

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FLORESTAIS E DA MADEIRA

NATÁLIA APARECIDA CUNHA

ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA UTILIZAÇÃO DE
PELLETS, ENERGIA ELÉTRICA E LENHA EM PADARIAS DA
REGIÃO DO CAPARAÓ DO ESPÍRITO SANTO

JERÔNIMO MONTERO
ESPÍRITO SANTO

2020

NATÁLIA APARECIDA CUNHA

ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA UTILIZAÇÃO DE
PELLETS, ENERGIA ELÉTRICA E LENHA EM PADARIAS DA
REGIÃO DO CAPARAÓ DO ESPÍRITO SANTO

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Departamento de
Ciências Florestais e da Madeira da
Universidade Federal do Espírito
Santo, como requisito para
obtenção do título de Bacharela em
Engenharia Industrial Madeireira.

Orientador: Wendel Sandro de
Paula Andrade

JERÔNIMO MONTEIRO

ESPÍRITO SANTO

2020

NATÁLIA APARECIDA CUNHA

**ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA UTILIZAÇÃO DE
PELLETS, ENERGIA ELÉTRICA E LENHA EM PADARIAS DA
REGIÃO DO CAPARAÓ DO ESPÍRITO SANTO**

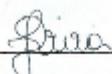
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito para obtenção do título de Engenheira Industrial Madeireira.

Aprovada em 27 de novembro de 2020

COMISSÃO EXAMINADORA



Prof. D. Sc. Wendel Sandro de Paula Andrade
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador



M. Sc. Juliana de Oliveira
Universidade do Estado de Santa Catarina
Conselheira



Engenheira Florestal Quinny Soares Rocha
Mestranda em Ciências Florestais
Universidade Federal do Espírito Santo
Examinadora

Oração de Consagração a Nossa Senhora Aparecida

Ó Maria Santíssima, pelos méritos de Nosso Senhor Jesus Cristo, em vossa querida Imagem de Aparecida, espalhais inúmeros benefícios sobre todo o Brasil.

Eu, embora indigno de pertencer ao número dos vossos filhos e filhas, mas cheio do desejo de participar dos benefícios de vossa misericórdia, prostrado a vossos pés consagro-vos o meu entendimento, para que sempre pense no amor que mereceis; consagro-vos a minha língua, para que sempre vos louve e propague a vossa devoção; consagro-vos o meu coração, para que, depois de Deus, vos ame sobre todas as coisas. Recebei-me, ó Rainha incomparável, vós que o Cristo crucificado deu-nos por Mãe, no ditoso número de vossos filhos e filhas; acolhei-me debaixo de vossa proteção; socorrei-me em todas as minhas necessidades, espirituais e temporais, sobretudo na hora de minha morte.

Abençoai-me, ó celestial cooperadora, e com vossa poderosa intercessão, fortalecei-me em minha fraqueza, a fim de que, servindo-vos fielmente nesta vida, possa louvar-vos, amar-vos e dar-vos graças no céu, por toda eternidade.

Assim seja!

Amém!

*“Não fui eu quem lhe ordenei?
Seja forte e corajoso!*

*Não se apavore, nem se
desanime, pois o Senhor, o seu
Deus, estará com você por onde
você andar”. (Josué, 1:9)*

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter permitido exatamente tudo no decorrer deste caminho. Me amparando em todos os momentos e me mostrando que era da Sua Vontade, perseverar até o final dessa jornada. A minha família, a minha base. Aos meus pais, Ângela e Paulo. Meu exemplo de humildade, caráter, fé e simplicidade. Que sempre me amparam da melhor forma possível.

Aos meus irmãos, Fernanda, Mariana e Paulinho que sempre compartilharam ótimos momentos de vida e dividiram os mais difíceis, e serão meus melhores companheiros para toda vida.

Aos meus Cunhados Luís Carlos, Eleniverson e Letícia, por complementarem minha base familiar. Juntamente com os meus amados Sobrinhos: Nikoly, Brenda, Sofia, Alycia, Henrique, Isabelly e Alexandre.

À Universidade Federal do Espírito Santo, pela oportunidade de realização do curso de graduação Engenharia Industrial Madeireira.

Ao Professor orientador Wendel Sandro de Paula Andrade, pelas orientações, ensinamentos e conselhos.

Aos demais professores do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira da Universidade Federal do Espírito Santo, pelos conhecimentos transmitidos.

A Juliana de Oliveira da UDESC, por aceitar embarcar nessa jornada de conhecimento, como Conselheira.

A Quinny Soares Rocha por todos os momentos em que se disponibilizou para a idealização deste trabalho e as trocas de conhecimentos.

As amigas que a vida me presenteou, Tayná Fonseca, Marineide Costa, Lorena Paulucio, Camila Souza, Sara Souza, Rosemeri Barbosa, Mariana Lordeiro, Bruna Canzian, Bárbara Pizetta, Rita Freire, Maria Naruna, Fernanda Catein.

A Rafael Andrade, pela amizade, conselhos e trocas de aprendizados na jornada da vida e na Engenharia Industrial Madeireira.

A Tia Almerinda, por me amparar em exatamente tudo que precisei durante a graduação.

A Adriano Griebler, Alexandre Cislighi e Gilson Vicente, representando as empresas TCHÊ Pão Alimentos, CHAMAPE Energias Sustentáveis e a Pelletbraz, respectivamente, que não mediram esforços, sendo indispensáveis para a realização deste trabalho.

Aos colegas de graduação, pelos bons momentos de convivência e pela amizade.

Muito obrigada!

RESUMO

Este trabalho visa analisar a viabilidade econômica da utilização de pellets, energia elétrica e lenha, em padarias na região do Caparaó do Espírito Santo. No Brasil, o mercado de pellets de madeira está crescendo lentamente, sendo necessário evidenciar as vantagens econômicas da sua utilização em queimadores, principalmente em padarias, onde o consumo de energia elétrica é elevado. A simulação envolve a proposta de três modelos de fornos para implantação de uma padaria na região do Caparaó, são eles: forno elétrico, forno a lenha e queimador a pellets de madeira. A metodologia se baseia em análises, cujo método é de pesquisa quantitativa; com base nos objetivos, é classificado como descritivo e, ainda em relação aos métodos, é um estudo documental e bibliográfico. Com os modelos A, B e C: forno elétrico, forno a lenha e queimador a pellets; respectivamente. O consumo diário é: 6,78 Kg de pellets no queimador; 23,063 KW de eletricidade no forno elétrico e 2 m³ de lenha no forno a lenha. Os custos para aquisição dos modelos são apresentados no Fluxo de Caixa e nos cálculos de Valor Presente, comprovando que a utilização do pellet possui menor custo se aplicado em fornos de padarias de pequeno porte.

Palavras-chave: pellets, forno elétrico, forno a lenha, padaria, queimador.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE QUADROS	x
LISTA DE FIGURAS	xi
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 O problema e sua importância.....	2
1.2 Objetivos.....	3
1.2.1 Objetivo geral	3
1.2.2 Objetivos específicos.....	3
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 Resíduos sólidos na indústria madeireira	5
2.2 Biomassa.....	6
2.2.1 Pellets de madeira.....	7
2.2.2 Normas de fabricação do pellets.....	8
2.2.3 Mercado interno de pellets	10
2.3 Queimador a pellet	12
2.4 Lenha	13
2.5 Energia elétrica.....	16
2.6 Viabilidade econômica	19
3. METODOLOGIA.....	20
3.1 Descrição dos empreendimentos	20
3.2 Descrição da pesquisa.....	20
3.3 Implantação do empreendimento	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	25
4.1 Elaboração do Fluxo de Caixa e Análise de Viabilidade	25
4.1.1 Modelo A.....	25
4.1.2 Modelo B	28
4.1.3 Modelo C	30
4.2 Análise do Valor Presente	36
5. CONCLUSÕES	38
6. REFERÊNCIAS	39
APÊNDICES	45

Apêndice A – Questionário aplicado na padaria Biruta	46
Apêndice B – Questionário aplicado na padaria Louzada	47
Apêndice C – Questionário aplicado na indústria Tchê Pão Alimentos	48
Apêndice D – Cálculo para o preço de um KW de energia elétrica.....	49
Apêndice E – Planilha de cálculo para o custo de lenha	50
Apêndice F – Custos com energia elétrica para cada modelo analisado.....	51
Apêndice G – Custo com o espaço físico de 60 m ² (Aluguel)	52
Apêndice H – Preço de pellets.....	53
ANEXOS	54
Anexo 1 – Orçamento para a compra de pellets.....	55
Anexo 2 – Orçamento para a compra do queimador a pellets CH-100.....	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Países produtores de pellets (em toneladas) em 2014.....	10
Tabela 2 – Consumo de lenha de 2010 a 2017	15
Tabela 3 – Fluxo de caixa do modelo A (R\$/ano)	26
Tabela 4 – Fluxo de caixa do modelo B (R\$/ano)	28
Tabela 5 – Fluxo de caixa do modelo C (R\$/ano)	30
Tabela 6 – Valor Presente para os três modelos	36

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Comparativo entre os modelos A, B e C	35
--	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Pellets de madeira	7
Figura 2 – Queimador a pellets	13
Figura 3 – Consumo de eletricidade no setor industrial	17
Figura 4 – Forno turbo elétrico FTE-300 220V Trifásico	22
Figura 5 – Forno ciclone turbo a lenha Venâncio	23
Figura 6 – Queimador a pellet, modelo CH-100	24
Figura 7 – Distância entre Jerônimo Monteiro – ES e a Pelletbraz	32
Figura 8 – Distância entre Alegre – ES e a Pelletbraz	33

1. INTRODUÇÃO

A história do Brasil narra que em 1879, Thomaz Alva Edison introduziu no País, aparelhos e processos inventados, que utilizavam energia elétrica na iluminação pública, por decisão de Dom Pedro II (ELETROBRÁS, 2012). Desde então, a demanda pela eletricidade foi crescente, elevando o potencial da matriz energética nacional e, conseqüentemente aumentando a participação de várias fontes geradoras de energia elétrica.

A geração de energia para aquecimento, produção industrial, transporte e para outras finalidades, sempre foi um desafio para a humanidade. Por esta razão a descoberta de novas fontes energéticas são vistas como algo desejável, pois vai ao encontro das necessidades associadas ao desenvolvimento das sociedades.

A Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL (2017) descreve as fontes da matriz de energia elétrica, as quais são: hídrica, biomassa, eólica e solar, com 64,57%; 9,40%; 6,51% e 0,02%; respectivamente, totalizando 80,60% para o grupo de fontes renováveis. A matriz energética nacional é basicamente constituída por fontes renováveis, tornando a geração de energia elétrica mais eficiente. Os outros 19,40% é composto por fontes não renováveis, são eles: fóssil e nuclear.

Há uma crescente demanda pela geração de energia com impacto reduzido. Com isso, fontes energéticas que venham a contribuir com o meio ambiente, têm sido consideradas como opção de mercado. No intuito de avançar neste sentido, pesquisas científicas e estudos de viabilidade econômica têm sido realizados. E é neste ponto que está inserida a possibilidade de aplicação dos pellets como fonte de energia.

Embora sejam conhecidos os pontos positivos do pellets como fonte energética, para geração de energia térmica, substituindo os combustíveis tradicionais, não somente por suas características energéticas, mas também pelo potencial de redução dos gases de efeito estufa (ESCOBAR; COELHO, 2013). Com base nos estudo sobre viabilidade econômica é possível indicar outras formas de utilização dos pellets para geração de energia térmica, por exemplo, em fornos de padarias.

Em relação ao forno utilizado na produção, nas padarias, o forno elétrico é responsável por 50% da energia consumida em 2006, quando 27,8% dos fornos eram movidos à eletricidade. Em 2007, este número aumentou para 62% (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE; Associação Brasileira da Indústria de Panificação e Confeitaria – ABIP, 2010). Sendo assim, o forno elétrico é visto como um dos responsáveis pelo alto consumo de energia elétrica em padarias.

Segundo a ABIP (2018), o número de padarias em território nacional somava 70.523, sendo o estado do Espírito Santo responsável por 1.477, representando 2%, no ano 2018. O maior número de padarias está no estado de São Paulo, sendo responsável por quase 20%.

Neste contexto, esta pesquisa se justifica, pela necessidade de mostrar ao mercado se há viabilidade econômica da utilização de pellets na geração de energia térmica para cocção de alimento em padarias a serem implantadas. Além da análise da viabilidade econômica, destaca-se a contribuição para o mercado, com a divulgação da fonte de energia renovável e limpa, o pellet.

1.1 O problema e sua importância

A globalização e o consumismo mundial de produtos que demandam energia elétrica e lenha, em qualquer quantidade, para transformá-las em calor para panificação, cujo processo é a cocção, faz com que a geração da mesma seja constante ou até mesmo aumente em determinados períodos do ano. Sendo o forno elétrico ou à lenha, um dos equipamentos responsáveis por um dos custos fixos dentro das padarias.

