



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

CRISTIANO JOSÉ DA SILVA

GESTÃO ENERGÉTICA DE LAVANDERIAS DE JEANS EM CARUARU - PE

Recife - PE
2019



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

GESTÃO ENERGÉTICA DE LAVANDERIAS DE JEANS EM CARUARU - PE

Cristiano José da Silva

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal Rural de Pernambuco como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Orientador: Prof. Dr. Bernardo Barbosa da Silva.
Coorientador 1: Prof. Dr. Romildo Morant de Holanda
Coorientador 2: Prof. Dr. Alex Souza Moraes

Recife - PE
2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

S586g Silva, Cristiano José da
Gestão energética de lavanderias de jeans em Caruaru – PE /
Cristiano José da Silva. – 2019.
76 f. : il.

Orientador: Bernardo Barbosa da Silva.
Coorientador: Romildo Morant de Holanda ; Alex Souza
Moraes.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de
Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Engenharia
Ambiental, Recife, BR-PE, 2019.
Inclui referências e anexo(s).

1. Energia elétrica - Normas 2. Poluentes 3. Impacto ambiental
4. Lavanderias e tinturarias I. Silva, Bernardo Barbosa da, orient.
II. Holanda, Romildo Morant de, coorient. III. Moraes, Alex Souza,
coorient. IV. Título

CDD 628

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL

GESTÃO ENERGÉTICA DE LAVANDERIAS DE JEANS EM CARUARU – PE

Cristiano José da Silva

APROVADO EM 28 DE FEVEREIRO DE 2019.

Profa. Dra. Leidjane Maria Maciel de Oliveira
Membro Externo

Prof. Dr. José Ramon Barros Cantalice
Membro Interno - PPEAMB

Prof. Dr. Bernardo Barbosa da Silva
Orientador – PPEAMB

Prof. Dr. José Ramon Barros Cantalice
Coordenador - PPEAMB

DEDICATÓRIA

À Maria José Pereira da Silva, pela determinação, vontade, coragem e por dedicar a sua vida aos seus filhos. A você, mãe, que sempre foi e é uma grande, que se esforçou para me tornar a pessoa que hoje sou e, também, ao meu Pai, José A. da Silva, *in memoriam*.

AGRADECIMENTOS

Meus agradecimentos primeiros a Deus.

Ao meu Orientador, Prof. Dr. Bernardo Barbosa da Silva.

Aos meus Coorientadores, Prof. Dr. Romildo Morant de Holanda e Prof. Dr. Alex Souza Moraes.

À FACEPE, pelo apoio financeiro dado a minha pesquisa e a mim, como bolsista.

Ao laboratorista Gutemberg Francisco da Silva da UFPE, pelo ensaio de umidade realizado.

À Prof. Dra. Yeda Vieira Povoas Tavares, da UPE, pelas informações prestadas sobre Termografia.

Ao Prof. Dr. Sergio Peres Ramos da Silva, da UPE, pelas informações prestadas sobre combustíveis e energia.

À CPRH, pelas informações prestadas sobre as lavanderias de jeans de Caruaru - PE.

À JUCEPE, pelas informações prestadas sobre a quantidade de lavanderias de jeans em Pernambuco.

Aos meus pais, por todo o incentivo a todas as conquistas da minha vida.

A toda minha família, principalmente minha esposa, pela paciência, incentivo, e aos meus filhos, Rodrigo e Juliana, pelo amor e carinho.

A todos os meus amigos, que sempre torceram pelas minhas conquistas.

À UFRPE e a todos os professores que contribuíram com essa conquista.

Enfim, a todos que fizeram parte desta conquista, direta ou indiretamente, meu muito obrigado.

RESUMO

As lavanderias de jeans são dominadas por Pequenas e Médias Empresas - PME, mas lhes faltam informações básicas para programar medidas de eficiência energética. O objetivo desta pesquisa é apresentar as medidas de eficiência energética aplicáveis nas lavanderias de jeans em Caruaru-PE que indiretamente contribuirão para a redução de gases do efeito estufa. O estudo evidenciou a necessidade de um especialista para melhorar os processos de produção e promover a gestão ambiental das lavanderias de modo que elas se enquadrem às Normas e legislações vigentes para o melhor consumo de energia, segurança energética e redução da poluição. Nesta pesquisa foram coletadas informações sobre a energia elétrica e térmica da lavanderia escolhida como estudo de caso, por meio de visitas técnicas, fotos termográficas, sensores de temperatura e umidade relativa do ar, ensaio de umidade na madeira (lenha). Foram verificadas as necessidades de melhorias nos sistemas elétrico e térmico, a troca das máquinas e equipamentos obsoletos e a manutenção adequada na parte elétrica, como também uma melhor eficiência da combustão na caldeira, pelo controle de qualidade da lenha usada como combustível. O aprimoramento das técnicas usadas para consumo de energia na produção das lavanderias de jeans em Caruaru – PE reduzirá o custo da energia e contribuirá para minimizar os impactos ambientais.

Palavras-chave: Eficiência energética. Normas técnicas. Poluentes. Impacto ambiental.

ABSTRACT

Jeans laundries are dominated by small and medium-sized enterprises called PME, but they lack basic information to program energy efficiency measures. The objective of this research is to present the energy efficiency measures applicable in the jeans laundries in Caruaru-PE that indirectly contribute to the reduction of greenhouse gases. The study highlighted the need for a specialist to improve production processes and promote the environmental management of laundries so that they fit the Standards and legislations in force for better power the energy consumption, energy security and pollution reduction. In this research, information about the electric and thermal energy of the laundry chosen as a case study was collected through technical visits, thermographic photos, temperature and relative humidity sensors, and wood moisture test. The need for improvements in the electrical and thermal systems, the exchange of obsolete machines and equipment and the adequate maintenance in the electrical part were verified, as well as a better combustion efficiency in the boiler, by the quality control of the firewood used as fuel. The improvement of the techniques used for energy consumption in the production of jeans in Caruaru - PE will reduce the cost of energy and contribute to minimize environmental impacts.

Keywords: Energy efficiency. Technical standards. Pollutants. Environmental impact.

