade de criar-se um novo ponto de energização, dessa vez, do lado esquerdo.

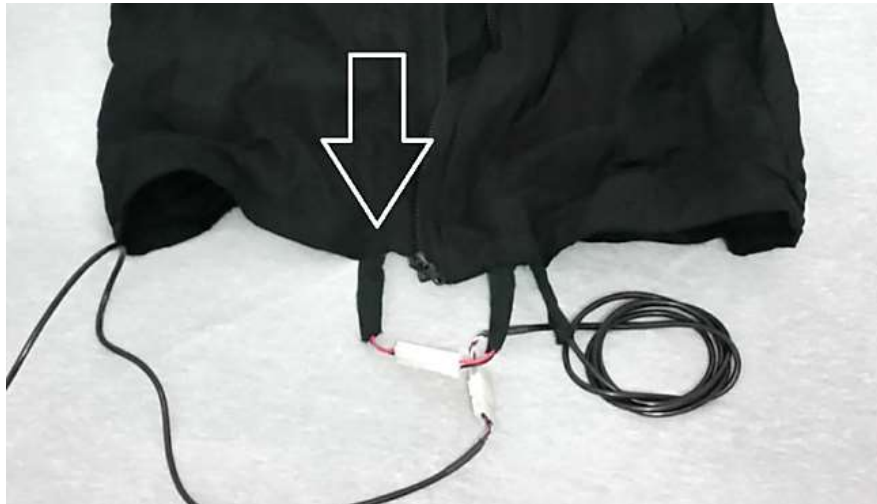


Figura 24 – União necessária devido ao rompimento do fio térmico.

CONCLUSÃO

A necessidade mostra-se muitas vezes um agente de mudanças ou inovações. Foi assim que a partir de uma necessidade surgiu à ideia de desenvolver este projeto. Motociclistas deslocam-se em horários aleatórios e em condições climáticas adversas. Normalmente nestas condições, passam pelo incômodo da baixa temperatura, podendo levar a uma desconcentração no ato de conduzir a motocicleta. A ideia inicial era construir um conjunto, blusa e calça aquecida, em função dos custos e do prazo, foi reduzido para apenas a blusa. Com isso, foi possível validar o conceito da mesma forma.

Neste projeto foi abordada a utilização de um controle PID para controlar uma resistência térmica dentro da blusa, a ideia de criar e desenvolver um produto, foi cumprida como o proposto, o controle se mostrou eficaz na manutenção da temperatura mesmo em situações climáticas desfavoráveis.

Inicialmente, foram realizados testes estáticos. Dessa forma, foi possível, de forma clara e definida, observar a manutenção da temperatura sem e com a interferência do corpo humano. A temperatura corporal aplicada ao processo faz com que haja uma estabilidade na temperatura final, deixando apenas a sensação de conforto ao usuário. Com o controle sendo aplicado na blusa preenchida com plástico bolha, descarta-se a ação

corporal, com isso, é visível observar o comportamento do aquecimento e a manutenção da temperatura ao longo do tempo. Os testes permitiram, por meio de desenvolvimento em bancada, ganhar tempo de aperfeiçoamento do produto final.

Um ponto importante foi à utilização do método da Curva e Reação. Por meio do método obteve-se valores de K_p , K_i e K_d que já convergiam para o melhor resultado de controle da temperatura. Dessa forma, não houve a necessidade de adotar valores empíricos para as constantes.

O teste dinâmico em uma estrada foi necessário para complementar o teste estático e dessa forma, garantir a qualidade e funcionalidade do produto final. Foi registrada a impressão do piloto no percurso total. O principal objetivo foi alcançado, que era não haver a preocupação com o frio, fazendo com que a atenção na direção tornasse o foco principal na condução.

O desenvolvimento deste projeto propiciou um maior aprofundamento em técnicas de programação e na compreensão do funcionamento de um controle PID, pode-se entender e avaliar outros tipos de controladores e concluir que para essa aplicação era o mais indicado.

Como aperfeiçoamento para um trabalho futuro, a implementação de um sistema blindado “prova d’água” seria de grande importância, tendo em vista que o motociclista está exposto as intemperes do meio ambiente. Outro item importante, é a fabricação de uma resistência com valor ôhmico desejado, isto faria com que não houvesse a necessidade de colocar trechos em paralelo, isto extingiria o risco da resistência romper na passagem pelo canal.

BIBLIOGRAFIA

OGATA, KATSUHIKI. Engenharia de Controle Moderno. SP, Person, 2003

<<https://www.embarcados.com.br>> Acesso em 05 de Janeiro de 2017. 15:30:00.

<<https://www.robocore.net/>> Acesso em 08 de Janeiro de 2017. 10:30:00.

<<http://www.mundodoshackers.com.br>> Acesso em 10 de Janeiro de 2017. 14:30:00.

<<https://www.arquilog.com.br/conforto-termico/>> Acesso em 20 de Janeiro de 2017. 19:30:00.

<<http://www.addtherm.com.br>> Acesso em 27 de Maio de 2017. 22:33:00.

<<http://www.flir.com.br>> Acesso em 28 de Maio de 2017.17:05:00.

<<http://larroyd.com.br/termografia/>>Acesso em 28 de Maio de 2017.17:05:00.

<<https://www.arduino.cc/>> Acesso em 02 de Junho de 2017.18:00:00.

SORBETTO DE MARACUJÁ ENRIQUECIDO COM FIBRAS EXTRAÍDAS DOS RESÍDUOS DO MARACUJÁ AMARELO

Camila Suéllen Monteiro (Centro Universitário Padre Anchieta)
Luana Lino Bettanin (Centro Universitário Padre Anchieta)
Maria Helena Costa Resnitzky (Centro Universitário Padre Anchieta)
Claudemar José Trevizam (Centro Universitário Padre Anchieta)

RESUMO

O Brasil é o primeiro produtor e consumidor mundial de maracujá amarelo e, atualmente, na indústria cerca de 70% dessa matéria-prima é descartada, principalmente sua casca e albedo (mesocarpo). O reaproveitamento de resíduos é algo altamente visado pelas indústrias nos dias atuais, pois, tal processo proporciona redução significativa em seus custos e existe uma maior demanda populacional. Tendo em vista as propriedades nutricionais e funcionais desse resíduo objetivou-se a aplicação do mesmo em um *sorbetto* de maracujá, a fim de enriquecer nutricionalmente com fibras o produto, substituir a liga industrializada pela pectina natural presente e reaproveitar parte do albedo. Testou-se diferentes formulações para que fosse alcançado o maior teor de fibras possível sem que houvesse alterações significativas nas características sensoriais do produto desenvolvido, em comparação com o padrão já fabricado. Foi realizada a análise sensorial com 70 provadores no produto desenvolvido aplicando-se escala hedônica que variava de ‘1 – desgostei extremamente’ a ‘9 – gostei extremamente’ e verificado estatisticamente por análise de variância (ANOVA) que a amostra com resíduo não apresentou diferença significativa e obteve-se alto nível de aceitação, equivalente ao da amostra padrão. Portanto, a utilização do albedo como forma de enriquecimento nutricional e substituição de um ingrediente industrializado pode ser considerada viável e benéfica.

Palavras-chave: *sorbetto*; maracujá; pectina; fibras; reaproveitamento.

ABSTRACT

Brazil is the first world producer and consumer of yellow passionfruit and, currently, in the industry about 70% of this raw material is discarded, mainly its bark and mesocarp (albedo). The reuse of waste is something highly targeted by industries today because, this process provides significant reduction in their costs and there is a greater population demand. In view of the nutritional and functional properties of this residue the objective was to apply it in a yellow passionfruit *sorbetto* in order to nutritionally enrich with fibers the final product, to replace the industrialized stabilizer with the natural pectin present and reuse part of the mesocarp. Different formulations were tested to achieve the highest possible fiber content without significant changes in the sensory characteristics of the developed product compared to the standard already manufactured. Sensory analysis was carried out with 70 testers in the developed product, applying a hedonic scale ranging from "1 - extremely appreciated" to "9" - highly appreciated". Statistically verified by variance analysis (ANOVA) the developed product and the regular one did not present a significant difference, and both obtained a high level of acceptance. Therefore, the use of mesocarp as a form of nutritional enrichment and replacement of an industrialized ingredient can be considered viable and beneficial.

Key words: *sorbetto*; yellow passionfruit; pectin; fiber; reuse.

1. INTRODUÇÃO

O gelado comestível, conhecido popularmente como sorvete é muito consumido. Existem diversos tipos de gelados comestíveis, um deles é o *sorbet* que tem sua variação italiana chamada de *sorbetto*. A principal diferença entre o *sorbet* e *sorbetto* é o processamento, no *sorbetto* o congelamento, feito sob agitação confere uma textura mais densa e cremosa como a de um sorvete a base de leite, por conta do ar incorporado naturalmente. Outra diferença importante é a utilização de emulsificantes que auxiliam na textura desejada. A Portaria nº379, de 26 de abril de 1999 da Secretaria de Vigilância Sanitária (SVS) do Ministério da Saúde (BRASIL, 1999) define *sorbet* como produto elaborado basicamente com polpas, sucos ou pedaços de frutas e açúcares, podendo ser adicionado de outros ingredientes alimentares.

O *sorbetto* é composto por pequenos cristais de gelo, formados durante a produção, devido a isso, é indicado que se armazene o mesmo em uma temperatura de -18°C e nunca deixar que chegue ao estado líquido, para que se preservem as características do produto (FRADE, 2011).