Atualmente, existe uma preocupação em torno da questão ambiental em escala global, particularmente, em relação aos produtos e seus processos de fabricação. Tanto é que, com o passar dos anos, foi necessário que os países desenvolvidos se reunissem em conferências para discussão de medidas a serem tomadas a longo prazo, para minimizar a agressão ao meio ambiente.

A questão ambiental apresentada faz com que haja a necessidade de substituição daquilo que, direta ou indiretamente, ameaça o meio ambiente, por algo que agrida o menos possível. Sendo assim, ressalta-se a importância da utilização de recursos renováveis como fontes energéticas e desenvolvimento de novas tecnologias de geração de calor, de forma econômica, sustentável e ecologicamente corretas.

Ocorrendo a expansão de outras fontes energéticas, por exemplo, a biomassa – pellets de madeira, esta ganharia espaço no mercado, significando um aumento na produção, além de sua devida valorização em escala industrial nacional, já que é tão pouco conhecida.

Em relação à utilização da energia elétrica e da lenha, se faz necessária uma discussão a respeito da viabilidade econômica e análise de custos para a utilização de fornos elétricos, fornos a lenha e queimadores a pellets.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Analisar a viabilidade econômica da utilização de pellets, como fonte de energia térmica, comparativamente à energia elétrica e à lenha, utilizadas nos fornos de padarias a serem implantadas na região do Caparaó do Espírito Santo.

1.2.2 Objetivos específicos

- Selecionar modelos de fornos elétricos, a lenha e queimadores a pellets a serem utilizados em padarias, para fins comparativos e análise;

- Quantificar o consumo de pellets comparado à energia elétrica e a lenha;
- Avaliar a viabilidade econômica da utilização de energia elétrica, lenha e pellets.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A madeira é um material heterogêneo, higroscópico e anisotrópico, sendo definida como um conjunto heterogêneo de diferentes tipos de células com funções específicas, sendo elas: sustentação do vegetal; condução de líquidos e transformação; armazenamento e transporte de substâncias nutritivas; e com elevada variabilidade em relação as suas características e propriedades (BURGER; RICHTER, 1991).

O processamento de toras de madeira, resulta em um determinado volume de resíduos, sendo eles: serragem (pó de serra), costaneiras, maravalha; aparas, destopos e refilos (cavacos), madeira com defeito e cascas (FAGUNDES, 2003). Sendo todos esses resíduos, a matéria-prima para a produção de pellets em plantas industriais.

Os resíduos gerados durante o processamento da madeira, se tornam um passivo ambiental. Ainda de acordo com Fagundes (2003), os principais destinos dos resíduos, são: vendas ou doação para terceiros, depósito na serraria, queima na serraria, depósito em outro local ou queima para geração de energia. Quando são doados a terceiros, são considerados como lenha.

Uma opção para resolver problemas com os grandes volumes de resíduos gerados é o aproveitamento. Durante a caracterização dos resíduos sólidos de 15 serrarias do município de Vitória da Conquista - BA, e ainda, a investigação do destino dado aos resíduos gerados pelo processamento, concluiu-se que as empresas não mostraram interesse em reaproveitar tais resíduos de outra forma, alegando que tal processo seria oneroso ou mesmo que não sabiam como fazê-lo (CARVALHO; VIRGENS; ARAGÃO; LOUREIRO; CUNHA; 2015).

Existem serrarias que vendem seus resíduos, os quais são picados e comercializados para olarias, onde é realizado o processo de queima com pedaços menores de madeira,

e as serragens são vendidas para serem utilizadas como forragem para cama de aviários e cavalos (ALTENHOFEN; SACCOL; FABIÃO; 2017).

2.1 Resíduos sólidos na indústria madeireira

Assim como qualquer indústria no mundo, aquelas que utilizam madeira, como matéria-prima, quando passam pelo processamento mecânico geram resíduos sólidos. A Lei N° 12.305/2010, em seu art. 3 (incisos de I a XIX), define

[...]

XVI - resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.

Com base na norma ABNT NBR 10004:2004, os resíduos sólidos gerados pela indústria madeireira são classificados como resíduo de classe II B – inerte, ou seja, é um resíduo que não confere nenhum risco, logo, podem ser reciclados ou reaproveitados em outros processos.

Fontes (1994) analisou três serrarias na região Sul do Brasil, com o intuito de quantificar os resíduos gerados pelas mesmas, classificando os seguintes tipos de resíduos: costaneiras, refilo, destopo, serragem (pó de serra) e casca; dependendo das variáveis, como: porte da indústria, maquinário utilizado, mão de obra, matéria-prima e produto final desejado. A maravalha também é um outro tipo de resíduo gerado pelo processamento secundário da madeira.

2.2 Biomassa

A biomassa pode ser definida como uma fonte de energia renovável, pois a sua recolocação na natureza é realizada a curto prazo e de maneira controlada (PEREIRA, 2017). De acordo com Ferreira (2017), a biomassa pode ter como matéria-prima, resíduos sólidos florestais, industriais, agrícolas ou urbanos, podendo ser também de origem animal ou vegetal.

Para a fabricação de pellets, a sua composição pode ser: madeira/resíduos, bagaço de cana, capim elefante, licor negro (celulose e papel), cascas (de pinus, eucalipto, coco, amendoim, podas urbanas e palha de milho, arroz e cana (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE PELLETS – ABIPEL, s.d.).

Escobar e Coelho (2013) descrevem que há duas opções para alcançar grandes escalas de produção de pellets, sendo: por aproveitamento de resíduos de biomassa lignocelulósica e a partir de plantações destinadas a uso energético.

Do ponto de vista ambiental, a tecnologia de pelletização transforma passivos ambientais em biocombustíveis sólidos (COLLARES; BARBOSA, 2012). Os passivos ambientais são: serragem, galhos, maravalha, destopo e podas de árvores.

Thrän; Peetz e Schaubach (2017), em um estudo global da indústria e comércio de pellets, reforçaram a questão ambiental, que apesar de não existir políticas e normas específicas que regulem a produção brasileira de pellets, espera-se que o tema avance nos próximos anos devido ao compromisso do Brasil e outros países no acordo global sobre mudanças climáticas (COP21). Tal conferência exige a substituição de combustíveis fósseis (recursos não renováveis) por recursos renováveis, menos poluidores, como a biomassa. Essa demanda por fontes renováveis, pode ser um fator que favoreça o aumento da demanda no mercado de pellet.

Oliveira (2015) relata o forte apelo ambiental que impulsiona a substituição de fontes tradicionais de energia por fontes renováveis. Deste modo, o pellet pode substituir e

complementar outras fontes de energia, como o gás, a lenha e a eletricidade; com isso, se fazem necessários estudos sobre a viabilidade de sua substituição e/ou utilização.

2.2.1 Pellets de madeira

A ABIPEL define pellets de madeira, como pequenos granulados feitos de resíduos de madeira reciclados, como mostra a Figura 1.



Figura 1 – Pellets de madeira

Fonte: Autora.

De acordo com Fundinguniverse (2015), Robert T. Bowling criou um biocombustível conhecido como “pres-to-log”, que é parecido com o briquete atual. O pellet na forma atual, observado na Figura 1, surgiu no estado norte-americano de Washington, nos anos 1973-1974, no momento da crise do petróleo, com a finalidade de substituir o óleo de petróleo por um biocombustível (QUÉNO, 2015).

Garcia (2014) explica que o pellet pode ser produzidos a partir de resíduos agroflorestais como o bagaço de cana, serragem e maravalha de madeira; sendo um biocombustível compactado que tem baixo teor de umidade e alto poder calorífico, permitindo elevada eficiência na combustão, sendo um produto natural de fácil estocagem e manuseio.

O pellet tem um alto poder calorífico quando comparado com o da madeira maciça, sendo necessária uma tonelada e meia de madeira para produzir a mesma energia produzida por apenas uma tonelada de pellets (CARVALHO, 2011). Assim sendo, o

menor preço relativo, é explicado pelo fato da existência de maior quantidade de energia concentrada em um mesmo espaço ocupado por pellets, quando comparado a madeira maciça.

Além disso, outros benefícios dos pellets para o consumidor são: redução de mão de obra para carga e descarga; elevação rápida da temperatura, contribuindo para uma maior eficiência nos processos produtivos e a padronização dos tamanhos permite um melhor aproveitamento dos espaços tanto para o transporte quanto para o armazenamento, facilitando até mesmo a acomodação do produto em containers para exportação (TAVARES; TAVARES, 2015).

Em relação à questão ambiental, com o acordo firmado entre mais de 200 países na Convenção do Clima de Paris – COP21, em dezembro de 2015, destacou-se a necessidade da substituição das fontes esgotáveis e poluidoras por fontes renováveis e sustentáveis, sendo assim, é um bom momento para o mercado de pellets (REVISTA DA MADEIRA, 2016?). E o desafio é convencer os empresários de que os pellets podem ser uma opção renovável e sustentável de energia para o seu negócio não é tarefa fácil, principalmente se não houver vantagens econômicas que justifiquem a alteração do seu suprimento de energia (GARCIA, 2014).

Além disso, a alta densidade energética, superior a 650 Kg/m^3 , simplifica as operações de armazenamento e transporte, principalmente em distâncias mais longas (OLIVEIRA, 2015). Em território nacional, por exemplo, os produtores apontam a falta de clientes e de demanda interna, isso se deve à falta de conhecimento sobre as aplicabilidades dos pellets e até mesmo, por questões logísticas e culturais (GARCIA; CARASCHI; VENTORIM, 2017).

2.2.2 Normas de fabricação do pellets

Como descrito por Escobar (2016), no Brasil não existe ainda nenhuma norma para padronização de combustíveis sólidos, como o pellet, pois a maioria da biomassa utilizada nas fábricas é residual, não atingindo a escala e qualidade necessária para atender o mercado internacional.

Quéno (2015) relata que a certificação europeia chegou ao mercado por volta de 2012, exigindo que as normas nacionais existentes se adaptassem aos padrões exigidos com o risco de desaparecerem. E as marcas fortes, como, por exemplo, a norma Alemã DINplus e a norma austríaca “ONORM tested”, que garantem a conformidade com as exigências da certificação europeia ENplus, continuam no mercado e atendem aos consumidores mais exigentes (QUÉNO, 2015).

Para os fabricantes de equipamentos, cuja função é a conversão energética de pellets, a norma é um mecanismo que assegura a qualidade necessária, por isso, a utilização do produto certificado é fundamental para o funcionamento, durabilidade e bom desempenho dos equipamentos e, conseqüentemente, garante a produção de pellets com qualidade e parâmetros exigidos (PEREIRA, 2017).

Pereira (2017) ainda descreve que

o sistema de certificação ENplus tem por objetivo garantir o fornecimento de pellets de madeira com qualidade bem definida e estáveis para as instalações de aquecimento e de energia de até 1MW, em edifícios privados, comerciais e públicos. Além de cumprir as disposições ISO 17225-2, o selo ENplus representa baixas emissões e aquecimento sem problemas e com alto valor energético (PEREIRA, 2017, p. 21).

A Associação Nacional de Pellets Energéticos de Biomassa – ANPEB classifica a norma ISO 17225-2 em classes de qualidade, sendo elas: ENplus® A1, ENplus® A2 e ENplus® B, e cada uma dessas tem um selo de qualidade específico que deve contar nos sacos de pellets (MANUAL ENPLUS®, 2015).

Em relação ao mercado externo de pellets, o mesmo está se tornando cada vez mais globalizado, tendo o principal foco dos negócios, a União Européia, que importa uma grande quantidade de pellets da América do Norte (Estados Unidos e Canadá) e da Rússia. Mantém negócios com a Austrália, Nova Zelândia, Brasil, Argentina e África do Sul e, os principais consumidores de pellets na União Européia são: Reino Unido, Dinamarca, Holanda, Suécia, Alemanha e Bélgica (OLIVEIRA, 2015).

2.2.3 Mercado interno de pellets

A produção nacional de pellet não tem sido afetada, diante do cenário macroeconômico adverso, totalizando 30 indústrias, sendo: 22 localizadas na região Sul, sete na região Sudeste e uma no Nordeste, e ainda, representando apenas 1,4% da produção mundial (REVISTA B. FOREST, 2019).

Em 2019, em território brasileiro, os principais produtores de pellets na região Sul são: Pelletsemak, Línea, Biobrasa, Araupel, Adami, TCF Pellets, Koala, Brasil, EcoEnergia, Incobio, Incobio – Filial 1, Caraíba, Chamape, Piomade, Tanac, Butiá, Peletilar, Paraná, Carnot, H Biomassa, Malka, CETEC, HAAS e FORESPEL; na região Sudeste estão as seguintes fábricas: Florpinus, Pelletbraz, Ecopell, Biofácil, Raizen e Alcopel e na região Nordeste: Solid – BA (GARCIA *et al.*, 2019).