LISTA DE ABREVIATURAS / SIGLAS

ALC - Associação das Lavanderias de Caruaru

APL – Arranjo Produtivo Local

BEN - Balanço Energético Nacional

tep - Tonelada Equivalente de Petróleo

CEMIG - Companhia Energética de Minas Gerais

GLP - Gás Liquefeito de Petróleo

CFB - Leito Fluidizado Circulante

CPRH – Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos

BFB - Leito Fluidizado Borbulhante

FACEPE – Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco

JUCEPE- Junta Comercial de Pernambuco

UFPE- Universidade Federal de Pernambuco

UFRPE – Universidade Federal Rural de Pernambuco

UPE – Universidade de Pernambuco

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

MP - Material Particulado

µm - Micrometro

VOC's - Compostos Orgânicos Voláteis

HC - Hidrocarbonetos

GNL - Gás Natural Liquefeito

ASTM - American Society for Testing and Materials

PCS - Poder Calorífico Superior

PCI - Poder Calorífico Inferior

kg - Quilograma

kJ - QuiloJoules

kcal - Quilocaloria

m³ - Metro Cúbico

MJ - MegaJoule

Atm - Atmosfera

K - Kelvin

kPa - QuiloPascal

ton – Tonelada

Comb. - combustível

°C - Graus Celsius

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

MGA - Média Geométrica Anual

MAA - Média Aritmética Anual

EPA - Agência de Proteção Ambiental

OMS - Organização Mundial da Saúde

HPA - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos

BaP - Benzo(a) Pireno

MMT - Média Móvel Trimestral

MAT - Média Aritmética Trimestral

SNCR - Redução Seletiva Não Catalítica

SCR - Redução seletiva catalítica

kgf – Quilograma-força

cm – Centímetro

PAN - Peroxiacetil Nitrato

Tad - Temperatura adiabática de chama

mg - Miligrama

Nm³- Normal Metro Cúbico

Φ - Razão de Equivalência

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. OBJETIVOS.....	15
<u>2.1</u> OBJETIVO GERAL	15
<u>2.2</u> .OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3. REVISÃO DA LITERATURA.....	16
<u>3.1</u> .QUESTÕES SOCIAIS E ECONÔMICAS	16
<u>3.2</u> .LAVANDERIAS DE BENEFICIAMENTOS	16
<u>3.3</u> .ENERGIAS ELÉTRICA E TÉRMICA NAS LAVANDERIAS DE BENEFICIAMENTOS	17
<u>3.4</u> .LEGISLAÇÕES, NORMA E FISCALIZAÇÃO	19
<u>3.4.1</u> .ABNT NBR ISO 50.001 / 2011	19
<u>3.4.2</u> . ABNT NBR ISO 14.001 / 2015	19
<u>3.4.3</u> .RESOLUÇÃO DO CONAMA N° 382, 2006	19
<u>3.4.4</u> .NR 13 - MTE, 2014 - CALDEIRAS, VASOS DE PRESSÃO E TUBULAÇÕES	20
<u>3.4.5</u> .A CPRH.....	20
<u>3.5</u> .COMBUSTÍVEIS DAS CALDEIRAS.....	21
<u>3.6</u> .COMBUSTÃO	22
<u>3.7</u> .POLUENTES CAUSADOS PELO USO DA ENERGIA TÉRMICA NAS LAVANDERIAS: CINZAS, MATERIAIS PARTICULADOS E GASES	24
<u>3.7.1</u> . CINZAS	24
<u>3.7.2</u> . Material Particulado.....	24
<u>3.7.3</u> Gases	25
<u>3.8</u> .CONFORTO TÉRMICO E TERMOGRAFIA.....	25
<u>3.9</u> . CALDEIRAS	26
<u>3.10</u> . EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	28
<u>3.11</u> . A INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA NA MADEIRA	30
4. MATERIAL E MÉTODOS	31
<u>4.1</u> . COLETAS DE DADOS.....	31
<u>4.2</u> . MAPEAMENTO DAS LAVANDERIAS	31
<u>4.3</u> . APLICAÇÃO DE QUESTIONÁRIO	32
<u>4.4</u> . ANÁLISE SWOT PARA O USO DE COMBUSTÍVEL NA CALDEIRA.....	32

___ 4.5. ENSAIO DE UMIDADE NA LENHA DE ALGAROBA UTILIZADA NA CALDEIRA DA LAVANDERIA ESTUDADA	36
___ 4.6. ANÁLISE TERMOGRÁFICA DA LAVANDERIA DE BENEFICIAMENTO ESTUDADA.....	36
___ 4.7. ANÁLISE DE TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA ATRAVÉS DE SENSORES NA LAVANDERIA ESTUDADA	37
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	59
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
8. ANEXOS.....	69

1. INTRODUÇÃO

Num mundo onde a cada dia aumenta a preocupação com o meio ambiente, as metodologias sustentáveis tornam-se imprescindíveis para todos os setores da sociedade, em especial o da economia. Voltando-nos há anos atrás, vale lembrar que a revolução Industrial trouxe uma série de problemas relacionados ao meio ambiente, os quais, em seguida, foram multiplicados. O homem se deu conta de que o preço era muito elevado pelo mau uso da natureza, então passou a manter os recursos naturais e verificou que o desenvolvimento econômico deve ocorrer de forma paralela com a preservação do meio ambiente.

A indústria têxtil, um dos setores que mais tem crescido desde essa revolução, teve um desempenho fundamental para o crescimento da civilização humana ao longo do tempo. Carvão, ferro, aço e o algodão foram os principais materiais nos quais a revolução industrial foi pautada. A tecnologia, desde o século XVIII, levou a um exponencial crescimento do algodão, começando pelo Reino Unido e, mais tarde, espalhando-se para outros países europeus (SHANMUGANANDAM, 1997).

O número de pessoas empregadas na indústria têxtil e de vestuário, em 2006, foi em torno de 2,45 milhões na União Europeia (COMISSÃO EUROPEIA, 2009a); cerca de 500 mil nos Estados Unidos em 2008 (USDAL, 2010); e aproximadamente 8 milhões na China em 2005 (QIU, 2005). Vale destacar, portanto, que a China é o maior exportador de têxteis do mundo, com 40% de vestuário das exportações (COMISSÃO EUROPEIA, 2009b). Ainda, é importante lembrar, que a indústria têxtil é muito complicada, porque é fragmentada, e seu setor é heterogêneo. Além disso, ela é dominada por pequenas e médias empresas, sendo deficiente em informações para melhorias, principalmente a energética (HASANBEIGI, 2012).

A indústria Têxtil é o 2º maior empregador da indústria de transformação no Brasil, o setor emprega 1,7 milhão de brasileiros de forma direta e mais de 4 milhões se somarmos os empregos diretos e indiretos (ABIT, 2013).

A produção total de energia consumida pela indústria têxtil em um determinado país depende da estrutura do setor manufatureiro neste país. Por exemplo, a indústria têxtil é responsável por cerca de 4% da utilização final de energia na China (LBNL, 2007), enquanto essa participação é inferior a 2% nos

Estados Unidos (U.S. DOE, 2010). O custo de energia muitas vezes é o terceiro ou quarta maior parte do custo total do produto (HASANBEIGI, 2012).