Com o rápido crescimento da população mundial, a procura por novas alternativas de alimentos e de matérias-primas para essa indústria vem crescendo dia a dia. Com o crescimento da indústria de alimentos, os resíduos gerados por ela também crescem a cada dia, causando um acúmulo em aterros. O estudo da utilização desses resíduos, principalmente para o aprimoramento de produtos tem inúmeros benefícios para as indústrias, o principal deles é a redução de custos com matérias-primas e lucros maiores com produtos enriquecidos. Estudos buscam a utilização múltipla de polpas, sementes, cascas e se possível ramos e flores, para enriquecer nutricionalmente os alimentos, no preparo de fitoterápicos, cosméticos e na confecção de peças artesanais, além do uso da planta para fins paisagísticos e ornamentais (EMBRAPA, 2016).

O Brasil é o primeiro produtor e consumidor mundial de maracujá, chegando a produzir aproximadamente 695 toneladas por ano (IBGE, 2015). Em média 70% desse volume (casca e sementes) são inutilizados e descartados pelas indústrias por não ter aplicações (OLIVEIRA, REGIS e REZENDE, 2011).

A casca do maracujá é rica em fibras como a pectina, que pode ser utilizada na fabricação de geleias e doces, ou também pode ser aproveitada através da farinha de casca, enriquecendo o produto com fibras alimentares, que auxiliam na prevenção de

doenças. As fibras solúveis, especificamente, estão sendo cada vez mais procuradas pela sua ação na redução dos níveis de glicemia, de colesterol total e de triglicérides (EMBRAPA, 2016). De acordo com a Resolução RDC N° 18, de 19 de Novembro 1999, as fibras alimentares auxiliam o funcionamento do intestino. O consumo de fibras deve estar ligado a uma alimentação equilibrada e hábitos saudáveis.

Este trabalho visa a produção do *sorbetto* de maracujá e o aproveitamento do albedo gerado como resíduo, que tradicionalmente não é utilizado, resultando na otimização do uso da matéria-prima, redução de custos para a indústria, melhoramento do produto e benefícios para o consumidor mantendo características sensoriais similares ao produto do mercado e se justifica pela necessidade de uma solução viável para o aproveitamento deste resíduo. Com isso o albedo do maracujá será uma matéria-prima para a incorporação de pectina no processo do *sorbetto* e não mais um resíduo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Autores como Santana e Silva (2007), Canteri (2010), Filho e Jackix (1996) e Reolon, Braga e Salibe (2009), já estudaram e apresentaram alternativas e métodos para o aproveitamento do resíduo do maracujá amarelo em diversos produtos, bem como ressaltaram as alterações nas características sensoriais decorrentes de sua utilização.

A RDC n° 54, de 12 de novembro de 2012, estipula que, para um alimento ser considerado “fonte de fibras” deve conter um mínimo de 2,5g de fibra alimentar por porção e para ser classificado como “com alto conteúdo” (também nomeado de “rico em” ou “alto teor”) deve conter um mínimo de 5g por porção. A porção definida pela RDC n° 359, de 23 de dezembro de 2003 é de 60g (porção caseira de uma bola) para sorvetes em massa.

Os benefícios do aproveitamento do albedo do maracujá vão além da diminuição de resíduos pelas indústrias, a farinha produzida através dele é uma alternativa para públicos seletos como diabéticos e hipercolesterolêmicos. Essa farinha pode ser utilizada como substituta de outras farinhas em massas, biscoitos e barras de cereais, como apontam Ando et al (2007), que elaboraram um *cookie diet* utilizando farinha de casca de maracujá. A amostra com mais benefícios comprovados devido ao teor de fibras foi a com maior adição de farinha, porém, segundo os autores as amostras que tiveram melhor aceitação pelos provadores foram as com menor teor de farinha. Santos et al (2011)

elaboraram dois biscoitos utilizando *blends* de fécula de mandioca com farinha e casca de maracujá e polvilho azedo com farinha de casca de maracujá, ambas em proporções de 17% de farinha de casca. Segundo análise sensorial aplicada pelos autores ambos os biscoitos obtiveram aceitação mediana, na escala de hedônica de 9 pontos obtiveram nota 6 – gostei ligeiramente; Santana e Silva (2007) elaboraram biscoitos com *blend* de farinhas, utilizando 20% de farinha de albedo e 80% de farinha de trigo, os autores não apresentaram resultados de aceitabilidade do produto elaborado.

Outro benefício importante decorrente da utilização do resíduo do maracujá amarelo é a quantidade de pectina presente. Segundo Canteri (2010) a pectina é utilizada na indústria alimentícia e farmacêutica devido as suas propriedades espessantes e geleificantes.

A pectina, que é uma fibra dietética presente no albedo do maracujá e possui uma complexa cadeia constituída principalmente pelo ácido galacturônico, entre outros açúcares neutros nas cadeias laterais (CANTERI, 2010). A pectina tem capacidade única de formar géis espalháveis, na presença de açúcar e ácido, ou na presença de íons cálcio (FENNEMA, 2010).

Na indústria, os polissacarídeos pécticos possibilitam o aumento da viscosidade, característica útil na produção de geleias e doces e funcionam como coloides estabilizantes e protetores em alimentos e bebidas (CPKELCO, 2002; VORAGEN et al., 2009).

Diversos estudos apresentam grandes variações na porcentagem de pectina encontrada no albedo do maracujá amarelo, por diferentes métodos de determinação. Moreira e Milynarczuk (2013) apresentaram resultados com variação de 7 a 28% para diferentes estágios de maturação do maracujá; Pinheiro et al (2006) obtiveram resultados com variação de 27% a 70% para dois métodos diferentes de extração e Reolon, Braga e Salibe (2009) apresentaram resultados entre 20,7 e 28,5% em diferentes estágios de maturação e por diferentes métodos de extração.

A propriedade do albedo do maracujá de formar géis foi objeto de estudo por alguns autores como Araújo et al [2016] que desenvolveram uma geleia de abacaxi utilizando o albedo do maracujá como espessante natural. Para essa produção foi utilizada a casca do maracujá cozida, e os autores elaboraram e compararam geleias produzidas com pectina comercial e albedo de maracujá. Os autores alegam a existência de diferenças nas características físico-químicas entre os dois procedimentos, porém atestam o bom

funcionamento do albedo como fonte de pectina. Filho e Jackix (1996) produziram geleia de maracujá com o uso do albedo para a extração de pectina e utilização como espessante natural. Conforme apresentado na Tabela 1, esses autores não obtiveram variações significativas nos parâmetros físico-químicos entre a geleia produzida e a geleia com pectina comercial.

Os autores também apresentam resultados que comprovam que não houve diferença significativa na maioria dos parâmetros sensoriais, entretanto, foi observada melhor consistência na geleia produzida com pectina natural pelos provadores, conforme apresentado na Tabela 2.

Uma das principais dificuldades de se trabalhar com o albedo do maracujá amarelo é o sabor amargo residual devido à presença da naringina. A naringina é um flavonoide presente principalmente na casca de frutas cítricas e é responsável pelo sabor amargo (GIANNUZZO et al, 2000).

Tabela 1 – Caracterização físico-química das geleias

| Determinações | Resultados | |
|---------------------------------|--------------------|--------------------|
| | Geleia com pectina | Geleia com extrato |
| Acidez total (% ácido cítrico) | 1,50 | 1,40 |
| pH | 3,06 | 2,76 |
| Açúcares totais (g/100g) | 58,67 | 53,71 |
| Açúcares redutores (% glicose) | 11,94 | 12,60 |
| Vitamina C (mg/100g) | 8,39 | 10,46 |
| Sólidos solúveis (°Brix) | 67,40 | 68,80 |
| Relação sólidos solúveis/acidez | 44,90 | 49,10 |

Fonte: Filho e Jackix (1996)

Tabela 2 – Valores médios das notas atribuídas pelos provadores aos dois tipos de geleia

| Característica | Média das avaliações (30 prov.) | |
|------------------|---------------------------------|--------------------|
| | Geleia com pectina | Geleia com extrato |
| Cor | 6,46 | 5,96 |
| Sabor | 5,96 | 5,86 |
| Consistência | 4,80 | 5,83 |
| Impressão global | 5,66 | 5,63 |

Fonte: Filho e Jackix (1996)

Em seu trabalho “Aproveitamento do albedo do maracujá na elaboração de doce em massa e alterações com o armazenamento”, Dias et al (2011) e Ferreira et al (2016) com o trabalho “Produção e caracterização das farinhas do albedo do maracujá amarelo e da casca de jabuticaba” aplicam o método proposto por Nascimento et al (2003) de maceração para reduzir esse sabor amargo. O albedo foi colocado imerso em água filtrada sob refrigeração, onde ficou durante 3 dias e 1 dia, sendo a água trocada com intervalo de 4 horas. Tal método foi aplicado para a retirada do sabor amargo devido a solubilidade das flavonas, classe à qual a naringina pertence, em água.

Segundo a Portaria nº 540, de 27 de outubro de 1997, é definido como espessante a substância que aumenta a viscosidade de um alimento, geleificante a substância que confere textura através da formação de um gel e estabilizante a substância que torna possível a manutenção de uma dispersão uniforme de duas ou mais substâncias imiscíveis em um alimento.

Para a utilização em *sorbettos* e sorvetes, por exemplo, a pectina desempenha essas três funções.

De acordo com estudos, o ponto ideal de textura de um sorvete é resultante da combinação de proporções adequadas de estabilizantes e emulsificantes. Há estabilizantes e emulsificantes que se dissolvem a frio, porém a grande maioria dissolve quando atinge temperaturas superiores a 65 °C, como é o caso da pectina (SORVETES E CASQUINHAS, 2009).