De acordo com Garcia (2017), em 2015, a principal aplicação dos pellets de madeira no Brasil era na geração de energia térmica para as indústrias e o comércio, por exemplo, pizzarias, padarias, hotéis, entre outras aplicações. E em relação aos países produtores de pellets, os EUA ocupa a primeira posição, sendo o maior produtor de pellets em nível mundial, seguido pela Alemanha, com uma produção três vezes menor. Sendo listado na Tabela 1, os países produtores de pellets em 2014.

Tabela 1 – Países produtores de pellets (em toneladas) em 2014

Ranking	País	Produção anual
1	Estados Unidos	6.900.000
2	Alemanha	2.078.027
3	Canadá	1.900.000
4	Suécia	1.577.000
5	Letônia	1.280.000
6	França	1.200.000

Fonte: FAO (2015) apud QUÉNO, 2015, p. 44.

Para a produção de pellets em território nacional, não existe norma brasileira de padronização. Com isso, atualmente, as empresas que empregam a norma ISO 17225-2 em classe de qualidade ENplus® A1, são: Biobrasa, Incobio, Koala, Piomade, Brasil,

Malka, Solid, Adami, Línea, HASS e FORESPEL; não existindo nenhuma empresa com a classe de qualidade ENplus® A2 e ENplus® B.

A Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO (2015) apud QUÉNO (2015), ainda mostra que o Brasil ocupa a 36ª posição no ranking dos países produtores de pellets em 2014, com uma produção de 62.000 toneladas, com um crescimento de 18% comparada a 2013, representando no mesmo ano, menos de 1% do que fabricaram os norte-americanos.

Em 2015, o mercado interno nacional consumiu 57.698.000 toneladas de pellets, sendo utilizados, principalmente, para a geração de energia térmica nas áreas comerciais e industriais, por exemplo, o aquecimento de aviário, hotéis, pizzarias e padarias; sendo a maior parte das indústrias de pellets classificadas como sendo de pequeno porte (GARCIA; CARASCHI; VENTORIM, 2017).

Garcia, Caraschi e Ventorim, (2017) relatam que os pellets de madeira foram vendidos em uma faixa de preços de R\$400,00 a R\$600,00 por tonelada, com uma média de R\$471,15 (Free on board – FOB), para pellets retirados na fábrica. Os principais consumidores, no mercado interno brasileiro, são: aquecimento de aviário, hotéis, pizzarias e padarias.

Dentro desse contexto, de mercado, o preço não sofreu mudanças elevadas se comparado ao ano de 2017, pois em 2004, o preço pago por uma tonelada era de R\$330,00 a R\$500,00 (COUTO; MÜLLER; SILVA JÚNIOR; CONDE, 2004). E ainda, para que o mercado interno cresça e se consolide é necessário que haja a regulamentação e fiscalização, com o intuito de normatizar e padronizar as principais características e propriedades dos pellets (RASGA, apud AVIZ, 2016, p. 14).

Escobar (2016) divide o mercado de pellets combustíveis em dois segmentos principais, sendo eles: o uso residencial e o uso industrial, neste inclui-se o uso em termoelétricas; em ambas utilizações, os pellets concorrem com combustíveis tradicionais, comumente os derivados de fontes fósseis, como: carvão mineral, gás natural, óleo combustível e a energia elétrica, no caso da calefação.

De acordo com Escobar e Coelho (2013), no Brasil, o setor de pellets ainda está crescendo lentamente, com escassas informações e escala de produção pequena, sendo destinada, principalmente, ao mercado doméstico e térmico. Em 2018, existiam 24 fábricas de pellets, e em 2013, eram 14 fábricas, sinal de que o mercado de pellets está se desenvolvendo lentamente (GARCIA *et al.*, 2019).

Pereira (2017) relata que no Brasil, os problemas que impactam o mercado nacional de pellets são: altos custos do transporte da matéria-prima para a fábrica e da mesma para o mercado consumidor (externo e interno) e a falta de políticas nacionais de incentivo ao uso dos resíduos agrofloretais para geração de energia. Destaca-se ainda um precário conhecimento do produto e seu potencial energético, por parte da população.

Garcia, Caraschi e Ventorim (2017) ainda reafirmam que os principais problemas do setor de pellets no Brasil são: a falta de clientes e de demanda interna como o mais significativo para as indústrias produtoras; e do desconhecimento do produto. Assim, tais problemas dificultam simultaneamente o crescimento do mercado consumidor e produtor.

A particularidade dos pellets é vista como vantagem, é que a combustão é muito mais eficiente e libera muito menos fumaça que a lenha. Isto é devido ao baixo teor de umidade dos pellets, resultado do tratamento industrial de peletização (OLIVEIRA, 2015). Considerando ainda que os pellets de madeira ocupam muito menos espaço de armazenamento e de transporte.

2.3 Queimador a pellet

No Brasil, Dück (2013) desenvolveu o protótipo de um queimador semiautomático de pellets de madeira, a partir de ferramentas de desenvolvimento e gerenciamento de projetos, com o intuito de incentivar a utilização e fabricação dos pellets de madeira.

O queimador funciona basicamente como um adaptador a pellets para fornos a lenha, o qual é encaixado na porta de fornos – de alvenaria ou adquiridos prontos (pré-moldado) por onde é colocado a lenha; é realizado a queima do pellet em seu interior e somente as chamas são conduzidas para o interior do forno através da câmara de queima (biqueira) do queimador. Pode ser utilizado em padarias e pizzarias, sendo uma alternativa limpa de energia para esses empreendimentos. Uma outra vantagem, é o alto poder calorífico do pellet, comparado ao da lenha.

No mercado brasileiro existem empresas que fabricam e comercializam queimadores específicos para pellets, conhecidos como queimador a pellet, sendo eles: Chamape Energias Sustentáveis, Lippel, Metrol Metalúrgica Trombin, OMCS Termodinâmica e ThermoArt. O queimador a pellets produzidos pela empresa Chamape é ilustrado na Figura 2.



Figura 2 – Queimador a pellet

Fonte: Chamape Energias Sustentáveis (2019).

2.4 Lenha

Fontes (1994) classifica três diferentes tipos de resíduos gerados nas serrarias: a serragem, o cepilho e a lenha; esta última é definida como um resíduo de maiores

dimensões, sendo: as costaneiras, refilos, aparas, cascas e outros, e são geradas em todos os tipos de indústria de base florestal.

Até a década de 70, a lenha era a principal fonte de energia primária, mas perdeu lugar na matriz energética brasileira com o crescimento do petróleo e nos últimos anos voltou a crescer, por conta da necessidade crescente das fontes renováveis (REVISTA DA MADEIRA, 2016?).

A lenha é caracterizada pela composição de água, cinzas, lignina, celulose, resinas e baixo poder calorífico. Ainda ocasiona: desmatamento, sendo necessário o plantio de florestas energéticas; problemas de fornecimento e estocagem (SCHÜRHAUS, 2007).

Para a análise da potencialidade energética de combustíveis é utilizado o parâmetro poder calorífico, sendo definido como a quantidade de energia liberada na combustão completa de uma unidade de massa do material combustível (PROTÁSSIO *et al.*, 2011). E todo combustível possui dois tipos de poder calorífico, são eles: Poder Calorífico Inferior – PCI e Poder Calorífico Superior – PCS. Sendo o PCI, o mais indicado para avaliar o comportamento do combustível.

Aviz (2016) realizou um comparativo entre o PCI e o teor de umidade para alguns produtos, dentre eles, os pellets e a lenha, mostrando que o PCI da lenha é menor que os pellets, sendo igual a 2.500 a 3.000 Kcal/Kg e 4.600 Kcal/Kg, respectivamente. Ainda de acordo com o mesmo, o teor de umidade da lenha é de 16 a 30% e o do pellet é igual a 7%.

De acordo com o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA (2014), em seu Documento de Origem Florestal – DOF, que representa a licença de uso obrigatório para o transporte, recepção, beneficiamento e armazenagem de produtos florestais de origem nativa; no qual os dados se baseiam entre os anos 2007 e 2012, descreve que em meio aos produtos mais movimentado no País, em termos absolutos, a lenha ocupa a segunda posição, estando atrás apenas do carvão vegetal, com 16 milhões de estéreos (st).

A lenha é utilizada em fornos de alvenaria, sendo encontrados, principalmente, em padarias e pizzarias. Barbosa e Odakura (2011) comparam duas fontes de energias, a

lenha e energia elétrica. Os autores apontam como vantagens da lenha, os seguintes aspectos: fonte renovável de energia, oferta no mercado relativamente alta e a possibilidade de estocagem. As desvantagens são: características altamente poluidoras, exigente em manutenção diária (carga/descarga e limpeza do forno) e ainda requer espaço físico para estoque.

Com isso, houve aumento da poluição do ar pela combustão da lenha em fornos de pizzaria, por exemplo, principalmente de material particulado. Assim, se faz necessário a busca por alternativas limpas, como o briquete, sendo interessante pensar em novas tecnologias de forno a lenha (LIMA, 2015). Um outro substituto para a lenha pode ser o pellet de madeira.

De acordo com a Empresa de Pesquisa Energética – EPE (2018), em seu Balanço Energético Nacional – BEN, que tem como ano base 2017, o total da produção nacional de lenha é consumida no país não sendo importada. Os dados estão descritos na Tabela 2, juntamente com as principais aplicações.

Tabela 2 – Consumo de lenha de 2010 a 2017

	2010	2012	2014	2015	2016	2017
Consumo	83.862	82.847	80.437	80.322	74.500	75.561
Principais aplicações						
Produção de carvão vegetal	27.860	28.740	25.442	25.192	21.680	20.466
Industrial	23.108	24.130	25.112	23.963	23.307	23.696
Residencial	23.471	20.879	19.705	20.431	19.561	19.726

Fonte: Adaptado pela Autora, com base em BEN (2018); valores representados em 10³ toneladas.

No mercado de produtos florestais madeireiros utilizam-se como unidades de medida o metro estéreo e o metro cúbico sólido. Para a lenha e toras empilhadas, o metro estéreo é o metro cúbico, contando espaço vazio no interior da pilha (BACHA, 2017).

[...] O metro estéreo de madeira de eucalipto em pé na fazenda para produção de lenha, por exemplo, tem se mantido em média em R\$ 31,05 no estado de São Paulo desde meados de 2016, após ter tido quedas nos 12 meses anteriores (em junho de 2015, o preço médio foi de R\$ 33,14 por metro estéreo). Na Bahia, há negociações atuais (março/17) do metro estéreo do mesmo produto entre R\$ 35,00 e R\$ 38,00. Esse diferencial ocorre devido à relativa maior oferta em São Paulo desse produto em relação à sua demanda e ao fato dos

grandes consumidores de energia desse estado poderem alternar o consumo de lenha com o de gás natural (BACHA, 2017, p.1).

Ainda de acordo com Bacha (2017), o mercado de lenha é um dos menos ativos quando se trata de variações de preços nos últimos 18 meses. Não consta, no mercado, muitas informações detalhadas quanto ao preço da lenha.

Rosa (2018) relata que apesar dos pellets serem mais caros quando comparados a lenha, o investimento no sistema comercial de queima é economicamente viável, pois apresenta soluções tecnológicas para a gestão eficiente da energia devido o controle digital de temperatura dos fornos, baixa emissão de poluentes e facilidades na movimentação e estocagem do produto.

2.5 Energia elétrica

A energia elétrica possui uma relação direta com o desempenho da economia, sendo utilizada por todos os segmentos da sociedade e apresenta papel predominante no setor industrial (FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO – FIRJAN, 2011). De acordo com o mesmo autor, a eletricidade é um fator importante para a competitividade do país, se fazendo necessário conhecer a tarifa média cobrada no país e sempre observando a excessiva sobrecarga da energia elétrica consumida pela indústria brasileira.

Conforme o SEBRAE (2006), desde a década de 50, o consumo de fontes energéticas importadas, como o petróleo, está diminuindo, enquanto isso, o parque gerador de energia elétrica se desenvolveram, com investimentos na construção de centrais hidrelétricas, possibilitando que a energia chegue em longas distâncias.

Ainda de acordo com o SEBRAE (2006) o parque gerador de eletricidade aumentou consideravelmente desde então. Em 1970 produzia-se 11 GW, na década de 80 já eram 30,2 GW, e em 2005 aproximou-se a 93,2GW, ou seja, em pouco mais de três décadas e meia, um crescimento de cerca de 850%.

A Empresa de Pesquisa Energética – EPE, realiza análises sobre as principais fontes geradoras de energia elétrica no setor industrial desde 1970, e algumas delas são: gás natural, carvão mineral, lenha, bagaço de cana, óleo diesel, óleo combustível, gás liquefeito de petróleo, eletricidade e carvão vegetal.