A indústria têxtil brasileira vem passando por problemas estruturais e conjunturais da economia brasileira, entre os quais se destacam o longo período de apreciação da moeda nacional, os custos anormalmente elevados de energia, o estado precário de portos e rodovias, que acarreta ineficiências e altos custos e a burocracia complicada que tem que ser enfrentada pelas empresas (ABIT, 2013).

As lavanderias de jeans, de beneficiamento ou industriais, em sua maioria, são localizadas em países subdesenvolvidos e para entender melhor os motivos da transferência das lavanderias industriais dos países desenvolvidos para os países em desenvolvimento, como o Brasil. É preciso analisar cada um dos aspectos relacionados aos impactos ambientais causados e, também, as razões que ocasionaram a sua inviabilidade econômica e social (BRITO, 2013).

É importante pontuar que a queima da lenha nas caldeiras das lavanderias de jeans provoca a poluição do ar e expõe os trabalhadores a gases tóxicos. Além disso, ela é muitas vezes, responsável pela retirada das reservas vegetais do entorno da cidade. Dessa forma, o aumento da capacidade de produção no setor industrial e a qualidade de vida da população são intensamente influenciados pela energia consumida. Assim, a concentração de indústrias em um Arranjo Produtivo Local pode potencializar o consumo e a emissão de gases de efeito estufa. (BRITO, 2013).

Destaca-se que o Arranjo Produtivo Local (APL) é a aglomeração de empresas com a mesma localidade e especialização produtiva comum. Elas possuem vínculos de articulação, interação, cooperação e aprendizagem; tais como: governo, associações empresariais, instituições de crédito, ensino e pesquisa (SEBRAE, 2012). Em nosso contexto atual, o Polo de Confecção do Agreste (PCA) é um dos polos de desenvolvimento da economia do estado de Pernambuco estruturado como um Arranjo Produtivo Local (APL), devido às características específicas dos municípios que os compõem. Caruaru, Toritama e Santa Cruz do Capibaribe são cidades que geograficamente estão muito próximas, e seus produtos se assemelham, como as peças do vestuário destinadas ao mercado de moda popular de vários estados do Brasil (BARROS, 2009).

O município de Caruaru localiza-se 120 quilômetros a oeste do Recife, às margens da rodovia BR-232. Sua população residente é de 314.912 habitantes

(IBGE, 2010). Com a altitude de 554 metros, a cidade tem um clima com temperatura média de 26 graus centígrados e está localizada no Vale do Ipojuca, no agreste pernambucano, com uma área (do município) de 932 km² (FADE, 2003). Caruaru tem como principal fonte de sua renda a indústria, com destaque para a indústria de confecção e do turismo, sendo, também, o maior e mais populoso município do interior do estado de Pernambuco, e é, portanto, conhecido como capital do agreste. A cidade tem uma cultura diversificada, apresentando o maior berço de artes figurativas da América Latina, a maior feira ao ar livre do mundo, a *Feira de Caruaru*, que é Patrimônio Cultural Imaterial do Brasil.

A Associação das Lavanderias de Caruaru (ALC) é um órgão de apoio aos proprietários de lavanderias industriais no Agreste Pernambucano que atua como parceira desses importantes estabelecimentos da região. O órgão ajuda na fomentação de projetos de melhorias nas instalações dos associados, além de promover reuniões regulares para debater assuntos de grande relevância para a sociedade, como preservação do meio ambiente, segurança no trabalho, entre outros. Existem 47 empresas em Caruaru, entre pequeno e médio porte, associadas. (ALC, 2017).

2. OBJETIVOS

2.1.OBJETIVO GERAL

Avaliar o processo de beneficiamento do jeans em uma das empresas do Arranjo Produtivo Local do Agreste pernambucano, localizada em Caruaru-PE, quanto à matriz energética empregada nesse processo, com vista a propor mudanças que resultem em aumento da sustentabilidade social, ambiental e econômica.

2.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Pretendemos, então, com esta pesquisa, atender os seguintes objetivos específicos:

Identificar as fontes atuais de energia das lavanderias de jeans por meio de pesquisas e visitas técnicas;

Analisar o uso e consumo de energia com base em medições, levantamentos e outros dados;

Identificar as áreas de uso significativo de energia, as instalações, os equipamentos, sistemas, processos e o pessoal que para a organização ou em seu nome e que afetam significativamente o uso e consumo de energia;

Determinar o desempenho energético atual de instalações, equipamentos, sistemas e processos relacionados aos usos significativos de energia identificados;

Analisar as emissões de gases de acordo com o Conama 382/2006 e dados do CPRH;

Identificar a percepção ambiental dos funcionários, empresários e das comunidades vizinhas quanto à emissão dos gases;

Apontar estratégias para adequação às legislações ambientais pertinentes.

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1. QUESTÕES SOCIAIS E ECONÔMICAS

Nas últimas décadas, houve um aumento mundial na produção têxtil e de confecção. Concomitantemente a essa prosperidade, ocorreu o deslocamento da base produtiva da cadeia têxtil e de vestuário dos países desenvolvidos para os países em desenvolvimento, como o Brasil, a Índia, a China, e outros. Lee (2009) afirma que a transferência geográfica da indústria têxtil aconteceu por conta do crescimento da demanda por roupas baratas e à necessidade consequente de redução dos custos de produção.

Segundo Brito (2013), além de minimizar as despesas através do pagamento de menores salários, a transferência da indústria têxtil e de confecção para os países subdesenvolvidos se justifica pelo grande potencial de recursos naturais, pelos menores custos com as matérias-primas e com a infraestrutura e, em alguns casos, pelos incentivos fiscais oferecidos por essas nações. Os processos que consomem mais recursos naturais provoca maior poluição e são insalubres e perigosos tendem a localizar-se em países e/ou regiões que apresentam legislações ambientais e trabalhistas menos rigorosas, nos quais o aparato institucional de vigilância não tenha condições de fazer valer as políticas do local e onde a população e os trabalhadores sentem-se fragilizados pelas precárias condições de vida.

Com relação à questão econômica, o investimento na indústria têxtil, resultado da transferência de capitais para os países do terceiro mundo, é benéfico a essas economias, em curto prazo. Nesse período de tempo, esse deslocamento de capital traz consigo a geração de produto (em toda a cadeia produtiva têxtil), empregos diretos e indiretos, renda para os capitalistas e para a mão de obra do setor e, por fim, tributos recolhidos aos governos sob a forma de impostos (no caso do Brasil, IPI, ICMS, PIS, COFINS, IRPJ, etc.). Enfim, investimentos que atendem a todos os objetivos macroeconômicos buscados por governos (BRITO, 2013).