Barboza e Uehara (2013) estudaram a aplicação da pectina extraída dos resíduos do maracujá amarelo como agente estabilizante em sorvetes de base leite e concluíram que o uso da pectina extraída foi viável, pois agregou ao produto uma alta capacidade de incorporação de ar, retenção da forma (demora ao iniciar o derretimento) e viscosidade, que atua diretamente na cremosidade do produto final. Constataram também que a pectina, por sua capacidade de retenção de água, é de grande utilidade na redução da formação de cristais de gelo, característica muito desejada na fabricação de gelados comestíveis em geral.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento do *sorbetto* de maracujá enriquecido com fibras extraídas dos resíduos do maracujá amarelo foram fornecidos pela empresa especializada na área

de sorvetes, Sallini Gelati, localizada em Valinhos/SP, os ingredientes, matérias-primas, equipamentos e utensílios, tais como máquina produtora horizontal descontínua específica para sorvetes, freezer para armazenamento, chapa aquecedora elétrica, liquidificador industrial, balança e recipientes para pesagem de matérias-primas, espátulas, facas, tábuas, boleadores, termômetros e embalagens para armazenamento, etiquetas de identificação, ingredientes como água, açúcar, glicose, dextrose, maracujá *in natura*, albedo *in natura* e emulsificante, a formulação padrão utilizada como base é de propriedade e uso da empresa, portanto as proporções utilizadas não podem ser divulgadas.

O *sorbetto* de maracujá enriquecido com fibras foi desenvolvido nas dependências da empresa Sallini Gelati. Foram produzidas duas amostras com diferentes teores de albedo em substituição da liga neutra, a terceira amostra foi o padrão já produzido pela empresa. Os maracujás foram imersos em solução clorada 5ppm, por um período de 10 minutos, enxaguados em água corrente. Foram despulpados, armazenando a casca para posterior tratamento. A polpa do maracujá foi pesada e diluída com uma proporção de 80% de polpa e 20% de água filtrada, a diluição foi batida em liquidificador e peneirada para retirada do excesso de sementes, foi porcionada e armazenada em temperaturas abaixo de -18°C . A casca do maracujá foi separada do albedo por descascamento e este também foi armazenado em temperaturas abaixo de -18°C .

Para o albedo foram utilizados três procedimentos diferentes, no primeiro deles foi cortado em cubos e submetido ao processo de secagem em equipamento de circulação forçada de ar quente a uma temperatura de 120°C durante 40 minutos, o albedo seco foi resfriado até temperatura ambiente. Após o resfriamento foi triturado em liquidificador industrial até alcançar a granulometria mínima possível e passado por peneira, obtendo como resultado uma farinha fina que foi incorporada diretamente à calda na etapa de mistura em liquidificador industrial.

No segundo método, o de maceração, o albedo foi submerso em água filtrada por um período de 24 horas, no qual realizou-se a troca da água de 4 em 4 horas e mantido sob refrigeração durante tal período. Após o processo de maceração, o albedo foi cortado em fatias e adicionado à calda na etapa de mistura em liquidificador industrial para homogeneização máxima possível. No terceiro método, a água foi pesada e aquecida em chapa elétrica até a temperatura de 100°C , ao entrar em ebulição, foi adicionada a quantidade determinada de albedo *in natura* fatiado e deixado em fervura por 2 minutos.

Foram misturados em liquidificador industrial até a homogeneização, a água com albedo, polpa de maracujá extraída e os açúcares em quantidade já previamente balanceada. O balanceamento dos açúcares na calda é importante, pois cada um desempenha uma função no produto final. Para obter-se uma consistência uniforme e adequada para sorvetes, é importante que a quantidade de açúcares totais esteja no mínimo em 18%, no caso de sorvetes em base de água, como no caso do *sorbetto* de maracujá, em que os teores de açúcares podem variar de 22 a 30% (SORVETES E CASQUINHAS, 2009).

A sacarose, carboidrato majoritário presente tem como função principal além de promover dulçor, atuar como regulador de temperatura. A sacarose é constituída por glucose e frutose. Seu poder anticongelante é utilizado como referência para a avaliação do poder anticongelante para outros tipos de açúcares (SORVETES E CASQUINHAS, 2012). A glicose tem atuação no controle de fusão, congelamento e viscosidade da mistura e impede a formação de cristais no produto final, já a dextrose, que possui a mesma fórmula química da glicose, entretanto em sua forma cristalina, faz com que o ponto de congelamento sofra queda, promovendo textura mais macia no produto final em contrapartida de uma maior sensação de frio ao paladar. Tanto a glicose como a dextrose possuem a particularidade de proporcionar um sabor refrescante (SORVETES E CASQUINHAS, 2009).

A calda resultante foi aquecida à temperatura de 75°C, por cerca de 20 minutos para que ocorresse o processo de pasteurização. Tal processo é de extrema importância no processamento de alimentos pois elimina a presença de microrganismos patogênicos. A calda pasteurizada foi resfriada em banho de gelo até atingir uma temperatura de 15°C, após tal etapa foi submetido ao processo de congelamento sob agitação em produtora horizontal descontínua, onde ocorreu a etapa de *overrun*, incorporação de ar à calda. O processo de *overrun* é o responsável pela característica cremosa e aerada do *sorbetto*. Ao final da etapa, o produto foi envasado em potes plásticos próprios para sorvetes, devidamente etiquetados.

O *sorbetto* foi produzido na semana que antecedeu a análise sensorial, embalado em potes plásticos e armazenados em temperatura adequada. A análise foi realizada na sala de aula da faculdade do Centro Universitário Padre Anchieta com a participação de 70 provadores, alunos ou não da instituição de ensino, maiores de 18 anos, onde os mesmos avaliaram os atributos: aspecto, cor, sabor, textura, aroma e impressão global,

utilizando uma escala hedônica de 9 pontos sendo 9 - gostei extremamente e 1 - desgostei extremamente. Os provadores receberam separadamente duas amostras de 20g codificadas para que não houvesse comparações entre as amostras. A primeira amostra foi o padrão da empresa Sallini Gelati, e após a degustação e avaliação do provador foi oferecido um copo de água filtrada para que não houvesse interferência no paladar. A amostra foi retirada e a segunda amostra, a formulação final determinada com a substituição da liga neutra por albedo, colocada para avaliação. As médias dos atributos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância e os resultados foram avaliados estatisticamente por análise de variância (ANOVA).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O primeiro teste foi realizado com a farinha produzida utilizando a mesma proporção da liga neutra industrializada da formulação padrão da empresa, em substituição de 100% deste ingrediente, porém os resultados não foram satisfatórios, pois a quantidade da farinha utilizada não foi suficiente para alcançar a textura desejada para um *sorbetto*, deixando o produto quebradiço e sem cremosidade. A farinha também conferiu um amargor proveniente do sabor da naringina, um flavonoide encontrado principalmente na casca de frutas cítricas (GIANNUZZO et al, 2000) atenuado durante a secagem do albedo. Observou-se também sabor ácido acentuado, de forma desagradável ao paladar.

Como o albedo passou pelo processo de secagem por circulação de ar quente, sofreu perda de grande parte de sua umidade natural, sendo assim, uma porcentagem da pectina presente, devido a sua solubilidade em água, também foi perdida. Para obter-se uma farinha de granulometria fina foi necessária uma peneiração manual após a trituração pois a maioria do albedo se encontrava em formato de flocos aglomerados, tal etapa do processo levou a um rendimento muito baixo de produção. Esses aspectos em conjunto acarretaram a necessidade da utilização de uma grande quantidade de farinha, o que poderia conferir ao produto uma textura arenosa e desagradável pela presença excessiva de pectina e sabor amargo forte, além de afetar diretamente na coloração do produto uma vez que a farinha possuía coloração marrom clara.

Para o segundo teste optou-se pela utilização do albedo *in natura* a fim de otimizar a presença da pectina e reduzir o amargor indesejável, utilizou-se 200% a mais do valor

de albedo, levando em consideração o alto teor de umidade com relação a sua forma de farinha, aumentou-se também o teor de açúcar em 43%. Como resultado obtivemos um produto de textura quebradiça e com muitos cristais de gelo perceptíveis visual e sensorialmente, sendo o oposto da textura cremosa esperada para um *sorbetto*.

Após estudos da literatura, foi optado por testar o método de maceração estipulado por Nascimento et al (2003), no qual o albedo deve ser imerso em água filtrada e a mesma trocada em intervalos de 4 horas. Para o teste o albedo permaneceu imerso durante 24h, sob refrigeração. O albedo absorveu uma grande quantidade de água, causando um aumento significativo de seu peso e, portanto foi utilizado na formulação 10 vezes mais do que o utilizado no segundo teste. Notou-se nas trocas de água da maceração que a água descartada estava mais viscosa do que o usual, característica decorrente da liberação da pectina que é uma fibra solúvel em água. Esse fato afetou diretamente a textura do produto final, por conter uma quantidade menor de pectina disponível no albedo do que o esperado.

Aumentou-se a quantidade de emulsificante em 50% para melhorar a textura quebradiça apresentada no teste anterior, uma vez que o mesmo é responsável pela incorporação de ar no produto final durante a etapa de congelamento sob agitação, por ser a única fonte de gordura da formulação.

Após a etapa de mistura, observou-se que os grânulos de albedo ainda apresentavam granulometria maior do que o necessário e não foi possível reduzir em liquidificador, para que os mesmos não ficassem em excesso no produto final a calda passou por uma etapa de peneiração manual antes de ser processada em produtora horizontal. Nesse teste obtivemos também como resultado um *sorbetto* quebradiço, com alta quantidade de cristais de gelo e sabor aguado, devido à grande quantidade de água absorvida pelo albedo, essas características fizeram com o que produto não fosse boleável e ficasse desagradável palatalmente pela presença de grumos, apesar da retirada de seu excesso.