Em 2017, a classe de maior consumo de energia elétrica (GWh) foi o setor industrial, sendo responsável por consumir 167.398 GWh, enquanto o setor residencial consumiu 134.368 GWh (EPE, 2018). Tais valores provam o quanto os setores industrial e residencial demandam energia elétrica. A Figura 3 ilustra o consumo de eletricidade no setor industrial de 1970 a 2017.

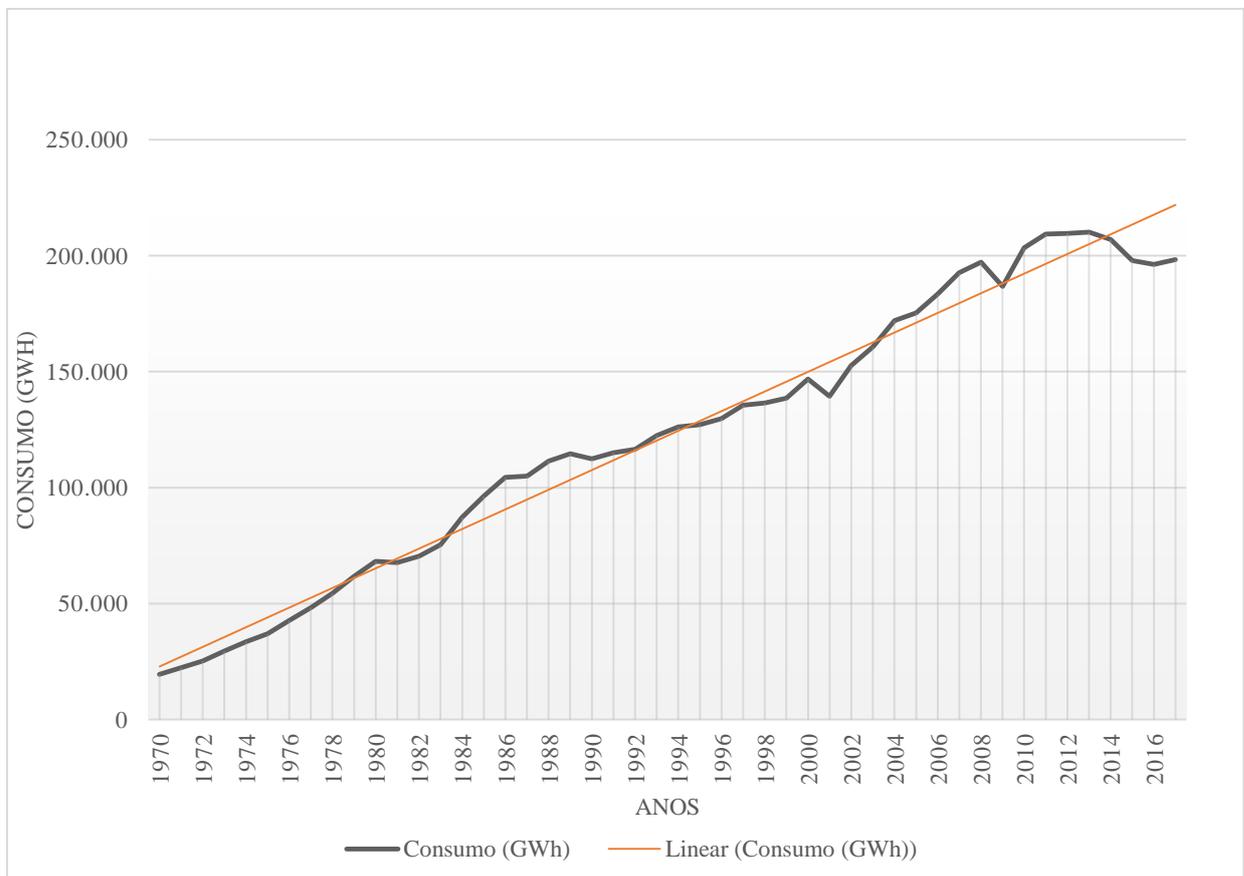


Figura 3 – Consumo de eletricidade no setor industrial

Fonte: EPE (2019), adaptado pela Autora.

O consumo de energia elétrica esboça o comportamento linear entre 1970 e 2017, na indústria em geral; mesmo com algumas oscilações, destacando-se duas quedas, no ano 2001, uma queda registrada de 7.481 GWh comparado a 2000, e no ano 2009, a queda foi de 10.478 GWh, comparado com 2008. O crescimento retomou em ritmo lento até

2013, mas decrescendo novamente em 2014 até 2016; apresentando um sinal de retomada no crescimento em 2017.

A International Energy Agency – IEA (2018) descreve em seu Relatório Global de Status de Energia e CO₂. Que nas últimas tendências de energia e emissões, em 2018, o consumo em todo o mundo cresceu 2,3%, equivalendo a quase o dobro da taxa média de crescimento desde 2010, estimulado por uma economia global robusta.

Considerando-se que o mercado consumidor aqui analisado são as padarias e pizzarias, onde são utilizados fornos. De acordo com o SEBRAE (2006),

[...] os fornos são equipamentos destinados a converter energia de uma determinada fonte disponível em energia térmica (eletricidade, gás ou lenha), concentrando-a em um espaço útil destinado ao processamento de produto específico, exercendo ainda controle sobre esta quantidade de calor concentrado (SEBRAE, 2006, p. 20).

O SEBRAE (2006) afirma que uma parcela de custos de panificação, relativa aos fornos, é a mais representativa, assumindo valores entre 40% e 60% no consumo total de eletricidade na padaria. Barbosa e Odakura (2011) afirmam que o forno elétrico é responsável pelo maior consumo de energia.

A proporção do consumo de energia elétrica nos fornos, em relação ao consumo total de energia elétrica da padaria é inversamente proporcional ao tamanho da padaria. Segundo a Agência Sebrae de Notícias – ASN (2011), nas padarias grandes, o forno representa 30% do consumo total de energia elétrica, enquanto nas padarias muito pequenas, esse percentual se eleva para 70%, devido ao menor número de itens comercializados pelas padarias de pequeno porte ser reduzido e ainda possuir outros poucos equipamentos que consomem eletricidade, tais quais: freezer, sistema de condicionamento de ar e vitrines refrigeradas; em razão disso, a participação do forno no consumo de energia elétrica total se torna muito grande, pois existem poucos outros itens que também demandem energia, assim sendo, o custo com o consumo de eletricidade é elevado.

2.6 Viabilidade econômica

As análises minuciosas dos aspectos econômicos são essenciais para qualquer empresa, já que um estudo detalhado mostra quais são as chances do novo negócio ou investimento ter a prosperidade esperada, ou seja, ser realmente rentável.

Rezende e Oliveira (2008) discorrem que a viabilidade econômica é um teste que visa verificar se as receitas intrínsecas ao projeto superam os custos necessários. Dentre os métodos de avaliação de projetos de investimento, especificamente neste estudo, é utilizado o método de Fluxo de Caixa – FC, que tem como finalidade expandir a visão geral de todos os componentes, ou seja, a distribuição de custos ao longo do horizonte de planejamento do projeto.

Rasga (2013) explana que existem diversos métodos de avaliação de projetos de investimento de capital e de tomada de decisão de orçamento de capital, são eles: *Payback*, *Payback* descontado, Taxa Interna de Retorno, Índice de Lucratividade, entre outros.

Um método utilizado para a análise de projeto é o Valor Presente – VP, o qual é definido como valor que o dinheiro possui hoje, no presente (LAPO, 2015). Sendo utilizado quando deseja-se saber quanto é necessário investir no momento presente para que um investimento seja rentável ao longo de um período qualquer. Sendo de suma importância os estudos de viabilidade econômica em novos produtos.

O estudo da viabilidade econômica é de grande importância, tendo as seguintes vantagens para o método do VP: pode ser utilizado em fluxos de caixa que contenham mais de uma variação de sinal, tanto de entrada como de saída; depende somente dos FC previstos no projeto e do custo de oportunidade do capital, não tendo interferências por parte daquele que decidirá ou pelos métodos de contabilização usadas pela empresa; e leva em consideração o valor do dinheiro no tempo (ZAGO *et al.*, 2015).

Na literatura não se encontram estudos de viabilidade econômica realizados em relação ao comparativo de utilização da energia consolidada, por exemplo, a energia elétrica com os pellets, especificamente a análise de VP.

3. METODOLOGIA

3.1 Descrição dos empreendimentos

A região do Caparaó do Espírito Santo é composta por dez municípios que ficam em torno do Parque Nacional do Caparaó, sendo eles: Alegre, Divino de São Lourenço, Dolores do Rio Preto, Guaçuí, Ibatiba, Ibitirama, Iúna, Irupi, Jerônimo Monteiro, São José do Calçado e Muniz Freire.

A localização da instalação dos empreendimentos analisados no presente trabalho é a região do Caparaó do Espírito Santo, nas quais são utilizadas forno elétrico e forno a lenha, ambos para panificação. Uma padaria é localizada na cidade de Alegre, que é denominada como padaria A e a outra na cidade de Jerônimo Monteiro, como padaria B, e ainda são classificadas como empreendimento de pequeno porte, de acordo com o quadro de funcionários, que pode variar de 10 a 49 colaboradores. E regime de operação das padarias é de 365 dias por ano.

O cálculo realizado para identificar o consumo de pellets durante a cocção de pães, partiu do princípio da informação sobre o consumo de eletricidade (KW) durante as quatro fornadas de pães no forno elétrico, que quando transformada em poder calorífico útil – PCU, seguindo o padrão de qualidade da norma ISO 17225-2 (2014), EN*plus* A1. Neste contexto, o PCU do pellet é de 4,16 KWh/kg, então é necessário 1,695 Kg de pellets para cada fornada de 23 minutos.

3.2 Descrição da pesquisa

De acordo com os critérios de classificação da análise, nesta pesquisa são utilizados métodos quantitativos, que objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos. Com a definição das hipóteses, trata-se de um problema cuja abordagem contém aplicação de um roteiro de entrevista e análise de

dados numéricos, que buscaram obter informações a respeito dos fornos e o queimador a pellet, a serem adquiridos para implantação de uma padaria.

Em relação aos objetivos, este presente trabalho é classificado como descritivo, uma vez que exige uma série de informações a respeito do tema, assim como uma descrição, análise e interpretação dos dados. E quanto aos métodos, este estudo se classifica como: documental e bibliográfica.

Primeiramente, foram realizadas visitas técnicas e/ou aplicação de roteiros de perguntas, os quais constam nos Apêndices A, B e C; coletando informações essenciais sobre a situação atual das padarias que utilizam forno elétrico e forno a lenha, e uma indústria de pães que utiliza queimador a pellets. Com isso foi possível obter o embasamento empírico para analisar a viabilidade dos fornos utilizados em padarias de pequeno porte.

O fluxo de caixa considera o somatório das entradas e saídas em determinado período do empreendimento em funcionamento. Para a análise dos dados coletados, foram elaboradas planilhas para o fluxo de caixa de investimento, representando o somatório apenas das saídas, no qual, os dados são negativos. Além disso, é aplicado o método do Valor Presente – VP, que considera a variação do valor do capital no tempo a uma taxa real anual (i) de 6%, o qual é detalhada na Equação a seguir:

$$VP = -FC_0 + \sum_{t=0}^n \frac{FC_t}{(1+i)^{-t}} \quad (1)$$

Onde:

VP: é o valor presente de um fluxo de caixa para um determinado projeto;

FC_0 : fluxo de caixa inicial;

FC_t : é o fluxo de caixa entre os períodos 1 e n;

i : taxa de desconto.

De acordo com a literatura, quanto maior o VP, mais atrativo será o projeto. Como neste presente estudo são analisados somente os custos envolvidos nos itens a serem adquiridos, para a implantação de determinada padaria, o VP é negativo. E ao final da

avaliação da proposta do modelo a ser implantado, é considerado o menor VP negativo, ou seja, menores custos, significando que a proposta de tal modelo é viável.

3.3 Implantação do empreendimento

A simulação da viabilidade econômica em relação a implantação de um dos três modelos de sistema de cocção numa determinada padaria, no que tange somente à produção de pães neste caso, em que os modelos a serem analisados, são: forno elétrico (A), forno a lenha (B) ou queimadores a pellets (C), ambos com o mesmo volume de produção, fabricando quatro fornadas de pães diariamente.

Em relação a análise de abertura de uma padaria com o modelo A, o processo de panificação realizado pela mesma utiliza o forno turbo elétrico FTE-300 220V Trifásico, fabricado pela empresa G.Paniz, como ilustra a Figura 4.



Figura 4 – Forno turbo elétrico FTE-300 220V Trifásico

Fonte: G.Paniz (2020).