3.2. LAVANDERIAS DE BENEFICIAMENTOS

O tecido utilizado para fabricação do jeans (peça pronta) é chamado de *Denim*. Original de Nimes, na França, o *Denim* é um tecido de algodão tingido com corante índigo, normalmente construído com ligamento sarja (GRUPO SANTANA

TEXTILES, 2013). Segundo Silva e Silva (2010), as peças chegam como tecido cru, para a lavanderia de jeans fazer o devido beneficiamento e são prontamente encaminhadas para o estoque seco e depois enviadas aos setores em que são realizados os processos de beneficiamento necessários ao produto.

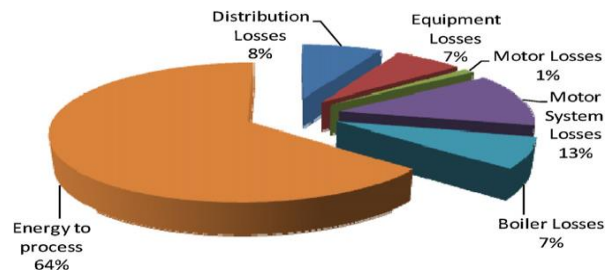
As lavanderias de beneficiamentos utilizam a energia elétrica e a térmica para seu funcionamento. A energia elétrica é empregada na ativação de máquinas, motores, entre outras demandas gerais. A energia térmica, proveniente da queima da lenha, é consumida no aquecimento da água que será utilizada nos processos de lavagem (BRITO, 2013). Por exemplo, como já dissemos, Caruaru-PE, integra um dos polos têxteis do Brasil, na denominação de Arranjo Produtivo Local (APL) e, dentro desse cenário, percebemos que as lavanderias de jeans, inclusive dessa cidade, são ineficientes nas questões ecológicas, econômicas e sociais (BRITO, 2013).

3.3. ENERGIAS ELÉTRICA E TÉRMICA NAS LAVANDERIAS INDUSTRIAIS

A energia é um dos principais insumos da indústria. Sua disponibilidade, seu custo e sua qualidade são determinantes fundamentais da capacidade competitiva do setor produtivo. Em Portugal, o consumo energético anual na indústria têxtil varia entre 250 a 500 tep, tonelada equivalente de petróleo, (CITEVE, 2012). No Brasil, a realidade aponta para um setor industrial que consome de forma considerável energia e, buscando a segurança energética, a eficiência procura ser tida como fator de racionalidade em relação à oferta e ao uso de energia. Isso nos diz que, ao aumentar o custo da eletricidade e da emissão de gases — maiores causadores do efeito estufa — as ações que se voltam para a racionalização acabam sendo, de longe, mais valiosas. De acordo com os dados da EPE (Empresa de Pesquisa Energética), o setor industrial é responsável por 36,5% do consumo de energia elétrica do Brasil (Eletrobrás, 2016).

Segundo SANTOS (2011), devem-se escolher criteriosamente as máquinas e os equipamentos utilizados na produção, para que se possa definir o tipo e nível de consumo de energia de cada equipamento utilizado. Sabemos que as Lavanderias de Jeans usam grandes quantidades de eletricidade e combustíveis. Entre os 16 principais setores estudados, nos EUA, cerca de 36% da energia que entra para indústria têxtil é perdida no local, em caldeiras, sistemas de motor e distribuição (HASANBEIGI, 2012), como mostra o gráfico abaixo:

Gráfico 1 - Perda de energia



Fonte: Dep. de energia indústria têxtil, EUA, 2005.

De acordo com estimativas do Programa Nacional de Conservação de Energia, PROCEL (2018), cerca de 10% da energia elétrica gerada no Brasil é desperdiçada pelos consumidores. A energia elétrica das lavanderias em Pernambuco é proveniente da concessionária – CELPE (Grupo Neoenergia), para ativação de máquinas, motores, entre outras demandas gerais. Já sistemas motrizes são responsáveis por cerca 68% (incluindo refrigeração) do consumo de energia elétrica do setor industrial, segundo dados do Ministério de Minas e Energia.

A energia térmica das lavanderias é proveniente da queima da lenha e de derivados da madeira em caldeiras. Os combustíveis sólidos são formados de C, H₂, O₂, S, H₂O e os tipos de caldeiras usadas são: flamotubulares, aquatubulares e mista.

A queima exagerada da lenha nas caldeiras, como nos diz Gutterres (2004), é comprometedora da qualidade do ar, visto que é responsável pela emissão de dióxido de carbono (CO₂) de forma exacerbada na atmosfera. Falta de controle por parte dos órgãos competentes, como aponta Silva, Barros e Rezende (2005), em nosso país, leva algumas lavanderias industriais a escolherem a aquisição da lenha de forma irregular, auxiliando na degradação da flora nativa brasileira (BRITO, 2013).

Na madeira, quanto mais água tiver, menor é o poder de combustão desta (RIBEIRO; VICARI, 2005). Por isso, a combustão incompleta, para além das cinzas produzidas pela combustão normal, promove condições para a geração de fuligem (BLASELBAUER, 2010). A qualidade da água de uma caldeira, é importante salientar, é condição fundamental de segurança e durabilidade, isso porque incrustações ocorridas, principalmente pelos sais de cálcio e magnésio nas paredes internas dos tubos de vaporização, atuam como uma camada isolante, aumentando,

assim, o consumo de combustível, o que provoca o enfraquecimento desses tubos (MOREIRA, 2007).

Nessas caldeiras, há utilização da energia liberada na queima de combustíveis para gerar vapor. Logo, enfatiza-se a necessidade de verificação de perdas eventuais e de uma possível utilização errada dessa energia, o que consolida um custo razoável no sistema gerador de vapor. Para tal são desenvolvidos modelos de balanço térmico de caldeiras que mostram a forma como a energia está sendo utilizada e perdida (LIMA, 2003).

3.4. LEGISLAÇÕES, NORMA E FISCALIZAÇÃO

3.4.1. ABNT NBR ISO 50.001 / 2011

A NBR ISO 50.001 — Sistema de Gestão de Energia (SGEn) — foi criada em 2011 com o intuito principal de estabelecer requisitos mínimos e específicos que garantam a melhoria contínua do desempenho energético da organização que a adotar. O atendimento desses requisitos leva a organização a buscar continuamente a redução de seu consumo de energia, o aumento da eficiência energética de seus processos e o melhor e mais adequado uso da energia necessária para viabilizar as suas atividades. Os resultados diretos da aplicação da norma incluem a redução dos custos de produção e o aumento da segurança energética. Indiretamente, são reduzidas as emissões de gases do efeito estufa e, assim, atenuadas as mudanças climáticas (ABNT NBR 50001).