Para o quarto teste decidiu-se por estipular uma quantidade intermediária de albedo entre o segundo e o terceiro teste, determinando uma formulação com 210% a mais de albedo com relação ao segundo teste. Mudou-se também o procedimento a fim de alcançar um produto com características sensoriais ideais. Devido ao fato de ter sido observado no teste anterior o alto nível de solubilidade da pectina em água, optou-se por acelerar a solubilização antes de incorporar o albedo à calda e aproveitar toda a pectina solubilizada bem como a ainda presente no interior do albedo.

O albedo *in natura* foi cortado em cubos e colocado em água já em quantidade suficiente para a formulação, foi submetido à fervura por 2 minutos e então foram adicionados os ingredientes restantes e realizadas as etapas seguintes do processamento padrão, aumentando o tempo de mistura em liquidificador para a diminuição da granulometria do albedo até que fosse quase imperceptível a sua presença ao paladar. Como resultado obteve-se um produto cremoso, boleável e sensorialmente agradável, se aproximando mais das características padrão de um *sorbetto* original do que nos testes anteriores.

Para o quinto teste mantiveram-se os parâmetros de processo e quantidades utilizados no teste anterior, modificando-se apenas a etapa de liberação da pectina, na qual não se submeteu o albedo *in natura* à fervura, sendo ele incorporado diretamente à calda, para observar a existência ou não de diferença significativa da interação da pectina no produto final.

Foi observada a presença de mais grumos que no teste anterior, bem como diferença visível na textura, sendo um produto com menos cremosidade, decorrente de menor ação da pectina. Portanto, optou-se por adotar como padrão o método executado no quarto teste.

No sexto teste, mantiveram-se os padrões do quarto teste aumentando significativamente, em 50%, a quantidade de albedo, visando adicionar ao produto a maior quantidade possível de fibras sem que ficasse desagradável ao paladar, uma vez que pelo que estabelece a RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012, para que o produto fosse considerado fonte de fibras seria necessário que 43,10% da formulação utilizada fosse albedo *in natura*.

Ao final do sexto teste feito com um total de 20% de albedo foi possível observar sua inviabilidade na quantidade exigida para ser nomeado como um produto “fonte de” fibras numa porção de 60g. O produto apresentou uma textura quebradiça, duro e com grumos excessivos, não era possível bolear. O sabor do albedo também era muito pronunciado, mascarando o sabor principal do *sorbetto*, o maracujá.

Os valores nutricionais do produto final foram estabelecidos de acordo com valores teóricos apresentados pelos fornecedores das matérias-primas, dados coletados da tabela TACO (2011), tabela 3 e tabela 4 abaixo.

Tabela 3 – Composição centesimal da casca do maracujá-amarelo

| Constituintes (%) | Casca |
|-------------------|-------|
| Umidade | 89,08 |
| Cinzas | 0,92 |
| Lipídeos | 0,7 |
| Proteínas(Nx6,25) | 1,07 |
| Carboidratos | 8,23 |

Fonte: Oliveira et al., (2002).

Tabela 4 - Teor de fibras alimentares da casca do maracujá

| Constituintes | Base Úmida | Base Seca |
|---------------------------------|------------|-----------|
| Fibra bruta (g/100g) | 3,75 | - |
| Fibra alimentar total (g/100g) | 5,81 | 57,32 |
| Fibra alimentar total (g/100g)* | - | - |
| Fibra solúvel (g/100g) | 2,1 | - |
| Fibra solúvel (g/100g)* | 1,58 | - |
| Fibra insolúvel (g/100g) | 5,57 | - |
| Fibra insolúvel (g/100g)* | 3,3 | - |

Fonte: Córdova et al., (2005)

A tabela 5 apresenta os valores obtidos para o *sorbetto* de maracujá padrão produzido pela empresa Sallini Gelati e a tabela 6 os valores obtidos para o *sorbetto* de maracujá desenvolvido no presente estudo.

Tabela 5 – Informação nutricional do *sorbetto* de maracujá padrão da empresa

| INFORMAÇÃO NUTRICIONAL | | |
|------------------------|-----------------------|---------|
| | Quantidade por porção | %VD (*) |
| Valor energético | 63,76kcal = 266,5kJ | 3 |
| Carboidratos | 15,56g | 5 |
| Proteínas | 0,18g | 0 |
| Gordura total | 0,09g | 0 |
| Gordura saturada | 0,04g | 0 |
| Gordura trans | 0g | ** |
| Fibras | 0,14g | 1 |
| Sódio | 10mg | 1 |

Fonte: próprio autor

Tabela 6 – Informação nutricional do sorbetto de maracujá desenvolvido

| INFORMAÇÃO NUTRICIONAL | | |
|------------------------|-----------------------|---------|
| | Quantidade por porção | %VD (*) |
| Valor energético | 65,76kcal = 274,9kJ | 3 |
| Carboidratos | 15,82g | 5 |
| Proteínas | 0,25g | 0 |
| Gordura total | 0,17g | 0 |
| Gordura saturada | 0,06g | 0 |
| Gordura trans | 0g | ** |
| Fibras | 0,66g | 3 |
| Sódio | 20mg | 1 |

Fonte: próprio autor

Mesmo não alcançando o valor exigido pela legislação para que o *sorbetto* desenvolvido fosse considerado como “rico em” fibras, foi perceptível um aumento significativo em seu teor por porção, de aproximadamente 370%.

A figura 1 apresenta o comparativo dos resultados obtidos em análise sensorial aplicada a 70 provadores que analisaram individualmente cada amostra para cinco atributos diferentes: aspecto, cor, aroma, textura e sabor. Foi possível observar que as amostras não apresentaram diferenças significativas em nenhum dos atributos, tal informação foi comprovada estatisticamente através da análise de variância (ANOVA) com confiança de 5%. A análise de variância é utilizada para verificar se existem diferenças significativas entre as médias de uma determinada variável.

Devido ao processo de adição de fibras, esperava-se que o atributo textura apresentasse maior diferença entre as amostras, porém o mesmo não correu, as amostras apresentaram uma diferença de apenas 0,07 na média, sendo a segunda menor diferença entre as médias de todos os atributos, a primeira menor foi em cor, com 0,06. Alguns provadores citaram em observações que a amostra com adição de fibras se assemelhava mais ao sabor e textura naturais da fruta. Pode-se observar uma aceitação que difere do padrão apresentado por Ando et al (2007) onde a amostra com maior quantidade de adição de fibras foi menos aceita.

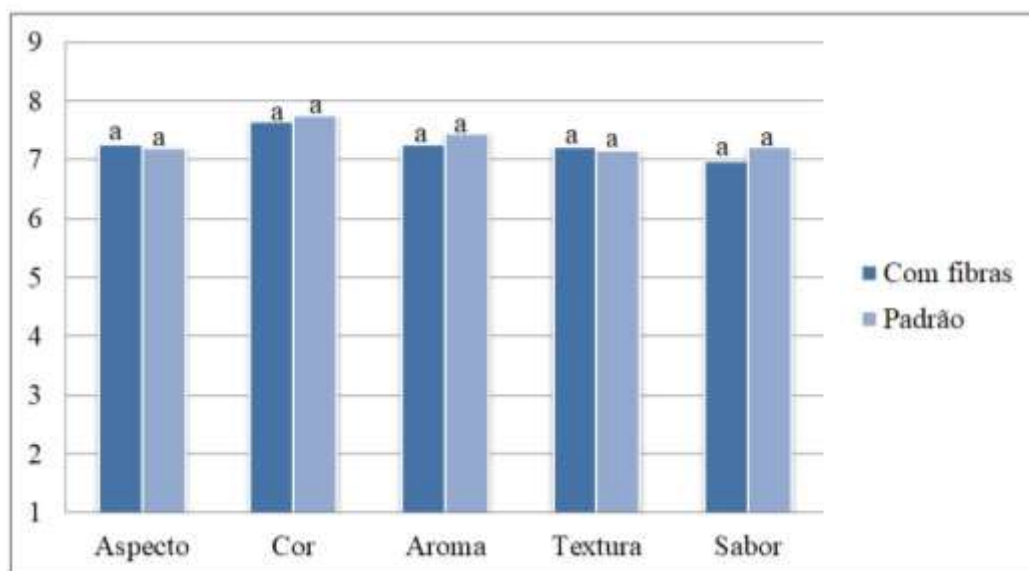
Em comparação com o apresentado por Barboza e Uehara (2013) pode-se concluir que a aplicação da pectina natural do maracujá amarelo também apresenta sucesso na aplicação em sorvetes à base de água.

O atributo que apresentou maior diferença entre as amostras foi sabor, com 0,24, seguido de aroma com 0,19. Tais valores não representam diferença significativa.

O atributo que apresentou maior média foi cor para a amostra do *sorbetto* padrão com 7,77 e o atributo que apresentou menor médio foi sabor, para o produto desenvolvido com 6,99.

Observa-se que nenhum dos atributos foi avaliado com média das notas abaixo de 7, todos os atributos para ambas as amostras apresentaram médias entre 7 e 8 que são, respectivamente, gostei moderadamente e gostei muito, portanto, no cenário geral, o *sorbetto* desenvolvido teve alto índice de aceitação, se igualando ao produto padrão já disponível no mercado.

Figura 1 – Média dos atributos avaliados em análise sensorial por amostra



Letras iguais representam que não existe diferença significativa a nível de 5% de confiança.

5. CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo o enriquecimento de um *sorbetto* de maracujá através do reaproveitamento do seu albedo, gerado como resíduo pela indústria. Conclui-se que tal processo apresentou viabilidade por aumentar significativamente o teor de fibras sem que houvesse alteração das características sensoriais do produto, em comparação com o produto já existente no mercado. A substituição de 100% da liga

neutra industrializada pela pectina natural encontrada no albedo é tida como vantagem nutricional e econômica para o produto.

Um futuro processo a ser estudado é a utilização do albedo do maracujá amarelo como fonte de pectina para outros sabores de sorvetes, verificando sabores residuais e aplicação.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDO, N. et al; **Elaboração de cookie diet com farinha de casca de maracujá-amarelo**. Anais do XVI Encontro Anual de Iniciação Científica, Guarapuava: Universidade Estadual do Centro-Oeste, 2007.

ARAÚJO, B. S. et al. **Aproveitamento do albedo do maracujá amarelo (passiflora edulis f.var. Flavicarpa deg) utilizado para elaboração de geleia de abacaxi (ananas comosus L. Merrill)**. 2016. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/sbctars-eventos/xxvcbcta/anais/files/814.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2018.

BARBOZA, R. A.; UEHARA K. S. **Aplicação de pectina extraída de resíduos de maracujá (passiflora edulis f. flavicarpa) como agente estabilizante em sorvetes**. 2013. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/8047/1/PG_COALM_2013_2_03.pdf>. Acesso em: 12 set. 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 18, de 19 de novembro de 1999**. 1999. Elaborada por Gonzalo Vecina Neto Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/388729/RDC_18.pdf/a34245ea-df72-438f-bfc2-a82d92b56587>. Acesso em: 20 Jun. 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012**. 2012. Elaborada por Dirceu Brás Aparecido Barbano. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/2033880/2568070/rdc0054_12_11_2012.pdf/c5ac23fd-974e-4f2c-9fbc-48f7e0a31864>. Acesso em: 12 set. 2018.

CANTERI, Maria H.G. **Caracterização comparativa entre pectinas extraídas do pericarpo de maracujá-amarelo (Passiflora edulis f. flavicarpa)** Universidade Federal do Paraná, Curitiba. Université D'Avignon et pays de Vaucluse. 2010.

DIAS, M. V. et al. **Aproveitamento do albedo do maracujá na elaboração de doce em massa e alterações com o armazenamento**. 2011. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/11001/1/ARTIGO_Aproveitamento%20do%20albedo%20do%20maracuj%C3%A1%20na%20elabora%C3%A7%C3%A3o%20de%20doce%20em%20massa%20e%20altera%C3%A7%C3%B5es%20com%20o%20armazenamento.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2018.

EMBRAPA. **Maracujá: o produtor pergunta, a Embrapa responde.** Brasília: Embrapa, 2016. 341 p.14.

FENNEMA, O.R. **Química de alimentos de Fennema.** 4.ed. Artmed, 2010. 900 p.125
Tradução de: Adriano Brandeli.

FERREIRA et al. **Produção e caracterização das farinhas do albedo do maracujá amarelo e da casca de jaboticaba.** 2016. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/sbctars-eventos/xxvcbcta/anais/files/1283.pdf>>. Acesso em: 29 ago. 2018.

FILHO, J. F. L.; JACKIX, M. N. H.. **Utilização da casca do maracujá- amarelo (p. Edulis f.flavicarpa, degener) na produção de geléia.** 1996. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/419889/1/Bp017.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2018.

FOOD INGREDIENTS BRASIL (Brasil) (Ed.). **PECTINAS: Propriedades e aplicações.** 2014. Disponível em: <<http://www.revista-fi.com/materias/380.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2018.

FRADE; P. **As diferenças entre sorvete e sorbet.,** 2011. Disponível em: <<http://www.petitgastro.com.br/a-diferenca-entre-sorvete-e-sorbet/>>. Acessado em: 27 Ago. 2017.

GIANNUZZO, Amelia N. et al. **Extracción de naringina de citrus paradisi l. estudio comparativo y optimización de técnicas extractivas.** 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612000000200022>. Acesso em: 29 ago. 2018.

MLYNARCZUK, B. B.; MOREIRA, R. C. V.. **Quantificação de pectina do albedo do maracujá amarelo por espectroscopia e análise multivariada.** 2013. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/7681/1/PG_COALM_2013_1_08.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2018.

OLIVEIRA, E. M. de.; REGIS, S. A.; RESENDE, E. D. **Caracterização dos resíduos da polpa do maracujá-amarelo.** Ciência Rural. Santa Maria, 2011.

PINHEIRO, E R et al. **Caracterização da pectina extraída da casca do maracujá amarelo (Passiflora edulis flavicarpa) utilizando diferentes métodos de extração com ácido cítrico.** 2006 Disponível em: <http://www.sbpcnet.org.br/livro/58ra/SENIOR/RESUMOS/resumo_1164.html>. Acesso em: 15 ago. 2018.

REOLON, C. A.; BRAGA, G. C.; SALIBE, A. B. **Características físico-químicas da casca do maracujá amarelo em diferentes estádios de maturação.** Boletim CEPPA,|Curitiba, v. 27, n. 2, p. 305-312, 2009.

SANTANA, M. F. S.; SILVA, E. F. L. **Elaboração de Biscoitos com Farinha de Albedo de Maracujá.** Belém, PA: Embrapa. Dez. 2007.

SANTOS, A. A. O. et al. **Elaboração de biscoitos a partir da incorporação de produtos da mandioca e casca de maracujá (*Passiflora edulis Flavicarpa*) na farinha de trigo.** 2011. Disponível em: <<https://www.scienciaplena.org.br/sp/article/view/389/183>>. Acesso em: 15 ago. 2018.

SORVETES E CASQUINHAS (Brasil) (Org.). **Os estabilizantes em sorvetes.** 2009. Disponível em: <http://insumos.com.br/sorvetes_e_casquinhas/materias/88.pdf>. Acesso em: 12 set. 2018.

SORVETES E CASQUINHAS (Brasil) (Org.). **Açúcar em sorvetes.** 2012. Disponível em: <http://insumos.com.br/sorvetes_e_casquinhas/materias/162.pdf>. Acesso em: 12 set. 2018.

UNICAMP (Brasil). **TACO.** 2011. Disponível em: <http://www.nepa.unicamp.br/taco/contar/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf?arquivo=taco_4_versao_ampliada_e_revisada.pdf>. Acesso em: 25 set. 2018.

TELHADO VERDE: UM ESTUDO DA INFLUÊNCIA DE ESPÉCIES VEGETAIS NO SEU DESEMPENHO NA CIDADE DE JUNDIAÍ/SP

Jayson Gregory Silva (Centro Universitário Padre Anchieta)
Lucas Melato(Centro Universitário Padre Anchieta)
Vitor Gabriel Bueno de Souza (Centro Universitário Padre Anchieta)
Raquel Carnivale Silva Melillo (Centro Universitário Padre Anchieta)

RESUMO

Na atualidade, com o crescimento populacional desenfreado e as decorrentes mudanças de uso do solo com intensificação da construção civil, surgem grandes problemas ambientais que impactam a qualidade de vida da população, em especial, de centros urbanos. Por este motivo, alternativas são desenvolvidas e outras resgatadas para que sejam aplicadas no intuito de minimizar o desconforto e melhorar as condições ambientais das cidades. Visando contribuir com o desenvolvimento sustentável, este trabalho teve como finalidade analisar os benefícios do emprego do telhado verde como cobertura de edificações, por meio da análise de protótipos, a fim de avaliar a eficiência na contenção de temperatura e ruído, no ambiente climático de Jundiaí/SP. Foram desenvolvidos protótipos visando a construção de modelos que se assemelhem a sistemas de baixo custo e manutenção, então temperatura e níveis de ruído foram aferidos comparativamente. Os resultados permitiram concluir que a cobertura de telhado verde é eficaz na contenção de temperatura e níveis de ruído e, inclusive, apresenta eficiência superior quando comparada ao protótipo de cobertura convencional.

Palavras-chave: Telhado verde, qualidade de vida, sustentabilidade.

ABSTRACT

Nowadays, with rampant population growth and the resulting land use changes with intensification of construction, there are major environmental problems that affect the population's quality of life, especially in urban centers. For this reason, alternatives are developed and other redeemed to be applied in order to minimize discomfort and improve environmental conditions in cities. To contribute to sustainable development, this study aimed to analyze the benefits of green roof as building coverage, through prototype analysis in order to evaluate the efficiency in temperature and noise containment, in Jundiaí /SP climatic environment. Prototypes were developed for the construction of models that are similar to low-cost and maintenance systems, so temperature and noise levels were measured in comparison. The results showed that the green roof cover is effective in temperature and noise levels containment, and has higher efficiency compared to conventional coverage prototype.

Keywords: Green roof, quality of life, sustainability.

1. INTRODUÇÃO

O constante crescimento populacional, em especial em áreas urbanas, aumenta as superfícies impermeabilizadas como ruas calçadas e telhados, diminuindo áreas verdes, o que leva a diversos problemas e impactos ambientais. A arquitetura que predomina nas cidades não contribui para a sustentabilidade e não considera a preocupação ambiental; neste contexto, há necessidade de inserção de tecnologias mais sustentáveis que minimizem os impactos ambientais causados pela construção e manutenção das edificações (CORBELLA e YANNAS, 2003).

A evolução e intensificação dos centros urbanos, no pós Segunda Guerra Mundial, por conta de combustíveis baratos se baseou em construções de maior consumo energético e de grande impacto ambiental, conforme ocorreram as crises de matrizes energéticas a partir da década de 1970, em diversas regiões do mundo foram identificadas novas tecnologias preocupadas com o consumo energético e o clima local (CORBELLA e YANNAS, 2003).