Em relação à padaria que opta pela implantação do modelo B, a proposta é a utilização do forno ciclone turbo a lenha da empresa Venâncio, para o processo de cocção de pães, o mesmo é ilustrado na Figura 5.



Figura 5 – Forno ciclone turbo a lenha

Fonte: Venâncio (2020).

Ainda para esta pesquisa, dentre as empresas no mercado nacional que comercializam queimadores digital, foi selecionado como modelo C, o queimador a pellet modelo CH-100 fabricado pela empresa Chamape, como ilustra a Figura 6. O conjunto que compõe o queimador, envolve o silo com alimentador de pellets com capacidade de 120 Kg e o carrinho, cuja função é de sustentação de todo o equipamento.



Figura 6 – Queimador a pellet, modelo CH-100

Fonte: Chamape Energias Sustentáveis (2019).

Para a escolha do modelo de queimador a pellet é necessário adotar critérios, sendo: 1) o tamanho do forno e a potência; 2) é que o equipamento precisa ser a base de inox, por conta da durabilidade, acabamento e higienização; 3) a câmara de queima – usualmente conhecida como biqueira (ponta do queimador), é o local de saída da chama gerada pela queima do pellet, isso faz com que haja a necessidade desse item ser produzido com um material mais resistência e durabilidade.

Para a elaboração das planilhas de custos, os itens considerados e comuns aos três modelos, são: custo com aquisição do equipamento, frete de entrega do item utilizado, aluguel do espaço físico e a energia elétrica.

Em relação aos itens a serem considerados na elaboração das planilhas, sendo cada um referente ao seu respectivo modelo analisado são descritos a seguir:

- Modelo A: utiliza somente a energia elétrica, assim sendo não precisa de área para armazenamento, ou seja, não possui custos relativos a aluguel e nem custos que envolvem com a lenha e pellets, conseqüentemente nenhum custo com o frete de ambos;
- Modelo B: emprega apenas a energia elétrica e a lenha. Com isso, possui custos com o aluguel da área para armazenamento da lenha e ainda, a despesa com o frete da mesma;

- Modelo C: este faz uso da eletricidade e de pellet, tendo como custos agregados, o aluguel de uma área para armazenamento de pellet e o frete do mesmo, que é realizado pelo caminhão Atego Mercedes modelo 3030 e capacidade de 18.500 kg.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste tópico são apresentadas as planilhas de custos referentes aos modelos de fornos e/ou queimador a pellet normalmente (ou indicados) para uso em padarias e suas respectivas análises.

4.1 Elaboração do Fluxo de Caixa e Análise de Viabilidade

Nos tópicos a seguir são apresentadas as tabelas referentes aos custos envolvidos no Fluxo de Caixa – FC, referente a cada modelo avaliado para a implantação de uma padaria.

4.1.1 Modelo A

A análise do modelo A é apresentada na Tabela 3, na qual o FC é obtido com base nos itens de saída para a padaria que utiliza forno elétrico.

Tabela 3 – Fluxo de caixa do modelo A (R\$/ano)

Item	Anos											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Saídas												
Forno elétrico (G.Paniz FTE-300)	10.990,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Frete do forno elétrico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Energia elétrica	17.240,28	17.240,28	17.240,28	17.240,28	17.240,28	17.240,28	17.240,28	17.240,28	17.240,28	17.240,28	17.240,28	17.240,28
Custo com espaço físico (aluguel)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lenha	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Frete da lenha	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pellets	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Frete de pellets	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FC	28.230,28	17.240,28										

Fonte: A Autora.

A implantação do modelo A, que possui a saída de itens descritos na Tabela 3, apresenta o fluxo de caixa de investimento para o período de 10 anos, sendo o ano zero, no qual a padaria tem a maior saída, devido a aquisição do forno elétrico (G. Paniz FTE-300) e com frete grátis, totalizando FC negativo igual a R\$28.230,28. Entre os anos um e 10, tem-se o custo apenas com a energia elétrica, de R\$17.240,28 por ano.

Observa-se que em padaria que utiliza forno elétrico para cocção de pães, faz-se o uso apenas da eletricidade, não possuindo custos com os seguintes itens: aluguel, lenha, frete da lenha, pellets e frete de pellets. Em relação ao aluguel, o mesmo não é um custo para a padaria A, pois a energia elétrica não é um item a ser armazenado, diferente da lenha e de pellets, que necessitam de um local destinado ao seu armazenamento. Com isso, o forno elétrico, se torna o mais simples para ser utilizado, por não fazer uso desses itens mencionados. E ainda, proporciona ao funcionário da padaria, o manuseio simples.

Como parte das análises, é necessário o cálculo do preço de um KW, sendo as informações descritas a seguir:

No estado do Espírito Santo, a concessionária responsável pela distribuição da energia elétrica é a EDP Espírito Santo Distribuição S/A, atendendo as legislações federais, estaduais e municipais. O custo geração, transmissão e distribuição e os encargos – GTD sobre a tarifa de energia elétrica cobrados com base na alíquota média dos tributos federais e estaduais, sendo o PIS/COFINS e ICMS, respectivamente.

Cabe ressaltar que no Apêndice D está descrito os componentes considerados para o cálculo do preço de um KW de energia elétrica, baseando-se na média dos meses entre agosto de 2018 e 2019, nos quais são considerados: a tarifa de consumo de um KW; a tarifa da bandeira vermelha, que é definida como a pior das hipóteses para o consumo de eletricidade. Tais tarifas são definidas e embasadas pela Resolução homologatória n° 2432 de 7 de agosto de 2018 e Resolução homologatória n° 2589 de 6 de agosto de 2019, ambas da EDP.

Além dessas tarifas e como já mencionado, o cálculo do preço de um KW envolve os custos com transmissão, distribuição, encargos setoriais e impostos/tributos, cujas alíquotas (%) médias aplicadas na base de cálculo do PIS, COFINS e ICMS são: 0,86%; 4,34% e 25,00%, respectivamente, totalizando 30,20%.

Para o cálculo do CIP, que é definida como a contribuição para o custeio do serviço de iluminação pública, faz-se necessário supor que os modelos analisados serão implantados em Alegre e Jerônimo, cujo CIP é de R\$66,82 e R\$58,53, simultaneamente. Logo, o CIP médio é de R\$2,089 por dia. Em suma, 1 KW de energia elétrica custa R\$2,9565.

4.1.2 Modelo B

A padaria B utiliza o forno a lenha e seus itens de saída são listados na Tabela 4, a seguir:

Tabela 4 – Fluxo de caixa do modelo B (R\$/ano)

Item	Anos											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Saídas												
Forno ciclone turbo a lenha Venâncio	9.100,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Frete do forno	400,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Energia elétrica	1.397,86	1.397,86	1.397,86	1.397,86	1.397,86	1.397,86	1.397,86	1.397,86	1.397,86	1.397,86	1.397,86	1.397,86
Custo com espaço físico (aluguel)	6.083,46	6.083,46	6.083,46	6.083,46	6.083,46	6.083,46	6.083,46	6.083,46	6.083,46	6.083,46	6.083,46	6.083,46
Lenha	2.737,50	2.737,50	2.737,50	2.737,50	2.737,50	2.737,50	2.737,50	2.737,50	2.737,50	2.737,50	2.737,50	2.737,50
Frete da lenha	8.876,80	8.876,80	8.876,80	8.876,80	8.876,80	8.876,80	8.876,80	8.876,80	8.876,80	8.876,80	8.876,80	8.876,80
IDAF	749,71	749,71	749,71	749,71	749,71	749,71	749,71	749,71	749,71	749,71	749,71	749,71
Pellet	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Frete de pellets	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FC	28.595,62	19.095,62										

Fonte: A Autora.

A padaria B visa utilizar o forno ciclone lenha a turbo Venâncio, que assim como a padaria A, possui os maiores gastos no ano zero, devido a aquisição do forno a lenha. Além disso, em tal ano, têm-se os custos com: frete de entrega do forno a lenha, a energia elétrica, o aluguel, a lenha, o frete para entrega da lenha e taxa anual do Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo – IDAF. E ainda, não havendo gastos com o pellet e seu frete para entrega.

Anualmente, a padaria que emprega o modelo B, possui o FC negativo igual a R\$19.095,62; que envolve os custos com a lenha, o frete da lenha, o aluguel do espaço físico, a energia elétrica e a taxa anual do IDAF. Esta última gera um custo de R\$749,71 por ano, sendo aplicada a madeira de eucalipto e frutíferas.

Em relação ao consumo de lenha no forno, diariamente e/ou a cocção de quatro fornadas de pães, se faz necessário 1m³ de lenha, totalizando R\$2.737,50 anualmente. Os detalhes sobre as espécies e seus respectivos preço de frete e se encontram no Apêndice E.

Para a análise entre os anos 1 e 10, percebe-se que as saídas dos itens considerados possuem gastos fixos e constantes, sendo os maiores gastos com o frete de transporte da lenha e o aluguel do espaço físico para armazenamento da mesma, com R\$8.876,80 e R\$6.083,46, respectivamente, resultando em um FC ou custos negativo e anual igual a R\$14.960,26, e quando comparado com o modelo A, o forno elétrico tem um custo menor, anualmente, com economia de R\$2.280,02.

Para atender a demanda da padaria que utiliza o modelo B, o forno a lenha, é necessário a realização de quatro fretes de madeira frutífera e dois fretes para a madeira de eucalipto, mensalmente. Sendo o custo de R\$30,00/m³ para a lenha, com exceção do frete. Considerando que área destinada ao armazenamento da lenha é de 60 m².

4.1.3 Modelo C

A proposta de implantação modelo C e seus respectivos custos, é descrita na Tabela 5, a qual utiliza queimador a pellets.

Tabela 5 – Fluxo de caixa do modelo C (R\$/ano)

Item	Anos											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Saídas												
Queimador a pellets	25.780,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CHAMAPE												
Frete	5.500,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Forno ciclone turbo a lenha	9.100,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Venâncio												
Frete	400,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Energia elétrica	1.811,61	1.811,61	1.811,61	1.811,61	1.811,61	1.811,61	1.811,61	1.811,61	1.811,61	1.811,61	1.811,61	1.811,61
Custo com espaço físico (aluguel)	6.083,46	6.083,46	6.083,46	6.083,46	6.083,46	6.083,46	6.083,46	6.083,46	6.083,46	6.083,46	6.083,46	6.083,46
Lenha	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Frete	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pellet	1.732,29	1.732,29	1.732,29	1.732,29	1.732,29	1.732,29	1.732,29	1.732,29	1.732,29	1.732,29	1.732,29	1.732,29
Frete	773,80	773,80	773,80	773,80	773,80	773,80	773,80	773,80	773,80	773,80	773,80	773,80
Câmara de queima*	-	-	-	1.800,00	-	-	1.800,00	-	-	1.800,00	-	-
Grelha*	-	-	-	210,00	-	-	210,00	-	-	210,00	-	-
Frete	-	-	-	1.375,00	-	-	1.375,00	-	-	1.375,00	-	-
FC	51.181,16	10.401,16	10.401,16	13.786,16	10.401,16	10.401,16	13.786,16	10.401,16	10.401,16	13.786,16	10.401,16	10.401,16

Nota: na compra do queimador já é incluso a câmara de queima e a grelha, sendo realizada a compra a cada três anos.

Fonte: A Autora.

De acordo com a Tabela 5, o modelo C a ser instalado necessita dos seguintes itens: queimador a pellets da empresa Chamape, cujo orçamento está descrito no Anexo 2; forno a lenha turbo Venâncio e seus respectivos fretes no ano zero; gerando FC igual a R\$40.780,00.

Vale destacar que na obtenção do forno a lenha e o queimador a pellets, tem-se o custo com o frete, ao contrário do que ocorre na aquisição do forno elétrico. O custo com o queimador é de R\$25.780,00 e o frete é de R\$5.500,00, sendo a empresa Chamape localizada em Caxias do Sul – RS, a uma distância média de 1.766 Km de Alegre e Jerônimo Monteiro, ambas situadas no sul do Espírito Santo. Há possibilidade que o frete seja compartilhado com outra carga e, assim reduzir pela metade o custo do frete do queimador a pellets no ano zero; sendo assim uma vantagem, devido à facilidade de combinação entre a carga de pellets e de outro item.

O aspecto principal é a praticidade em relação ao uso de pellets, por proporcionar o manuseio e armazenamento e/ou estocagem, de forma prática, além de garantir o fácil transporte (OLIVEIRA, 2015). O mesmo ainda destaca que quando comparado ao uso de outros combustíveis à base de biomassa, o pellet está em vantagem, pois o queimador a pellets têm a capacidade de diminuir expressivamente a fumaça.

Como descrito anteriormente, a padaria produz quatro fornadas de pães diariamente, com o tempo de 1,533 hora; sendo necessários 6,78 Kg de pellets para atender a demanda. E ainda, prezando pelo bem estar do funcionário, o manuseio dos sacos é mais simplificado com os pellets acondicionados em embalagens plásticas valvulados com capacidade de 20 Kg.