3.4.2. ABNT NBR ISO 14.001 / 2015

A nova NBR ISO 14001 indica a necessidade das organizações em identificar os aspectos e impactos ambientais para além da fábrica, ou seja, durante a totalidade do ciclo de vida de seus produtos e/ou serviços. Em princípio, uma simples (mas cuidadosa) consideração das fases do ciclo de vida que podem ser controladas ou influenciadas pela organização seria o suficiente para minimizar danos ao meio ambiente provenientes da produção.

3.4.3. RESOLUÇÃO DO CONAMA N° 382, 2006

A Resolução N° 382, 2006, do CONAMA, estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas. Essa resolução também estabelece que o lançamento do efluente gasoso na atmosfera deverá ser realizado

por meio de dutos e chaminés e com projeto que considere as edificações do entorno e os padrões de qualidade estabelecidos.

3.4.4. NR 13 - MTE, 2014 - CALDEIRAS, VASOS DE PRESSÃO E TUBULAÇÕES

Estabelece os requisitos mínimos para gestão da integridade estrutural de caldeiras a vapor, vasos de pressão e suas tubulações de interligação relacionadas à instalação, inspeção, operação e manutenção, visando à segurança e à saúde dos trabalhadores.

A NR-13.1.1. diz que caldeiras de vapor são equipamentos destinados a produzir e acumular vapor sob pressão superior à atmosférica, utilizando qualquer fonte energética, exceto os revedores e equipamentos similares utilizados em unidade de processos industriais.

3.4.5. A CPRH

Segundo Ramirez (2018) da AGEITEC, a Agência Estadual de Meio Ambiente de Pernambuco (CPRH) é o órgão executivo responsável pela política estadual de meio ambiente, e tem como missão exercer a função de órgão ambiental, com atuação na proteção, conservação e pesquisa aplicada às atividades do controle ambiental, para o aproveitamento dos recursos naturais do Estado de Pernambuco.

Possui poder de polícia administrativa, atuando através da gestão dos recursos ambientais e sobre as atividades e os empreendimentos utilizadores dos recursos naturais considerados efetiva ou potencialmente poluidores, ou que possam causar, sob qualquer forma, degradação ambiental.

A CPRH atua na proteção e conservação dos recursos naturais, no controle de fontes poluidoras, na educação ambiental como ferramenta para a gestão ambiental, bem como no desenvolvimento de pesquisas voltadas para a melhoria da qualidade ambiental.

Para exercer as suas funções, a CPRH age através dos seguintes instrumentos de política ambiental: licenciamento ambiental, fiscalização, monitoramento e educação ambiental.

3.5. COMBUSTÍVEIS DAS CALDEIRAS

Como combustível gasoso, líquido ou sólido é identificado a reação de qualquer substância com o oxigênio dentro da caldeira, liberando uma energia térmica (BAZZO, 1995). São considerados bons combustíveis todos os compostos formados por hidrogênio e carbono. Porém, carbono e hidrogênio vêm acompanhados de outros elementos, são eles: enxofre, nitrogênio e até mesmo o oxigênio, fora as pequenas quantidades de metais, como sódio e vanádio (CARVALHO JÚNIOR e MCQUAY, 2007).

Uma substância, para que a consideremos como um combustível industrial, é necessário que ela exista em grandes quantidades, possua baixo custo e que seja aplicável no processo industrial em consideração. Um combustível pode não conter uma porção que forneça calor na combustão, esta, é composta por cinzas e umidade. Nos carvões minerais, o teor de umidade é variável — entre 1 a 50%, e o teor de cinzas pode ser de 2 a 30%. Dizemos que um combustível de melhor qualidade quando sua quantidade de cinzas e o teor de umidade forem menores (CARVALHO JÚNIOR e MCQUAY - 2007).

Dizemos que uma amostra de combustível é o conteúdo, em percentual de massa ou volume, dos elementos químicos do combustível, isto é, carbono (C), hidrogênio (H), enxofre (S), oxigênio (O), nitrogênio (N), cinzas (A) e umidade (W). Determina-se utilizando a Norma ASTM, *Standard Methods for the Ultimate Analysis of Coal and Coke*, D3176-74 (TEIXEIRA e LORA, 2004).

Os combustíveis podem ser classificados segundo a origem ou o método de obtenção (Tabela 1). Veja a seguir:

Tabela 1 - Classificação dos combustíveis segundo a origem

Origem	Combustível natural	Combustíveis derivados
Fósseis	Petróleo	gás liquefeito de petróleo (GLP), gasolina, óleos diesel, combustíveis e residuais
	Carvões minerais	gases manufacturados, coque
	Gás natural	gás natural liquefeito (GNL)
Naturais	Resíduos agroindustriais	bagaço de cana, lixívia negra, casca de arroz
	Lenha	carvão vegetal, gases manufacturados, metanol
	Resíduos animais	biogás
Nucleares	Urânio	U-235, U-238
	Tório	Th-232

Fonte:Teixeira e Lora, 2004.

3.6. COMBUSTÃO

Encontram-se as combustões em variados processos industriais de manufatura de produtos, assim como na geração de energia elétrica e térmica. Nos processos industriais que conhecemos, tais como: secagem, moldagem, fundição, tratamentos térmicos de peças, dentre outros, existe a queima de algum tipo de combustível. Já em processos de geração de vapor, produção de energia elétrica (simples ou combinada), climatização de ambientes, existe uma reação química de oxidação de uma determinada substância que está presente. Aqui, neste capítulo, temos alguns apontamentos e uma breve revisão de alguns trabalhos desenvolvidos na área para geração de vapor na indústria.

Santos (1981) nos informou que, no que diz respeito à combustão em leito fluidizado para vários combustíveis foram desenvolvidos testes de combustão com

carvão mineral, carvão ativado, carvão vegetal siderúrgico, cavaco de madeira, sabugo de milho, serragem, casca de arroz e bagaço de cana. Dois reatores de leito fluidizado foram construídos para esses testes. Assim, foi discutida a maneira pela qual as diversas propriedades dos diferentes combustíveis chegam a influenciar no desempenho de um combustor de leito fluidizado. Também, foi possível verificar que a queima de partículas grandes de combustíveis vegetais, tais como sabugos, ocorre com facilidade considerável, apontando para o fato de que esses combustíveis são de boa qualidade para a queima em queimadores de leito fluidizado.