Um exemplo de tecnologia que passou a ser mais estudada e utilizada foi o telhado verde. O uso de telhados verdes é bastante antigo, mas em centros urbanos se tornou um aliado na busca por construções mais sustentáveis. Dentre os benefícios estão o combate ao efeito estufa, amenização das ilhas de calor, aumento na qualidade do ar, diminuição da poluição sonora e filtragem das partículas suspensas no ar (AUCKLAND, 1998 *apud* TOMAZ, 2008).

Spangenberg *et. al.* (2004) afirma que o custo-benefício da solução compensa, em sua pesquisa em convênio com a Universidade de São Paulo identificou que “... a utilização em larga escala dos telhados verdes poderia reduzir 1° C ou 2° C a temperatura nas grandes cidades.” O mesmo autor afirma que após a instalação de uma cobertura verde em uma laje, a temperatura da superfície reduz cerca de 15° C, influenciando no conforto térmico dos ambientes e, dependendo do tipo de telhado, da vegetação e da capacidade da área, a redução de carga térmica para o ar condicionado se aproxima a 240 kWh/m² (SPANGENBERG *et. al.*, 2004).

Machado *et al.* (2003) afirma que além dos benefícios ambientais, os telhados verdes também trazem benefícios arquitetônicos e estéticos. Proporciona atividade terapêutica como a jardinagem, envolvida na manutenção dos telhados verdes, e a sensação de bem estar por amenizar o ambiente urbano com a utilização de vegetação

(LAAR, 2001). Para Rubinstein (2007), o espaços abertos e a presença do verde causam benefícios psicológicos e são realmente redutores do estresse humano.

Com o aumento das áreas impermeabilizadas e o agravamento do impacto ambiental tecnologias mais sustentáveis como o telhado verde são tidas como perfeitamente viáveis e trazem benefícios importantes para que seu emprego seja intensificado. Tendo em vista esse cenário, o presente trabalho busca analisar, por meio da comparação e realização de testes, o desempenho de protótipos de telhado verde de baixo custo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Tendo em vista o cenário atual de crescimento populacional e consequente aumento de áreas impermeabilizadas e ilhas de calor, com pouco investimento no desenvolvimento e aplicações de conceitos sustentáveis, faz-se necessário resgatar tecnologias e analisar alternativas viáveis que possam melhorar as condições de vida da população. Os telhados verdes proporcionam melhorias nas condições de qualidade do ar, economia de energia, além de fornecer um maior conforto térmico frente ao sistema convencional de cobertura adotado na atualidade.

Reduzindo gastos e problemas relacionados à temperatura e qualidade do ar no interior das edificações e nos seus arredores; o emprego de telhados verdes como uma alternativa ecológica e sustentável aos meios urbanos e pode trazer diversos benefícios.

Ao pesquisar possíveis variações dessa tecnologia nos últimos 10 anos, Dunnet & Kingsbury (2004) encontraram duas abordagens: os telhados verdes extensivos e os telhados verdes intensivos. Segundo Santos *et al.* (2009), os telhados verdes extensivos têm a concepção inerente de ser quase "autossustentáveis", ou seja, de necessitar de apenas um mínimo de manutenção, como, por exemplo, irrigações esporádicas e pouco uso de fertilizantes; por outro lado, os telhados que requerem uma razoável profundidade de solo, devido ao grande crescimento das plantas, são chamados de intensivos, devido ao "intensivo" trabalho de manutenção que demandam, como irrigação e fertilizantes, envolvendo, portanto, maior custo de implantação e manutenção (DUNNETT & KINGSBURY, 2004; PECK, 1999).

Embora ainda pouco conhecida e difundida no Brasil, essa técnica foi aprimorada e estimulada na Europa, onde mostrou sua importante função ecológica, social e

econômica do ponto de vista energético, em função do seu comportamento térmico. Outro atrativo é a questão econômica para construção de um telhado verde, em que se equipara ao custo de uma construção com laje e telhas cerâmicas (CUNHA & MEDIONDO, 2004).

Em países como Alemanha, Áustria e Noruega, o conceito de telhado verde já é amplamente difundido, havendo, inclusive, empresas especializadas no assunto, sobretudo, devido ao antigo interesse desses países em combater a degradação ambiental e a rápida devastação dos espaços verdes em áreas de desenvolvimento urbano acelerado (ARAÚJO, 2007).

Na Europa e na Índia, durante o Império Romano e Renascença e nos séculos XVI, XVII e XVIII, foi comum o uso de trepadeiras e árvores em coberturas de varandas e mausoléus na Itália, França e Espanha. Na Escandinávia, os Vikings usavam nas paredes e coberturas de suas casas, camadas de grama para se protegerem das chuvas e ventos (OSMUNDSON, 1999).

Os telhados verdes, segundo Auckland (1998 *apud* TOMAZ, 2008), “geralmente são aplicados em telhados praticamente planos com inclinação aproximadamente de 5° para permitir o escoamento não muito rápido da água. Para telhados acima de 20° deverão ser tomadas outras providências para deter o fluxo de água como barreiras ou outras estruturas” (AUCKLAND, 1998 *apud* TOMAZ, 2008). Em relação à cobertura, dá-se preferência a plantas mais resistentes à chuva e à estiagem e que exijam pouca rega e poda; plantas de porte baixo e crescimento lento também podem facilitar a manutenção, que é parecida com a de um jardim comum (ARAÚJO, 2007).

Por conta das discussões cada vez mais frequentes em torno de temas relacionados ao desenvolvimento sustentável do planeta, a maneira internacionalizada de concepção de edifícios tem sido substituída. Pode-se observar a preocupação crescente com aspectos relacionados não só ao conforto ambiental, mas também à eficiência energética dos edifícios (OLIVEIRA & RIBAS, 1995).

Em centros urbanos as superfícies verdes nas coberturas são de estimável benefício para o conforto ambiental e térmico dos usuários das edificações, além da economia de energia para climatização de ambientes internos e da redução do efeito urbano denominado “ilhas de calor”, causado devido ao crescimento urbano desordenado e sem comprometimento com o meio ambiente. No entanto, essas áreas verdes estão se tornando cada vez mais escassas, contudo, a composição de vegetação nas superfícies dos

telhados urbanos tem sido uma opção eficiente na manutenção e no aumento das áreas verdes (NIACHOU, 2001).

Nas cidades, as coberturas verdes funcionam como um filtro contra a poluição e na manutenção da umidade relativa do ar, não tendo somente um caráter estético e ornamental (GOMEZ, 1998). Nossas construções devem ser analisadas dentro de um novo contexto, em que as necessidades e solicitações de convivência com o ambiente requerem novos procedimentos no uso do espaço habitado (ARAÚJO, 2007).

Desde os primórdios da humanidade o ser humano buscou, ainda sem tecnologia, à partir da utilização de meios e elementos disponíveis em seu ambiente, proteger-se de intempéries. Visava, em suas construções, soluções que amenizassem as sensações de calor, frio, umidade e secura do ar. Inovações na maneira de pensar e construir começaram a ser introduzidas de forma lenta, com o advento e evolução da tecnologia (ARANTES, 2012).

O uso de telhados verdes reduz a entrada de calor no verão, através da evapotranspiração das plantas e garante a diminuição da perda de calor no inverno, gerando economia de energia por tornar desnecessária a instalação de ar condicionado, representando ainda benefícios econômicos diretos para a construção e para os usuários, mais um importante argumento para sua implantação (SILVA, 2011).

Um planejamento sustentável pode ser beneficiado por uma série de soluções pautadas na economia de energia, racionalidade do consumo e bem estar do usuário (OLIVEIRA, 2009).

A questão da economia de energia devido à uniformidade e equilíbrio das temperaturas, tanto no verão, quanto no inverno, relacionada com a aplicação do telhado verde é um forte aliado ao uso dessa tecnologia (AGUIAR, 2008).

O trabalho foi desenvolvido em ambiente do Centro Universitário Padre Anchieta, no município de Jundiaí – SP; cidade que em sua Lei Complementar n. 531, datada de 2013, estabelece a preferência pela aplicação de telhados verdes em edificações verticais construídas a partir de sua data de vigência (CÂMARA MUNICIPAL DE JUNDIAÍ, 2013). O objetivo foi construir protótipos para monitorar comparativamente o desempenho de coberturas verdes e de um modelo controle, a fim de fornecer dados que discutam a eficiência das coberturas verdes em comparação ao modelo de telhado mais comumente empregado.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Construção dos protótipos

Os protótipos foram construídos com o intuito de monitorar o desempenho térmico, acústico e as necessidades de manutenção no ambiente climático de Jundiaí/SP, buscando um sistema viável, de baixo custo e manutenção que é adquirida pela adoção de um sistema de cobertura sustentável. Os protótipos foram montados em cinco camadas diferentes, agindo de forma conjunta para o desenvolvimento do sistema, tendo como base o modelo proposto por Souza (2016).

Foram confeccionados três protótipos de madeira Medium Density Fiberboard (MDF), que significa placa de fibra média densidade todos foram montados com as mesmas dimensões (0,89m x 0,68m x 0,50m) com inclinação de 12% representando edificações residenciais térreas, diferenciando apenas nas coberturas, conforme demonstrado na figura 1 abaixo.