As despesas para a implantação do modelo C é maior quando comparado as instalações dos modelos A e B com FC negativo igual a R\$10.990,00 e R\$9.500,00; simultaneamente, com uma diferença significativa. Convém ressaltar que o queimador a pellets é essencialmente um adaptador acoplado ao forno a lenha.

A padaria que optar por utilizar o modelo C, possui o custo envolvido na aquisição de pellets igual de R\$1.732,29 anualmente, tendo sua compra realizada na empresa Pelletbraz, localizada em Porto Feliz – SP, localizada a uma distância de 942 Km de

Jerônimo Monteiro – ES, como ilustra a Figura 7. E as informações detalhadas sobre o preço de pellets constam no Apêndice H.

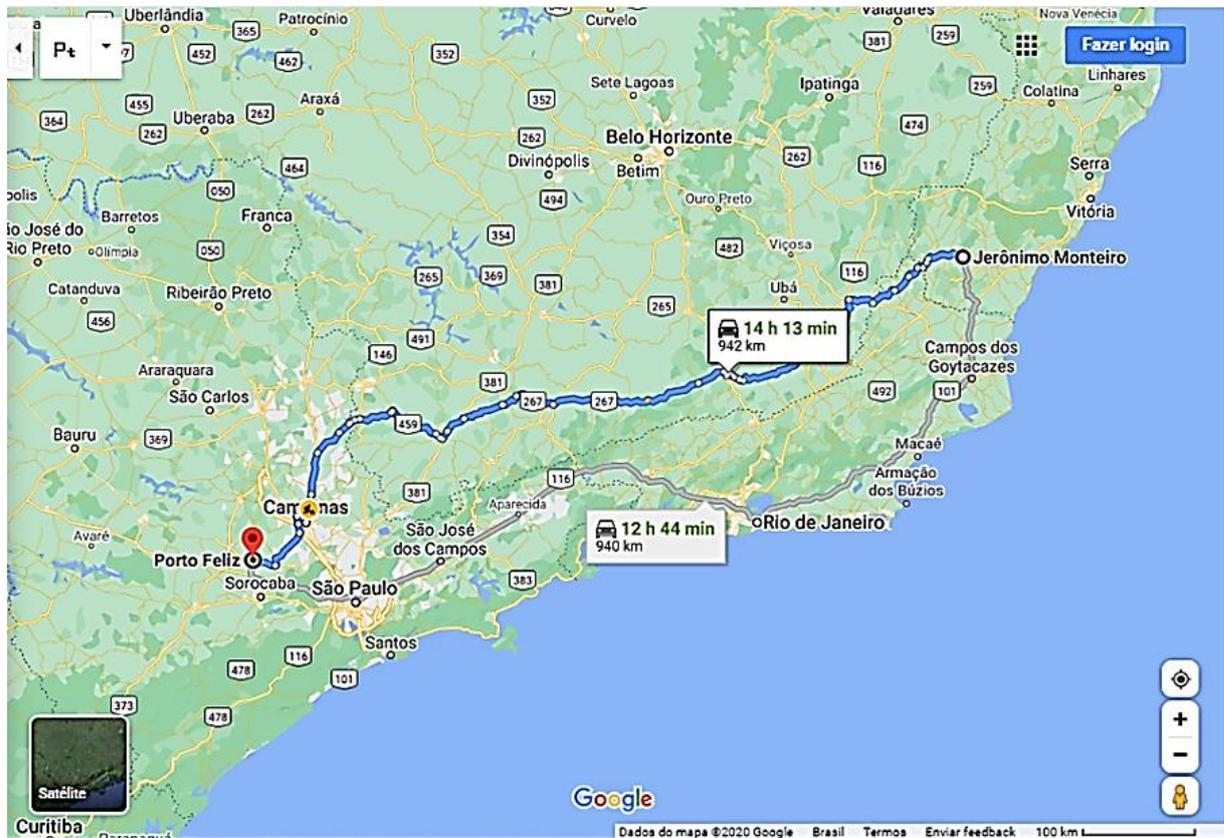


Figura 7 – Distância entre a padaria em Jerônimo Monteiro – ES e a Pelletbraz

Fonte: Google Maps (2020), Adaptado pela Autora.

Se a padaria optar por utilizar o modelo C e a mesma se localizar em Alegre – ES, sendo a distância entre a mesma e a fábrica Pelletbraz 921 Km, representada na Figura 8.

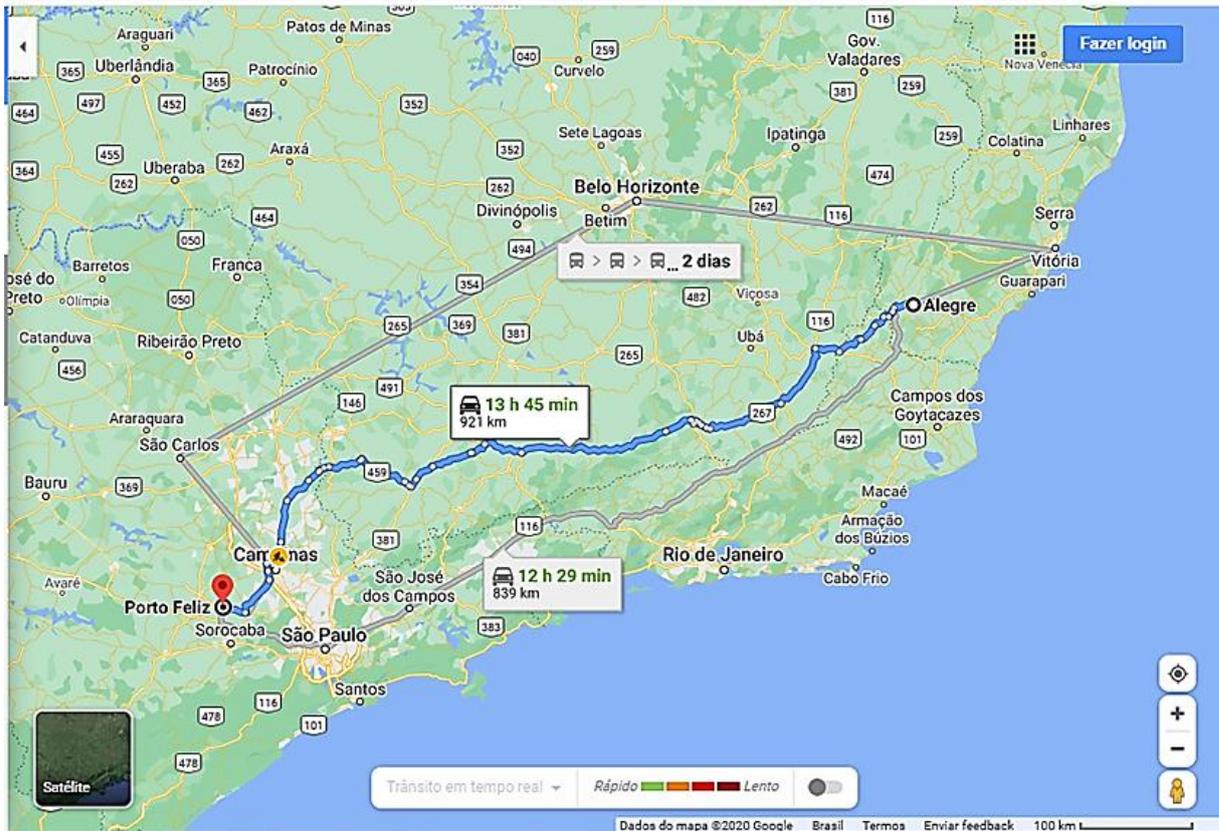


Figura 8 – Distância entre a padaria em Alegre – ES e a Pelletbraz

Fonte: Google Maps (2020), Adaptado pela Autora.

Neste contexto, sobre a localização entre as padarias que pretendem adquirir pellets, é de suma importância analisar a possibilidade de que seja realizado um único frete para ambas e assim, a carga com 640 sacos as atenderia e, conseqüentemente a área para armazenamento seria menor e por menos tempo de estoque. Além de reduzir pela metade o custo com o frete da carga.

Com a necessidade de 6,78 Kg de pellets por dia, a carga é composta de 640 sacos, isto é, 12.800 Kg, a um custo com frete de R\$4.000,00. Esta carga adquirida é consumida em cinco anos, incluindo o estoque de segurança de dois meses e anualmente o frete é de R\$773,80. E ainda o Apêndice H contém mais detalhes sobre os custos envolvendo a aquisição de pellets.

As dimensões do saco de 20 Kg de pellets são as seguintes: 63x43x10 cm, comprimento, largura e altura, respectivamente; então a capacidade de um espaço físico de 1 m³ é de

37 sacos de pellets. Logo a carga contendo 640 sacos de pellets ocupa um espaço de 17,3 m³, desconsiderando os espaços livres para circulação de colaboradores.

Ainda sobre o investimento no queimador a pellets, são necessários outros componentes, que consiste em: câmara de queima e a grelha e ainda, o frete para ambas. O tempo médio de durabilidade da câmara de queima e a grelha são de três anos, cujo material é o aço inoxidável a altas temperaturas e, os modelos de fornos ideais para realizar a substituição é o que possui carros giratórios. Como exposto na Tabela 5, a substituição desses itens ocorre nos anos três, seis e nove, para o período analisado; gerando a saída de R\$1.800,00 e R\$210,00, respectivamente.

Em relação ao frete da câmara de queima e a grelha é possível que o frete seja dividido com outras duas cargas e, permitindo a redução no custo do frete, totalizando R\$1.375,00 apenas nos anos já mencionados. Ressaltando que a possibilidade de compartilhamento de frete é uma vantagem, devido a facilidade em se obter a combinação das cargas.

Além disso, para o bom funcionamento do queimador, o pellet de madeira utilizado deve ter padrões de qualidade, recomenda-se aquele com certificação *ENplus A1*, de acordo com a norma internacional ISO 17225-2 (2014), na qual o PCI – Poder Calorífico Inferior exigido é maior ou igual a 3.943,599 Kcal.Kg⁻¹, que corresponde a 16,5 MJ.Kg⁻¹. Segundo a norma internacional ISO 17225-2, o PCI corresponde a 4,6 KWh de energia elétrica. Isto é, o quão importante é a padronização da norma nacional de pellets, uma vez que a durabilidade do queimador é influenciada.

Do mesmo modo, a durabilidade dos pellets influencia muito na formação de finos, ou seja, se a durabilidade for baixa, os pellets tendem a gerar grandes quantidades de finos no decurso do transporte, e assim causando falhas nos sistemas de alimentação do equipamento (OLIVEIRA, 2015), reforçando a importância da padronização de norma para qualidade de pellets nacional.

No que concerne à energia elétrica, cujas informações estão descritas no Apêndice F. O queimador a pellets e o forno a lenha consomem 2,42 KW de energia elétrica, totalizando R\$4,96 diariamente, logo o consumo de eletricidade na padaria que utiliza

o modelo C é de R\$1.811,61 por ano. Contudo, realizando um comparativo entre os modelos A e C, o primeiro modelo possui um consumo de energia elétrica praticamente 10 vezes maior. Em relação aos itens analisados nos modelos A, B e C, observa-se o Quadro a seguir:

Quadro 1 – Comparativo entre os modelos A, B e C.

Item	Padaria A	Padaria B	Padaria C
Forno elétrico, modelo G.Paniz FTE-300	x		
Frete do forno elétrico	x		
Forno ciclone lenha turbo Venâncio		x	x
Frete do forno ciclone lenha		x	x
Queimador a pellets CHAMAPE			x
Frete do queimador			x
Energia elétrica	x	x	x
Custo com espaço físico (aluguel)		x	x
Lenha		x	
Frete da lenha		x	
IDAF		x	
Pellets			x
Frete de pellets			x
Câmara de queima (biqueira)*			x
Grelha*			x
Frete**			x

Fonte: A Autora.

Em suma, observa-se que a energia elétrica é um item consumido nos três modelos propostos e analisados. Com isso, se faz necessário um comparativo entre os mesmos, como descrito no Apêndice F, concluindo que para a mesma produção de pães, ou seja, quatro fornadas diariamente, o consumo de energia elétrica é maior na utilização do forno elétrico, com um gasto de R\$47,23. Enquanto no forno a lenha, o consumo de energia elétrica gera o custo total de R\$3,83 e, o conjunto queimador a pellets e forno a lenha com R\$4,96. Logo, o forno a lenha consome menos eletricidade.

Vale ressaltar ainda que apenas o queimador consome R\$1,13 por dia.