Foi verificada a influência do tipo de carvão e condições de operação no processo de combustão, segundo Ribeiro (2009), por meio do desenvolvimento de um modelo de gerenciamento da combustão, para o qual foi desenvolvido um software específico. Também foram realizados testes experimentais em uma usina termoelétrica com carvão pulverizado e estudadas as emissões dos poluentes SO₂ e NO, como uma função da composição do carvão. Os experimentos realizados mostraram variação individualmente do coeficiente de excesso de ar, mostrando, assim, a influência desta variável nas emissões de CO e NO e a presença de carbono nas cinzas. Por meio da análise dos gases de combustão, constatou-se que a emissão de SO₂ é diretamente proporcional ao teor de enxofre do carvão. Nos testes experimentais, observou-se, além disso, que o excesso de ar exerce uma pequena influência na formação do NO total proveniente da combustão de carvão, sendo que um aumento desta variável diminui a emissão do NO. Já no que se refere à emissão de CO, houve uma formação significativa deste poluente quando se utilizou um excesso de ar abaixo de 25%, e a presença de carbono não queimado na cinza leve também foi diretamente influenciada pelo controle do excesso de ar.

Já algumas comparações para a tecnologia de combustão em leito fluidizado para queima de combustíveis renováveis foram realizadas por De Fusco et al. (2010). Em seu trabalho, foi feita uma breve descrição de ambas as tecnologias (leito fluidizado borbulhante (BFB) e do leito fluidizado circulante (CFB)). Um estudo de caso comparando as tecnologias BFB e CFB para projetos de utilização de biomassa em grande escala também foi o foco de sua realização. Agora que vimos essa revisão bibliográfica referente à temática, passemos para o próximo subcapítulo, que traz reflexões e apontamentos sobre os poluentes resultantes do uso da energia térmica em lavanderias.

3.7. POLUENTES CAUSADOS PELO USO DA ENERGIA TÉRMICA NAS LAVANDERIAS: CINZAS, MATERIAIS PARTICULADOS E GASES

Como parte integrante da sociedade industrial, a poluição é uma das consequências da geração de energia útil pelo processo de combustão. No meio ambiente, a geração de energia útil processo de combustão causa profundas consequências. Os efeitos dizem respeito a problemas desde o âmbito político ao social e econômico.

É importante frisar que o exacerbado crescimento de empresas/indústrias de setores diversos tem provocado, principalmente nas últimas décadas, a geração desordenada de resíduos sólidos, líquidos e gasosos. Na grande maioria dos casos, essas indústrias não estão, nem de longe, preparadas para a destinação final dos resíduos e promovem acúmulo desses materiais, contribuindo, diretamente, para a ocorrência de danos irreversíveis ao meio ambiente.

3.7.1. CINZAS

Como resíduo sólido industrial, a cinza é proveniente da combustão incompleta da madeira no objetivo de gerar calor e vapor. Esse calor pode ser utilizado para proporcionar a secagem de produtos, e o vapor pode ser utilizado na geração de energia elétrica.

Alguns resíduos, provenientes de substâncias químicas altamente perigosas ao meio ambiente que estão sujeitas a formas mais complexas de neutralização existem, bem como, por outro lado, há os resíduos que apenas necessitam de transporte e depósito de forma adequada ao solo. A maioria de tipos de cinzas de caldeiras encontradas nas indústrias e que utilizam madeira como veículo de energia é um exemplo de resíduos de baixa complexidade de disposição.

3.7.2. Material Particulado

Material Particulado é todo aquele que não foi transformado em gases no processo de combustão, originado principalmente das partículas não queimadas do combustível que possuem um diâmetro menor que 10 μm e que são arrastadas juntamente com os gases de combustão (MACEDO, 2006). Também é importante destacar que os particulados prejudicam o rendimento da caldeira por aderirem, muitas vezes, às paredes dos tubos de água, e também por saírem junto com os gases de exaustão pela chaminé.

3.7.3. Gases

Em se tratando dos gases, destaca-se que, segundo Gutterres (2004), a queima exagerada da lenha compromete a qualidade do ar, uma vez que promove a emissão de dióxido de carbono (CO₂) em excesso na atmosfera. Essa queima de lenha nas caldeiras das lavanderias industriais incentiva a poluição do ar e dificulta a vida dos trabalhadores, pois os expõe a gases tóxicos. Também se salienta que ela é, muitas vezes, a principal responsável pela retirada das reservas vegetais do entorno da cidade.

Liberados ao longo do processo de beneficiamento do jeans, os detritos tóxicos, além de promoverem a destruição do ecossistema e a degradação das terras, podem causar, também, enormes danos à saúde humana (BRITO, 2013). Quando nos referimos ao ar, entendemos que a sua qualidade é um dos pontos fundamentais no que se refere à proteção ambiental.

Destaca-se que outro fator que gera preocupação é a queima do óleo combustível e da lenha, nas casas de caldeiras que gera vapor empregado em algumas etapas do processo de produção. Os gases da combustão são emitidos com fuligem; dióxidos de enxofre, causador da chuva ácida, e presença de CO₂ causador do efeito estufa. (SANTOS, 2011).

3.8. CONFORTO TÉRMICO E TERMOGRAFIA

Com a reduzida velocidade dos ventos e a poluição do ar nas áreas urbanas contribuem para a formação de ilhas de calor, tudo isso produzido pelo homem e suas ações contra o meio ambiente. As estruturas urbanas se expõem à ação de diferentes elementos que caracterizam o clima e, dentre os principais parâmetros que influenciam o clima urbano, podemos citar a geometria urbana e a propriedade térmica dos materiais (ARNFIELD, 2003).

O aumento da temperatura devido ao aquecimento global e também a busca pela melhoria da eficiência energética faz com que as indústrias têxteis estudem cada vez mais alternativas para evitar o desconforto térmico no ambiente de trabalho. Uma dessas medidas é a análise dos materiais que compõem o ambiente em questão. Por meio da observação do comportamento térmico de diferentes texturas e cores, pode-se avaliar a capacidade de ganho de calor dos materiais.

Já no que diz respeito à Termografia, que é o método mais avançado de testes não destrutivos existentes, há a utilização de um conjunto de instrumentos sensíveis à radiação infravermelha, conhecidos como termovisores e radiômetros, os quais permitem visualizar o perfil térmico e medir as variações de calor emitido pelas diversas regiões da superfície de um corpo. Não há a necessidade de contato físico com o mesmo. Assim sendo, é possível formar uma imagem térmica, um termograma, no momento da revista, para apreciação e correção do problema (MARIO, 2011). É importante ressaltar, também, a termografia como concretizada por meio de equipamentos e sistemas em pleno funcionamento, de preferência nos períodos de maior demanda, até mesmo quando os pontos se tornam mais deficientes, ela consegue evidenciá-los. Isso possibilita a formação do perfil térmico dos equipamentos e componentes nas condições normais de funcionamento no momento da inspeção.

3.9. CALDEIRAS

Sabemos que as máquinas que produzem vapor são datadas do começo do século XVIII, e a precisão de se encontrar uma fonte de calor, que trocasse os inconvenientes proporcionados pela queima direta do carvão fóssil, instigou ao desenvolverem-se unidades produtoras de vapor. O ponto principal era o de apreender a energia possibilitada pelo combustível numa unidade central e distribuir a mesma em direção aos locais de consumo da empresa. A repartição dos locais evoluiu com os anos, por meio do vapor d'água, imprescindível em variados setores da indústria (BAZZO, 1995).