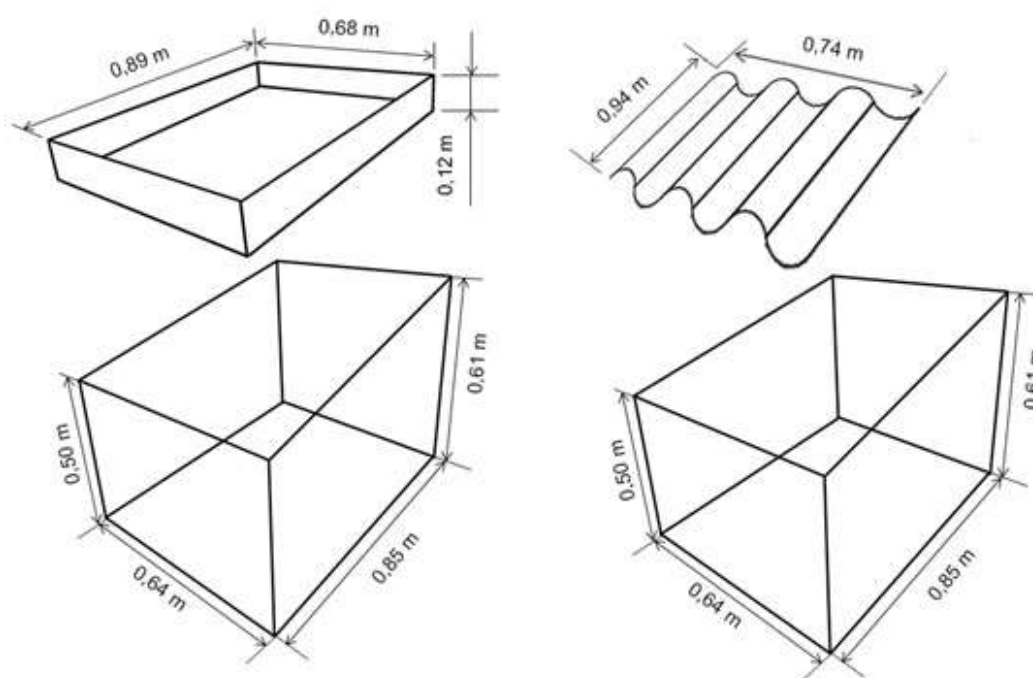


Figura 21 – Dimensões dos protótipos confeccionados.

O protótipo de controle foi montado conforme demonstra esquema acima e recoberto com telhas de fibrocimento onduladas para simular um sistema comum de

cobertura residencial e servir de comparativo nas análises. A figura 2 apresenta o referido protótipo.



Figura 22 – Protótipo cobertura em fibrocimento.

Para os protótipos de cobertura verde e espécies vegetais, há necessidade de instalar uma camada de impermeabilização, para tanto foi adicionada uma camada de manta asfáltica, conforme apresentado na figura 3. Essa camada funciona como proteção para a laje contra eventuais infiltrações (SOUZA, 2016).



Figura 3- Protótipos antes e depois da manta asfáltica.

Em seguida foi acrescentada uma camada de argila expandida e por cima uma manta geotêxtil para drenagem e filtragem das partículas provenientes das espécies a serem plantadas, a figura 4 apresenta a colocação de ambas as camadas. Essa camada serve para conter as partículas de areia, terra ou pedaços de raízes que possam ser despejadas na tubulação de drenagem.



Figura 4 – Protótipo com argila expandida e manta geotêxtil.

Finalmente, foram adicionados a terra vegetal e o substrato orgânico com boa drenagem e rico em nutrientes para o bom desenvolvimento das plantas, conforme demonstrado na figura 5. Então foi plantada uma camada de grama esmeralda em um protótipo e no outro as espécies vegetais.



Figura 5 – Protótipo com substrato e terra vegetal.

3.2 Seleção das Espécies

As espécies vegetais escolhidas para a análise foram Alface (*Lactuca sativa*); Salsa (*Petroselinum crispum*) e Grama Esmeralda (*Zoysia japônica*), por serem espécies de baixo custo e terem uma manutenção relativamente simples, figura 6.



Figura 6 – Protótipo com grama esmeralda e espécie vegetal

Pode-se notar nos protótipos uma tubulação, este aparato serve para a drenagem do sistema. Foi usado um cano PVC de ½” inteiro perfurado, instalado na parte de menor inclinação e por toda a área que simula a laje de argila expandida, o que além de ajudar no escoamento da água ainda ajuda a evitar o apodrecimento das raízes em uma eventual saturação do substrato decorrente de chuvas ou irrigação.

3.3 Posicionamento dos Protótipos

Os protótipos foram posicionados sobre o campo da Universidade Padre Anchieta, que fica exposta ao sol e às variações climáticas para possibilitar a análise dos parâmetros: temperatura e ruído, vide figura 7.



Figura 7 – Protótipos posicionados para as aferições de temperatura e ruído.

3.4 Aferições de Temperatura e Ruído

Em intervalos de tempo de 15 em 15 minutos, foram medidas as temperaturas externas, as temperaturas no interior do telhado convencional, no interior do telhado verde e no interior do telhado com hortaliças. As medições foram realizadas no dia 29 de setembro de 2016, no campus da Universidade Padre Anchieta da cidade de Jundiaí-SP.

O instrumento utilizado na aferição da temperatura foi um termômetro digital vecterm 700 e que trabalha em temperaturas entre $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $700\text{ }^{\circ}\text{C}$, propriedade do Centro Universitário Padre Anchieta (figura 8).



Figura 8 – Termômetro vecterm 700.

Fonte: Imagem ilustrativa – VECTUS, (2016).

Para aferição do nível de ruído foram realizadas 12 medições nos três espaços físicos: ambiente externo, interior do telhado convencional, interior do telhado verde e interior do telhado com hortaliças. O equipamento utilizado foi um dosímetro de ruídos digital (RS-232) modelo DOS-450 com precisão de $\pm 1,5$ dB e faixa de medida de 70 à 140dBA em frequências de 20Hz a 10KHz (figura 9).



Figura 9 – Dosímetro DOS-450.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os protótipos mantidos em ambiente externo atenderam às expectativas e possibilitaram as análises e medições propostas. Conforme descrito na metodologia, a temperatura foi aferida em intervalos de 15 em 15 minutos (figura 10). A escolha do horário visou captar a variação desde períodos de temperatura ambiente mais branda, pela manhã, até o horário de incidência solar mais intensa.



Figura 10 – Realização da aferição da temperatura.

As medições foram iniciadas às 9 horas da manhã e apresentaram temperaturas ambientes variadas, os valores analisados em cada protótipo e no ambiente externo foram comparados. Os valores das medições realizadas estão apresentados na tabela 1.

Tabela 10: Temperatura externa (T_{ext}), interna da telha convencional ($T_{int C}$), interna do telhado verde ($T_{int V}$) e interna do telhado com hortaliças ($T_{int H}$) medidas no modelo para diferentes horas do dia.

| Hora | (T_{ext}) | ($T_{int C}$) | ($T_{int V}$) | ($T_{int H}$) |
|-------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 9:00 | 21 °C | 23,8 °C | 17,2 °C | 20,1 °C |
| 9:15 | 26 °C | 24,8 °C | 21,2 °C | 23,7 °C |
| 9:30 | 26 °C | 28,3 °C | 20,9 °C | 25,6 °C |
| 9:45 | 27 °C | 28,3 °C | 22,5 °C | 25,2 °C |
| 13:00 | 30 °C | 28,5 °C | 21,3 °C | 22,5 °C |
| 13:15 | 30 °C | 29,0 °C | 21,0 °C | 22,0 °C |
| 13:30 | 31 °C | 29,3 °C | 20,2 °C | 21,7 °C |
| 13:45 | 32 °C | 30,6 °C | 19,9 °C | 21,2 °C |

A fim de obter uma melhor análise quanto à eficiência do telhado verde, utilizou-se a razão entre as temperaturas internas e a temperatura externa, tal razão caracteriza o dado “E”, conforme as seguintes equações:

$$E_{ext} = \frac{T_{ext}}{T_{ext}} \quad E_{int C} = \frac{T_{int C}}{T_{ext}} \quad E_{int V} = \frac{T_{int V}}{T_{ext}} \quad E_{int H} = \frac{T_{int H}}{T_{ext}}$$

Sendo **ext**= externo, **int C** = interior do telhado convencional, **int V**= interior do telhado verde, **int H**= interior do telhado com hortaliças.

A tabela 2 a seguir apresenta os resultados das análises comparativas.

Tabela 11: Temperatura externa (T_{ext}), interna da telha convencional ($T_{int C}$), interna do telhado verde ($T_{int V}$) e interna do telhado com hortaliças ($T_{int H}$), e Eficiências: externa ($T_{int C}$),; interna do telhado convencional ($T_{int C}$), interna do telhado verde ($T_{int V}$), e interna do telhado com hortaliças ($T_{int H}$), medidas no modelo para diferente horas do dia.

| Hora | (T_{ext}) | $E_{ext} = \frac{T_{ext}}{T_{ext}}$ | $E_{int C} = \frac{T_{int C}}{T_{ext}}$ | $E_{int V} = \frac{T_{int V}}{T_{ext}}$ | $E_{int H} = \frac{T_{int H}}{T_{ext}}$ |
|-------|---------------|-------------------------------------|---|---|---|
| 9:00 | 21 °C | 1 | 1,13 | 0,81 | 0,92 |
| 9:15 | 26 °C | 1 | 0,95 | 0,81 | 0,91 |
| 9:30 | 26 °C | 1 | 1,08 | 0,79 | 0,98 |
| 9:45 | 27 °C | 1 | 1,04 | 0,82 | 0,93 |
| 13:00 | 30 °C | 1 | 0,95 | 0,71 | 0,75 |
| 13:15 | 30 °C | 1 | 0,96 | 0,70 | 0,73 |
| 13:30 | 31 °C | 1 | 0,94 | 0,65 | 0,70 |
| 13:45 | 32 °C | 1 | 0,95 | 0,62 | 0,66 |

Analisando os resultados expostos nas tabelas 1 e 2, comparando as temperaturas medidas, pôde-se observar que as diferenças entre as temperaturas atenderam as expectativas.