Ainda de acordo com o quadro, observa-se que o modelo C, possui maior número de itens, gerando um FC ou custos maiores, quando comparado aos outros. Além disso, o modelo A possui apenas três itens, sendo: o forno elétrico, o frete e a energia elétrica; lembrando que para a aquisição deste forno, a empresa G.Paniz não cobra pelo custo com o frete. Sendo o custo com a energia elétrica, o que mais eleva os FC.

Conforme o exposto, no estado do Espírito Santo não há nenhuma fábrica de pellets de madeira instalada, isso pode ser explicado devido à falta de conhecimento sobre a aplicação do pellet, que é uma fonte renovável e sustentável de energia.

4.2 Análise do Valor Presente

Para a análise da viabilidade de implantação dos modelos A, B e C; o VP foi calculado de acordo com a Equação 1. Resultando a Tabela a seguir:

Tabela 6 – Valor Presente para os três modelos

Padaria	VP (R\$)
Modelo A	-155.120,23
Modelo B	-169.141,02
Modelo C	-134.966,58

Fonte: A Autora.

A Tabela 6 aborda de forma concisa o comparativo do VP para a implantação dos modelos A, B e C. Realizando a análise da mesma, é possível perceber que o modelo B, no qual a padaria tem como objetivo utilizar o forno a lenha, possui o VP negativo R\$169.141,02 para o período de 10 anos.

Além disso, quando confrontado com as outras duas padarias, o modelo C é o mais viável, cujo VP negativo é de R\$134.966,38; ou seja, o menor entre eles. Isso se deve ao menor consumo de energia elétrica. O contrário ocorre com o modelo A, por possuir maior consumo de energia elétrica; e com o modelo B, que precisa do aluguel do espaço para armazenamento e frete da lenha, ocasionando o VP maior e negativo.

É importante salientar que o queimador a pellets é o modelo mais viável quando comparado aos outros dois modelos a serem implantados. Em relação à questão logística, o FC pode ficar ainda menor, se a padaria for instalada próxima à unidade de pelletização, já que o custo com frete é reduzido. Ou até mesmo se tal fábrica fosse localizada na região sul do Espírito Santo, já que este estudo provou a viabilidade econômica da utilização de pellets em queimadores para padarias, comparativamente aos demais modelos aqui considerados, incentivando o consumo do produto.

Neste contexto, a utilização do biocombustível pellet possui os menores custos, podendo substituir a energia elétrica e a lenha em padarias. Esse fato mostra que há uma possível demanda e mercado consumidor para o pellet na região do Caparaó.

Em relação às limitações para a realização deste trabalho, foi a impossibilidade de realizar visitas para a aplicação da cronoanálise¹, conseqüentemente, impedindo que o item mão de obra fosse considerado nas planilhas de FC; outro obstáculo foi a ausência de informações sobre as características do queimador a pellets e principalmente, os dados básicos sobre seu princípio de funcionamento, exatamente por ser um produto novo e pouco visto e/ou conhecido no mercado de pellets. E por fim, talvez o mais importante, é falta de informações consistentes sobre a manutenção preventiva e/ou corretiva do queimador a pellets.

Em meio às limitações citadas, pode-se sugerir e/ou recomendar para futuras pesquisas: estudos em relação a resistência e propriedades dos materiais que compõe o queimador a pellets e assim propor possíveis melhorias em relação à vida útil; aplicar a ferramenta de cronoanálise¹ em padarias que utilize forno elétrico, forno a lenha e o queimador a pellets com o objetivo de compará-los e otimizar os processos. Outra sugestão de estudo, é a proposta de substituição do modelo utilizado, atualmente, em determinada padaria pelo queimador a pellets. E ainda, é interessante incluir um estudo comparativo com os pellets, no qual seja contemplado a energia solar em função de: também ser uma energia renovável, ter apoio financeiro que infelizmente não existe os pellets.

¹ Cronoanálise é uma ferramenta utilizada em empresas para analisar os tempos em que cada atividade é realizada durante o processo produtivo (LEÃO, 2020).

5. CONCLUSÕES

Com base no exposto, este trabalho teve como principal intuito de demonstrar que os queimadores a pellet possuem aplicação em padarias de pequeno porte. Isso foi possível, com base no comparativo entre os modelos que tinham como proposta, a utilização do forno elétrico, ou forno a lenha, ou o queimador a pellets. Isso com base em suas respectivas análises de custos e VP.

Com base nos cálculos para a quantificação do consumo de pellets, comparado a energia elétrica e a lenha, constatou-se que o forno elétrico é o que apresentou o maior custo, porém maior valor para VP negativo. Sendo o queimador a pellet, com menores custo e valor para o VP, também negativo, dentre os três modelos analisados. E ainda, o forno elétrico obteve custos intermediários, quando comparado aos modelos forno a lenha e queimador a pellet.

Assim sendo, com potencial mercado consumidor, as padarias localizadas na região do Caparaó do Espírito Santo poderiam ser abastecidas por uma unidade de peletização capixaba. Tendo como matéria prima, os resíduos gerados por empresas do ramo madeireiro de tal região, conseqüentemente reduziria drasticamente o custo logístico com o frete da carga de pellets. E ainda, abriria oportunidades no mercado de trabalho.

É importante salientar que há necessidade da existência de uma norma brasileira para qualificação de pellets nacionais e mais informações sobre o queimador a pellet.

6. REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **Renováveis e Não Renováveis**. 2017.

AGÊNCIA SEBRAE DE NOTÍCIAS – ASN. **Forno consome 70% da energia elétrica usada nas padarias**. 2011. Disponível em: <https://sebrae-sp.jusbrasil.com.br/noticias/2541487/forno-consome-70-da-energia-eletrica-usada-nas-padarias>. Acesso em: 30 abr. 2019.

ALTENHOFEN, T. S.; SACCOL, J. de S.; FABIÃO, B. R. P. Panorama do reaproveitamento de resíduos de madeira gerados em serrarias no município de Pelotas – RS. **11º Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental**. Porto Alegre – RS. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE PANIFICAÇÃO E CONFEITARIA – ABIP. **Número de padarias por estado brasileiro**. 2018. 2 p. Disponível em: <http://www.abip.org.br/site/numero-de-padarias-por-estado-2018/>. Acesso em: 5 maio 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INDÚSTRIA DE PELLET – ABIPEL. s.d. Disponível em: <http://www.biomassabr.com/bio/detalhes.asp?id=274&idatividade=>. Acesso em: 29 mar. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004: Resíduos sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE PANIFICAÇÃO E CONFEITARIA – ABIP. **Número de padarias por estado brasileiro**. 2018. Disponível em: <http://www.abip.org.br/site/numero-de-padarias-por-estado-2018/>. Acesso em: 5 maio 2019.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PELLETS ENERGÉTICOS DE BIOMASSA – ANPEB. **Manual ENplus Parte 1: Considerações gerais**. 2015. Versão 3, Agosto 2015.

AVIZ, P. G. de. **Análise de mercado de pellets de madeira no Brasil**. 2016. 41 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Industrial Madeireira) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

BACHA, C. J. C. **CEPEA: Os mercados de produtos florestais no Brasil em 2017 e 2018**. 2017. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/opiniao-cepea/os-mercados-de-produtos-florestais-no-brasil-em-2017-e-2018.aspx>. Acesso em: 03 jun. 2019.

BARBOSA, A. T. R. B.; ODAKURA, V. A. Forno a lenha ou elétrico: o impacto nas despesas em uma empresa de panificação. 2011. 6 f. **SWGE – Anais ano base 2012**.

Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS. 2011.

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.

BURGER, L. M.; RICHTER, H. G. **Anatomia da madeira**. São Paulo. Nobel, 1991. 145 p.

CARVALHO, N. P. R. de. **Implementação do Plano de Controle, Inspeção e Ensaio na Produção de Pellets de Madeira**. 2011. 31 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Ambientais) – Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu, Instituto Politécnico de Viseu, Viseu.

CARVALHO, F. F.; VIRGENS, A. P. das; ARAGÃO, M. de A.; LOUREIRO, T. C.; CUNHA, D. V. P. da. Disposição final dos resíduos sólidos de serrarias de Vitória da Conquista – BA. **Revista Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 11 n. 21; p. 3102. 2015.

CHAMAPE ENERGIAS SUSTENTÁVEIS Ltda. **Queimador à pellet**: modelo CH-100. 2019.

COLLARES, D.; BARBOSA, P. **Embrapa**: Briquetagem e peletização de resíduos agrícolas e florestais. 2012. 6 f. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

COUTO, L.; MÜLLER, M. D.; SILVA JÚNIOR, A. G. da; CONDE, L. J. N. Produção de pellets de madeira: O caso da Bio-Energy no Espírito Santo. **Revista Rede Nacional de Biomassa para Energia**, v. 1, n. 1, p. 45-52. 2004.

DÜCK, T. H. M. **Desenvolvimento e construção de um queimador semiautomático de pellets de madeira**. 2013. 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Mecânica) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ. Panambi.

EDP Espírito Santo Distribuição S/A. **Resolução homologatória nº 2432 de 7 de agosto de 2018**. 2018. 11 f. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/reh20182432ti.pdf>. Acesso em: 27 jun. 2020.

EDP Espírito Santo Distribuição S/A. **Resolução homologatória nº 2589 de 6 de agosto de 2019**. 2019. 12 f. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/reh20192568ti.pdf>. Acesso em: 27 jun. 2020.

ELETOBRÁS. **Memória da Eletricidade**: História da eletricidade no Brasil. 2012. Disponível em: http://www.cemig.com.br/pt-br/a_cemig/Nossa_Historia/Paginas/historia_da_eletricidade_no_brasil.aspx. Acesso em: 9 abr. 2019.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco Energético Nacional 2018:** Ano base 2017. 293 f. 2018.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Anuário estatístico de energia elétrica:** panorama do consumo GWh). 6 f. 2019.

ESCOBAR, J. F. **Uma produção sustentável de biomassa para energia, não o Brasil: o caso dos pellets madeira.** 2016. 122 p. Tese (Doutorado em Energia) – Instituto de Energia e Meio Ambiente da Universidade de São Paulo, São Paulo.

ESCOBAR, J. F.; COELHO, S. T. O potencial dos pellets de madeira como energia no Brasil. 2013. 9 f. **CENBIO – Centro Nacional de Referência em Biomassa,** Instituto de Energia e Ambiente, Universidade de São Paulo.

FAGUNDES, H. A. V. **Produção de madeira serrada e geração de resíduos do processamento de madeira de florestas plantadas no Rio Grande do Sul.** 2003. 173 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

FERREIRA, G. **Viabilidade técnica da produção de pellets de resíduos de madeira das espécies *Dinizia excelsa* Ducke E *Manilkara elata* (Alémão ex Miq.) Monach. para fins energéticos.** 2017. 54 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro – ES.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO – FIRJAN. **Quanto custa a energia elétrica para a indústria no Brasil?** 2011. N° 8, Agosto de 2011.

FONTES, P. J. P. de. **Autossuficiência energética em serraria de *Pinus spp.* e aproveitamento dos resíduos.** 1994. 140 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Curso de Pós Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. Curitiba.

FUNDINGUNIVERSE. **Potlatch Corporation History Available.** 2015. Disponível em: <http://www.fundinguniverse.com/company-histories/potlatch-corporation-history/>. Acesso em: 01 nov. 2019.

GARCIA, D. P.; CARASCHI, J. C.; VENTORIM, G. O setor de pellets de madeira no Brasil. **Ciência da Madeira (Brazilian Journal of Wood Science)**, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas – RS. v. 8, n. 1, p. 21-28, 2017.

GARCIA, D. P. *et al.* Mapa dos produtores brasileiros de biocombustíveis pellets. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v. 12, n. 4, p. 333–339, 2019.

GARCIA, D. P. Os desafios dos pellets de madeira: competitividade. **Revista Opiniões**, v. 12, p. 43-44. 2014.

G.PANIZ, Ltda. **Forno turbo elétrico FTE-300 220V Trifásico.** 2019.

GOOGLE MAPS. **Localização entre Alegre – ES e Pelletbraz.** 2020. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/dir/Alegre,+ES/Porto+Feliz,+SP/@-21.2515209,-46.6150851,7z/am=t/data=!4m14!4m13!1m5!1m1!1s0xbbebc3e50e781f:0x7bb8edafd6ede49f!2m2!1d-41.5317325!2d-20.7622167!1m5!1m1!1s0x94c5fe085c847623:0x93377f74354cbb82!2m2!1d-47.5212813!2d-23.2108281!5i1>. Acesso em: 19 nov. 2020.