A preferência pelo vapor como fluido de trabalho é explicada pelo seu elevado calor específico, o qual, aliado à vasta disponibilidade da água no meio industrial. Presentemente, o vapor é usado em ampla escala, tanto para trabalhos de aquecimento, quanto para serviços de acionamento mecânico. Variando a sua aplicabilidade, o vapor pode ser saturado ou superaquecido (FRANCISCO, 2012).

A caldeira a vapor é apontada por Torreira (1995) como sendo um trocador de calor que produz vapor de água à pressão maior do que a pressão atmosférica a partir da energia térmica liberada pela queima de um combustível e um elemento comburente, na maioria das vezes ar, formado por múltiplos aparelhos conectados e perfeitamente integrados para possibilitar a aquisição do maior resultado térmico possível.

Assim, sabemos que as caldeiras são arquitetadas em uma multiplicidade de tamanhos, jeitos e formas de adequação das peculiaridades à planta individual e para atender a precisões diversas. Uma atenção maior está sendo dada para a melhoria da eficiência da combustão, a partir do enorme aumento do custo do combustível. Por exemplo, aponta-se que são projetadas diversas caldeiras que têm por intuito queimar combustíveis múltiplos, a fim de aproveitar o combustível disponível por economia.

Portanto, as caldeiras podem ser classificadas de acordo com classes de pressão, grau de automatização, tipos de energia empregada e tipo de troca térmica. Independente do tipo de caldeira sempre esta estará composta, indubitavelmente, por três partes essenciais. São elas: a fornalha ou câmara de combustão, a câmara de líquido e a câmara de vapor. Os condutos para descarga dos gases e a chaminé não formam parte integral da caldeira; constituem construções independentes que são adicionadas ao corpo resistente da mesma, não estando expostas à pressão do vapor.

Em linhas gerais, as caldeiras se classificam como flamotubulares e aquotubulares. A ideia é direcionar os produtos quentes da combustão por meio de tubos dispostos no interior da caldeira surgiu o projeto da caldeira flamotubular que não só aumenta a superfície de aquecimento exposta à água, como também produz uma distribuição mais uniforme do vapor em geração por meio da massa de água. O projeto de caldeiras aquotubulares, se opondo a anterior ideia, nos mostrou um ou mais coletores unidos por uma quantidade considerável de tubos por meio dos quais se movia a mistura de água e vapor. O calor do exterior sai dos tubos para a mistura. Assim, essa subdivisão das partes sob pressão tornou possível a obtenção de altas pressões e uma vasta capacidade.

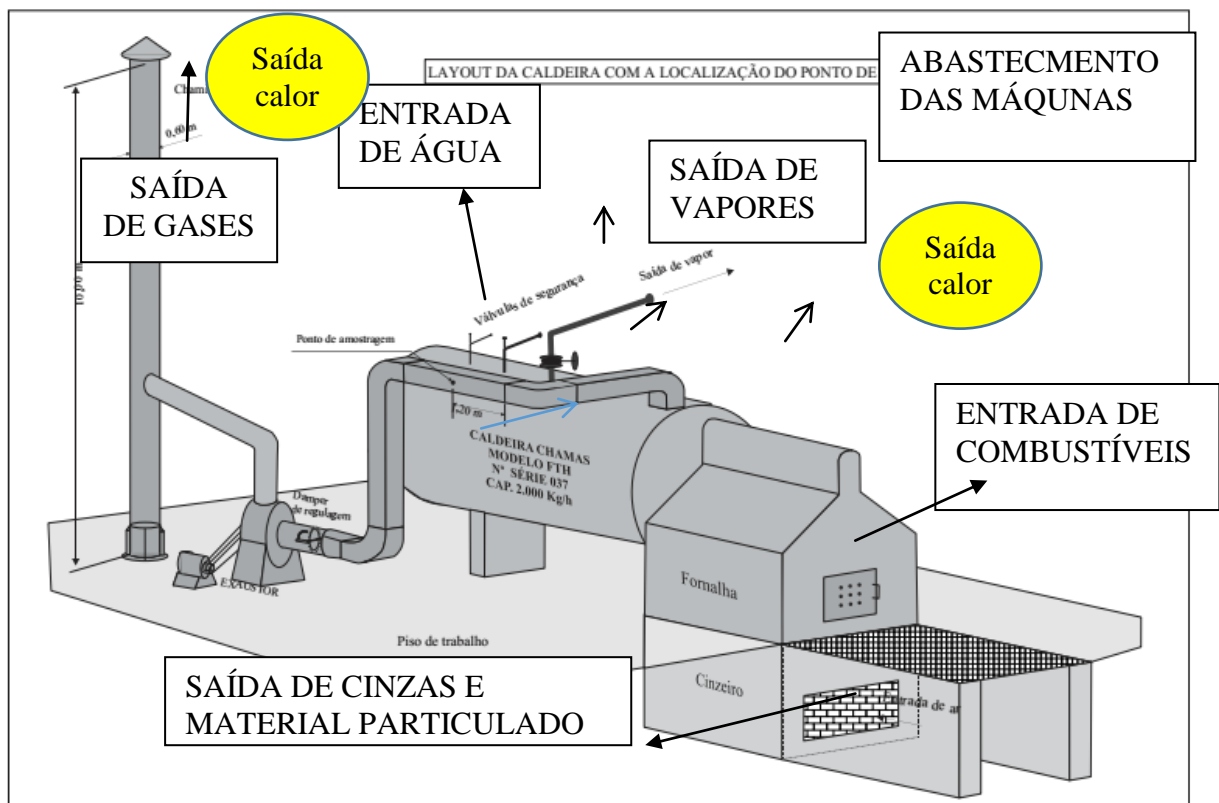
A Caldeira Bernecke 2000, segundo a ALC (2017), é uma das mais utilizadas nas lavanderias de Caruaru e de acordo com dados do fabricante: capacidade para 2000 Kg vapor/Hora, Flamotubular Horizontal, pressão de trabalho de 12 Kg PC M², com filtro multiclone, grelha plana. O combustível é a lenha, umidade máxima do combustível 35%, Possui costaneiras e destopo, chaminé de 9000 mm e controle automático de alimentação de água, Comprimento 6400 mm, Largura 2300 mm, Altura 3730 mm.

CICLO DA CALDEIRA

ENTRADAS: ÁGUAS E COMBUSTÍVEIS (LENHA E DERIVADOS).

SAÍDAS: VAPORES (ÁGUAS), CINZAS E GASES (COMBUSTÍVEIS), CALOR (AUMENTO DE TEMPERATURA AMBIENTE).