A representação gráfica facilita a compreensão dos dados e demonstra que quanto menor o valor de E, menor a temperatura no ambiente em questão, assim sendo, o ambiente equipado com o telhado verde apresenta menor temperatura em relação ao ambiente de telha em fibrocimento, telhado com hortaliças e o ambiente externo, vide figura 11.

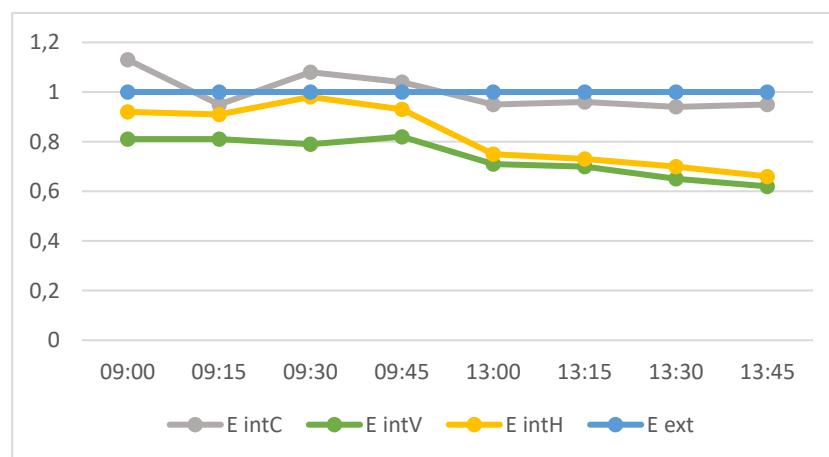


Figura 11: Gráfico da eficiência medida no período de intervalo entre as 09h00 à 13h45.

A figura 12 ilustra a aferição do nível de ruído.



Figura 12 – Realização da aferição de ruído.

Os valores das 12 medições realizadas para analisar a influência do tipo de telhado no nível de ruído estão apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3: Ruídos medidos com um dosímetro no ambiente externo; sob o telhado convencional, sob o telhado verde e sob o telhado com hortaliças (em dB).

| Ruido | | | |
|---------|--------------|-------|-------|
| Externo | Convencional | Verde | Horta |
| 78 | 66 | 57 | 62 |
| 74 | 62 | 54 | 60 |
| 69 | 60 | 52 | 55 |
| 65 | 59 | 50 | 53 |

Para complementar a análise e permitir a comparação dos dados foram calculadas as médias aritméticas das medições. Dessa forma, pôde-se analisar o efeito do telhado em relação à redução ou não do ruído.

Com base nos dados expostos na tabela 3, obteve-se as seguintes médias aritméticas: $\bar{R}_{ext} = 71,5$ dB, $\bar{R}_{con} = 61,75$ dB, $\bar{R}_{verde} = 53,25$ dB, $\bar{R}_{hortaliça} = 57,5$ dB; sendo **ext**= externo, **con** = interior do telhado convencional, **verde**= interior do telhado verde, **hortaliça** = interior do telhado com hortaliças. Verificou-se que o telhado verde apresentou uma redução de 25% do ruído externo, o telhado com hortaliças uma redução de 19% contra 13% do telhado convencional.

5. CONCLUSÃO

Durante o experimento, registrou-se uma diferença de temperatura máxima de 8 °C entre o telhado verde e o telhado convencional, entre o telhado verde e o telhado de hortaliças, obteve-se uma diferença máxima de 4,7 °C, e entre o telhado de hortaliças e o telhado convencional, uma diferença de 7 °C de temperatura máxima. Tais resultados corroboraram com o esperado e demonstraram que o protótipo recoberto por telhado verde, durante todo o experimento, manteve temperaturas internas inferiores às dos outros protótipos e, inclusive, inferiores à temperatura externa. Ainda vale ressaltar que o protótipo recoberto por telhado convencional apresentou as maiores temperaturas, durante todas as aferições, dentre os demais protótipos, chegando a ter ambiente interno de temperatura mais elevada do que o aferido em ambiente externo em determinado momento.

Em relação aos níveis de ruído, de grande importância para o conforto da população em especial de ambientes urbanos que sofrem com ruídos de diversas naturezas, igualmente foi possível identificar variações que justificaram o emprego do telhado verde. O ambiente interno do protótipo do telhado verde manteve níveis mais baixos de ruído em relação ao meio externo e demais protótipos ao longo de todo o experimento, sendo que a maior diferença registrada foi de nove decibéis. Em adição, novamente o protótipo de telhado convencional demonstrou os piores resultados em relação aos demais no quesito de contenção do ruído externo.

Conclui-se que as vantagens do telhado verde são reais e podem ser aferidas, confirmando a eficiência deste tipo de cobertura e sua importância como uma maneira de melhorar a qualidade de vida dos habitantes de centros urbanos, que sofrem com o calor decorrente das mudanças de uso do solo e com os ruídos provenientes de uma vida moderna agitada.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, I. G. **Cidades Sustentáveis: Desafios e Propostas**. Fragmentos de Cultura, V.18. Goiânia, 2008.

ARANTES, B. **Conforto térmico em edificações de interesse social – Um estudo de caso**. 2012. 99f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia, Campus de Bauru, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Bauru, 2012.

ARAÚJO, Sidney Rocha de. **Telhados Verdes**. Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2007.

AUCKLAND, 1998 apud TOMAZ, 2008. **Cobertura Verde**. 2008. In: Curso de manuseio de águas pluviais. Capítulo 51.

CUNHA , A. R.; MEDIONDO, E. M. **Experimento hidrológico para aproveitamento de águas de chuva usando coberturas verdes leves (CVL)**. USP/SHS – Processo FAPESP 03/06580-7 – São Carlos – SP, 2004.

DUNNETT N. P.; KINGSBURY, N. **Planting Green Roofs and Living Walls**. Portland (OR): Timber Press, 2004.

GOMEZ, F. Et al. **Vegetation and climates changes in a city**. Ecological Engineering, v. 10, n. 4, p.355-360, 1998.

LAAR, M. Et al. **Estudo de aplicação de plantas em telhados vivos extensivos em cidades de clima tropical**. In. ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO-ENCAC, 6. Anais...São Pedro, São Paulo, 2001.

MACHADO, María V. BRITTO, Celina, NEILA Javier. **El cálculo de la conductividad térmica equivalente en la cubierta ecológica**. Revista on-line de ANTAC, v.3, n.3, jul./set. 2003. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/3495/1896>> Acesso em: 09 set. 2016.

NIACHOU, A . et al. **Analysis of green roof thermal properties and investigation of its energy performance**. Energy and Buildings, v. 33, n. 7, p. 719-729, 2001.

OLIVEIRA, T. A. de; RIBAS, O. T. **Sistemas de controle das condições ambientais de conforto**. Ministério da Saúde. Brasília, 1995.

OLIVEIRA, E. W. N.; SILVA, L. P. **Telhados verdes para habitações de interesse social: retenção das águas pluviais e conforto térmico**. 2009. Dissertação (Mestrado em Gestão Sustentável de Recursos Hídricos)-Universidade do Estado do Rio de Janeiro

(UERJ), Rio de Janeiro, 2009. 87p. Disponível em: <<http://www.peamb.eng.uerj.br/producao.php?id=205>> Acesso em 10 mai. 2016.

OSMUNDSON, T. **Roofs gardens: history, desing and construction**. New York: W.W. Norton e Company, Inc, 1999.

PECK, S. W. **Greenbacks From Green Roofs: forging a new industry in Canada**. Peck and associates, Canadian Mortgage and Housing Corporation Research Report, 1999.

RUBINSTEIN, NORA J. **The psychological value of open space**. Chapter 4. 2007 Disponível em: < <http://www.greatswamp.org/Education/rubinstein.htm> > Acesso em: 19 de set. de 2016.

SANTOS, S. et al. **Determinação da Utilidade do Uso de Telhado Verde no Agreste Pernambucano**. In: ENCONTRO NACIONAL, 5.; ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 3., Recife, 2009. Anais... Recife, 2009. 10 p.

SALCAS. **Catálogo de Produtos**. Disponível em: < www.salcas.com.br > Acesso em: 18 de out. de 2016.

SILVA, Neusiane da C. **Telhado Verde: Sistema Construtivo de Maior Eficiência e Menor Impacto Ambiental**. 2011. 60 f. Monografia (Curso de Especialização em Construção Civil) - Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011. Disponível em: <<http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg2/73.pdf>>. Acesso em: 28 set. 2016.

SOUZA, L. A. & STAHLHOFER, I. S. **Coberturas Verdes: uma inter-relação entre o direito e a arquitetura**. Brasil. 2013. 114 p.

SPANGENBERG, J.; JOHANSSON, E.; SHINZATO, P.; DUARTE, D. **Simulation of the influence of Vegetation on Microclimate and Thermal Comfort in the city of São Paulo**. Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, v. 3, p. 1-19, 2004.

TOMAZ, 2008. **Cobertura Verde**. 2008. In: Curso de manuseio de águas pluviais. Capítulo 51.

VECTUS. **Catálogo de Produtos**. Disponível em: < www.vectus.com.br > Acesso em: 18 de out. de 2016.