GOOGLE MAPS. **Localização entre Jerônimo Monteiro – ES e Pelletbraz.** 2020. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/dir/Jer%C3%B4nimo+Monteiro,+ES/Porto+Feliz,+SP/@-22.1170621,-46.6467614,7z/data=!4m14!4m13!1m5!1m1!1s0xbbe71a9ae97e97:0xaa930955d289a3c3!2m2!1d-41.3930563!2d-20.7812123!1m5!1m1!1s0x94c5fe085c847623:0x93377f74354cbb82!2m2!1d-47.5212813!2d-23.2108281!5i1>. Acesso em: 19 nov. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA. **Informações do transporte e do consumo de produtos florestais 2007-2012.** 53 f. Brasília. 2014.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY – IEA. **Global Energy & CO₂ Status Report:** The latest trends in energy and emissions in 2018. 2018.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 17225-2:** 2014 - Solid biofuels - Fuels specification and classes - Part 2 - Graded pellets. Brussels, 2014.

LAPO, G. Conceitos básicos de finanças para análise de investimentos imobiliários. 2015. **Blog RExperts.** Disponível em: <https://rexperts.com.br/conceitos-basicos-de-financas/>. Acesso em: 11 dez. 2020.

LEÃO, T. Cronoanálise: o que é, para que serve e como aplicar na sua indústria. 2020. **Blog Industrial Nomus.** Disponível em: <https://www.nomus.com.br/blog-industrial/cronoanalise>. Acesso em: 09 nov. 2020.

LIMA, F. D. M. **Quantificação e caracterização físico-química do material particulado fino (MP_{2,5}): queima de biomassa em fornos de pizzaria na cidade de São Paulo.** 2015. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade) – Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, São Paulo – SP.

OLIVEIRA, C. Brasil Biomassa e Energia Renovável: Processo Industrial de Produção de Pellets. 2015. **Blog Biomassa Bioenergia Pellets Energia.** Disponível em: <https://abibbrasil.wixsite.com/blogbiomassa/single-post/2015/07/29/Processo-Industrial-de-Produ%C3%A7%C3%A3o-de-Pellets>. Acesso em: 03 jun. 2019.

PEREIRA, A. S. **Uso de pellets de madeira para fins energéticos: pesquisa de mercado.** 2017. 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia

Florestal) – Universidade de Brasília, Faculdade de tecnologia, Departamento de engenharia florestal. Brasília – DF.

PROTÁSIO, T P *et al.* Relação entre o poder calorífico superior e os componentes elementares e minerais da biomassa vegetal. **Revista Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 31, n. 66, p.113-122, abr. 2011.

QUÉNO, L. R. M. **Produção de Pellets de Madeira no Brasil: Estratégia, Custo e Risco do Investimento**. 2015. 145 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília – DF.

RASGA, R. O. S. **Pellets de madeira e sua viabilidade econômico-financeira na substituição do óleo BPF-A1 em pequenos e médios consumidores no Estado de São Paulo**. 2013. 165 f. Dissertação (Mestrado em Agroenergia) – Escola de Economia de São Paulo – SP.

REVISTA B. FOREST. **Floresta 4.0**: Como os conceitos da indústria 4.0 estão revolucionando o setor florestal. Ano V, Setembro 2019, ed. 59. 96 p. 2019.

REVISTA DA MADEIRA. **Plantio florestal é propriedade no controle do clima**. [2016?], 50 p., n. 148.

REZENDE, J. L. P.; OLIVEIRA, A. D. **Análise econômica e social de projetos florestais**. 2 ed. reimpressão. Viçosa: UFV, 2008. 386 p.

ROSA, V. de M. **Utilização de pellets de madeira em substituição ao gás natural na geração de energia térmica em grandes cidades: estudo de caso**. 2018. 44 f. Monografia (Especialista em Energias Renováveis, Geração Distribuída e Eficiência Energética) – Programa de Educação Contínua da Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo – SP.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS – SEBRAE e ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE PANIFICAÇÃO E CONFEITARIA – ABIP. **A tecnologia de máquinas e equipamentos à serviço da panificação e confeitaria**. 11 f. 2010.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS – SEBRAE. **Manual de orientação para o uso eficiente de energia elétrica em fornos de panificação**. 52 p. Rio de Janeiro. 2006.

SCHÜRHAUS, P. **Produtos e propriedades energéticas da madeira**. 161 f. Centro universitário de união da Vitória – UNIUV. Paraná. 2007.

TAVARES, M. A. M. E.; TAVARES, S. R. L. Perspectivas para a participação do Brasil no mercado internacional de pellets. 2015. **HOLOS**, Ano 31, Volume 5. p. 292-306. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – IFRN e Centro Nacional de Pesquisa de Solos – EMBRAPA.

THRÄN, D.; PEETZ, D.; SCHAUBACH, K. Global Wood Pellet Industry and Trade Study 2017. **IEA Bioenergy Task 40**. Junho 2017.

VENÂNCIO Ltda. **Forno ciclone turbo a lenha**. 2019.

ZAGO, C. A.; WEISE, A. D.; HORNBURG, R. A. A importância do estudo de viabilidade econômica de projetos nas organizações contemporâneas. In: CONGRESSO VIRTUAL BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO – CONVIBRA. **Anais eletrônicos Convibra - 2009**. 2009.

APÊNDICES

Apêndice A – Questionário aplicado na padaria Biruta

Considerando-se 24 horas de produção, sendo cada fornada um lote diferente. Segue as perguntas:

- 1 – Qual a fabricante e modelo de forno utilizado pela padaria?
- 2 – Que horas o forno é ligado para dar início ao primeiro lote?
- 3 – Qual o tempo de aquecimento do forno elétrico antes do primeiro lote?
- 4 – No intervalo entre as fornadas, o forno é desligado? Ou continua ligado, para permanecer aquecido?
- 5 – Quantas paradas na produção dentro de 24 horas?
- 6 – Qual o consumo médio mensal com energia elétrica?

Apêndice B – Questionário aplicado na padaria Louzada

Considerando-se 24 horas de produção, sendo cada fornada um lote diferente. Segue as perguntas:

- 1 – O forno a lenha tem tempo de aquecimento? Se sim, quanto?
- 2 – Qual é a produção (quantidade de pães por fornada) do forno?
- 3 – Qual o tempo para cocção de uma fornada de pães?
- 4 – Qual o custo do 1 m³ de lenha (eucalipto)?
- 5 – Quanto custa o frete? Quantos m³ de eucalipto por frete?
- 6 – Taxa anual para o IDAF?
- 6 – Tem controle do tempo de armazenamento de lenha?
- 7 – Qual o período de tempo de secagem da lenha antes da sua utilização?
- 8 – Qual (is) o (s) fornecedor (es) de lenha?
- 9 – Proporção de uso da lenha comprada?
- 10 – Quanto custa o aluguel da área de estoque para a lenha? Qual o tamanho da área?

Apêndice C – Questionário aplicado na indústria “Tchê Pão Alimentos”

- 1 – Qual a empresa fabricante do queimador a pellets utilizado na indústria?
- 2 – Possui tempo de aquecimento antes da primeira fornada de pão?
- 3 – Quanto tempo de cocção para uma fornada de pão?
- 4 – O queimador a pellets consome energia elétrica? Qual a potência do queimador?
- 5 – Quantos quilos de pellets são consumidos em uma fornada de pão?
- 6 – Quais os critérios utilizados para aquisição de um queimador a pellets?

Apêndice D – Cálculo para o preço de um KW de energia elétrica

Descrição	Quantidade (KW)	Tarifa (R\$)
Consumo	1	0,494
Bandeira Vermelha	1	0,054
Total	1	0,548

Energia elétrica (R\$)	Transmissão (R\$)	Distribuição (R\$)	Encargos setoriais (R\$)	Impostos/Tributos (R\$)	Total (R\$)
R\$ 0,257	R\$ 0,030	R\$ 0,119	0,084	0,123	0,663

Tributos	Base de cálculo (R\$)	Alíquota (%)	Valor (R\$)
PIS	0,016	0,860	0,0001
COFINS	0,016	4,340	0,0007
ICMS	0,489	25,00	0,1222
Total		30,20	0,123
CIP*	-	-	2,089
CIP e Total			1,385
Total			2,048

Nota: O CIP é a média diária entre as cidades de Alegre e Jerônimo Monteiro – E.S., sendo R\$66,82 e R\$58,53; respectivamente.

Fonte: A Autora.

Apêndice E – Planilha de cálculo para o custo de lenha

Item	Unidade	Quant.	Valor unitário	Valor total	Total
		Dias	(R\$)	(R\$)	(R\$)
IDAF	R\$	365	1,6438	599,99	749,71
	R\$	365	0,41	149,72	
Custo da lenha de eucalipto	R\$/m ³	365	2,50	912,50	2.737,50
Custo da lenha de esp. frutíferas	R\$/m ³	365	5,00	1.825,00	
Frete (eucalipto)	R\$	365	17,32	6.321,80	8.876,80
Frete (esp. Frutíferas)	R\$	365	7,00	2.555,00	

Nota: a demanda é de 0,25 m³ de lenha/fornada. IDAF cobra taxas anuais para madeira de eucalipto e frutífera

Fonte: A Autora.

Apêndice F – Custos com energia elétrica para cada modelo analisado

Forno elétrico, modelo G.Paniz FTE-300				
Item	Unidade	Quant.	Valor unitário	Valor total
			(R\$)	(R\$)
Energia elétrica (KWh)	KW	23,063	2,0480	47,2336

Forno a lenha turbo Venâncio				
Item	Unidade	Quant.	Valor unitário	Valor total
			(R\$)	(R\$)
Energia elétrica (KWh)	KW	1,870	2,0480	3,8298

Queimador a pellets + Forno a lenha turbo Venâncio				
Item	Unidade	Quant.	Valor unitário	Valor total
			(R\$)	(R\$)
Energia elétrica (KWh)	KW	2,4235	2,0480	4,9633

Fonte: A Autora.

Apêndice G – Custo com o espaço físico de 60 m² (Aluguel)

Item	Unidade	Quant.	Valor unitário	Valor total
		Dias	(R\$)	(R\$)
Aluguel	R\$	365	16,6670	6.083,46

Fonte: A Autora.

Apêndice H – Preço de pellets

Item	Unidade	Quant.	Valor unitário	Valor total
		Dias	(R\$)	(R\$)
Pellets	R\$	365	4,746	1.732,29
Frete	R\$	365	2,12	773,80

Nota: o queimador a pellets consome, diariamente, 6,78 Kg de pellets, custando R\$4,746.

Fonte: A autora.

ANEXOS

Anexo 1 – Orçamento para a compra de pellets.



Porto Feliz, 06 de Novembro de 2020.

À
A/C: Natália Aparecida Cunha
Graduanda em Engenharia Industrial Madeireira
Universidade Federal do Espírito Santo - UFES
Departamento de Ciências Florestais e da Madeira - DCFM

Ref. Proposta Pellets de Madeira de Pinus.

Produto - Especificações Técnicas

- Pellets de madeira de pinus sem cascas,
- Diâmetro – 6,3 mm,
- Comprimento – 10 a 25 mm,
- Densidade – 650 a 700 kgs m³,
- Umidade - =< 10%,
- Teor de cinzas – =< 0,7%,
- Finos - =< 0,5%,
- Durabilidade mecânica - =>98,5,
- Norma EnPlus – implantação paralisada.

Condições de Fornecimento:

- 1) **Volume inicial disponível para venda:** a combinar.
- 2) **Preços - Sacos Plásticos Valvulados de 15 a 20 kgs, “ex works” Porto Feliz/SP: R\$ 700,00 (setecentos reais)** a tonelada, estufado dentro dos contêineres.
- 3) **Preços - Big Bags com 1000 a 1.250 kgs, “ex works” Porto Feliz/SP: R\$ 685,00 (seiscentos e oitenta e cinco reais)** a tonelada.

Obs. Os preços acima estão sem impostos.

- 4) **Custo Logístico** – não incluso.

Validade da proposta 15 dias.

Outros detalhes nos mantemos a disposição para esclarecimentos.

Atenciosamente;

Gilson Vicente Borin
Departamento Comercial

Anexo 2 – Orçamento para a compra do queimador a pellets CH-100

Item	Quant.	Descrição	Valor Un.	Valor Total
01	01	Queimador a pellet 100.000kcal	R\$22.540,00	R\$22.540,00
02	01	Silo de pellet 120kg c/ alimentador 1,5m	R\$3.240,00	R\$3.240,00

Condições de pagamento: 40% de entrada e restante 30/60.

Validade da proposta: 15 dias.

Transporte: por conta do cliente.

GARANTIA DO PRODUTO

Os queimadores a pellet CHAMAPE possuem garantia de 3 (três) meses para a câmara de queima e 1(um) ano para o restante do equipamento a contar da data da instalação.

Aguardamos análise da proposta e quaisquer dúvidas estamos à disposição.

Caxias do Sul, 06 de novembro de 2020.

Att,

Alexandre Cislaghi.



Rodovia Estadual 452, 727/700 - Arroio do Ouro / Vale Real, RS

Fone: (51) 3637 0188 Whatsapp: (54) 99977 3590