Figura 1 – Ciclo da Caldeira



Fonte: KAWÁS, 2014, adaptado pelo autor, 2018.

3.10. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

De acordo com o Guia para Aplicação da Norma da ABNT NBR 50001 da LEB - Leonardo Energy Brasil (2017), a energia é um insumo crítico na operação das organizações, qualquer que seja o setor ou atividade econômica à qual elas pertencem. Portanto, devem buscar o seu uso sustentável em toda a cadeia de fornecimento, desde a obtenção de matérias-primas até a reciclagem de materiais e produtos descartados.

Além dos aspectos econômicos associados ao uso da energia, tais como custos de produção, produtividade e outros, a questão energética também direciona

aos impactos socioambientais vinculados ao esgotamento de recursos naturais e mudanças climáticas. Desta forma, a melhoria do desempenho energético de uma organização pode representar benefícios importantes por meio da racionalização do uso dos recursos energéticos e outras providências vinculadas à redução do consumo e aumento da eficiência. As ações relacionadas à promoção da eficiência energética equivalem a aproximadamente 50% do potencial de redução de emissões de gases de efeito estufa no mundo em determinados cenários estudados.

O levantamento do Conselho Mundial de Energia ou *World Energy Council* (WEC) aponta que o Brasil é o 34º país com o sistema de energia elétrica mais eficiente no mundo. Em sua edição de 2013, o Índice de Sustentabilidade Energética mediu o desempenho de mais de 100 países em três quesitos. São eles: segurança energética, equidade no acesso à luz e redução do impacto ambiental. Ter um sistema elétrico confiável, de alta qualidade e baixo custo econômico e ambiental era o desafio apontado por eles. Com o estudo, foi sugerido que o Brasil deve empreender melhor as possibilidades expostas pela biomassa, abrangendo a cana de açúcar e as reservas do pré-sal. "Ambos irão impactar a segurança energética do país positivamente e mudar o papel do país no mercado global de energia", diz o texto, ressaltando, logo após, a necessidade de que se avalie melhor os efeitos sobre o meio ambiente e buscar o trabalho de redução dos riscos (BARBOSA, 2014). Veja a seguir, a colocação do Brasil no quadro abaixo:

Quadro1- Desempenho energético

País	Brasil	suíça	Dinamarca	Reino Unido	Canadá	Alemanha	EUA
Ranking geral	34º	1º	2º	5º	6º	11º	15º
Segurança energética	27º	19º	3º	11º	1º	31º	12º
Equidade no acesso a energia	86º	6º	25º	8º	2º	11º	1º
Redução do impacto ambiental	17º	1º	6º	19º	60º	30º	62º

Fonte: Barbosa, 2014

3.11 A INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA NA MADEIRA

Como material orgânico e de estrutura complexa e heterogênea, a madeira tem capacidade higroscópica variável e comportamento anisotrópico. Em uso, ela está sujeita à ocorrência de alterações dimensionais e deformações decorrentes das interações com a atmosfera (KILIC e NIEMZ, 2012; CASSIANO et al., 2013). Essas interações — vinculadas a trocas gasosas, em formato de vapor d'água acabam por se estabilizar na busca por até atingir o equilíbrio com a umidade do ar, concretizando, assim, a umidade de equilíbrio da madeira (BARAÚNA e OLIVEIRA, 2009). Entendemos esse fenômeno como o equilíbrio ocorrido no momento em que a pressão interna de vapor d'água na parede celular tende a ser igual à pressão externa de vapor d'água (atmosfera).

Há fatores intrínsecos da madeira que podem influenciar na UEM, para além dos aspectos meteorológicos, tais como: a estrutura anatômica e a composição química. Estas podem variar entre espécies, entre árvores da mesma espécie e na madeira de uma mesma árvore, com variações significativas nos sentidos base-topo (axial) e casca (radial). A T e a UR, todavia, demonstram maior influência em função da elevada variabilidade espacial e temporal dessas variáveis (GALVÃO, 1975; VAREJÃO e SILVA, 2006).

4. MATERIAL E MÉTODOS

Foram feitas pesquisas em revistas, dissertações e artigos científicos e em órgãos competentes como ABNT, CONAMA, ELETROBRAS/PROCEL, SEBRAE, CPRH, entre outros. Além disso, foram realizadas visitas a três lavanderias da ALC para aplicação de questionários, com o objetivo de elaborar um mapeamento das fontes de energias utilizadas.

Foi escolhida uma lavanderia de jeans que concordou em participar do estudo sob a condição de anonimato, com isso, foram identificados de acordo com o questionário aplicado e visita técnica os sistemas e processos, a infraestrutura das instalações, equipamentos, pessoal trabalhando e fornecedores, identificando os principais impactos do desempenho desses nos resultados de consumo de energia e emissão de gases por meio das diretrizes da ISO NBR 50.001.

Foram verificadas as emissões de gases junto aos registros da empresa, monóxido de carbono e materiais particulados, de acordo com o Conama 382/2006, em relação aos dados fornecidos pelo CPRH e órgãos pertinentes. Quanto às entrevistas e a aplicação de questionários foram realizadas com funcionários, empresários e comunidade (situada nas proximidades da lavanderia escolhida) que serviram como parte do *corpus*. Era foco buscar esse tipo de perfil de entrevistados, pois se queria aqueles envolvidos com a lavanderia escolhida para o estudo de caso, com vistas à avaliação da percepção ambiental quanto à gestão energética.

4.1 COLETAS DE DADOS

De acordo com a NBR ISO 50.001, foi necessária a utilização das ferramentas da qualidade para facilitar a visualização dos problemas do uso energético, bem como para o planejamento da gestão energética. Utilizaram-se as ferramentas nesse trabalho: O ciclo PDCA, Causa e Efeito e análise SWOT.

4.2 MAPEAMENTO DAS LAVANDERIAS

Foi solicitado junto à Junta comercial de Pernambuco – JUCEPE um levantamento atualizado de todas as lavanderias registradas em Pernambuco, por Município, de acordo com as atividades, com os números de CNAE (VER ANEXO 1), datadas em 25/06/2018, referentes às lavanderias de beneficiamentos. Estão

registradas 2.334 lavanderias de beneficiamentos, das quais 212 estão localizadas no Município de Caruaru.

4.3 APLICAÇÃO DE QUESTIONÁRIO

Foram realizados contatos em dez lavanderias registradas por meio da Associação das Lavanderias de Caruaru (ALC), para aplicação de questionários (*check list*), mas apenas 03 (três) lavanderias deram o retorno respondendo o questionário por meio da internet e visita ao local, onde uma das três foi escolhida como estudo de caso. As lavanderias que não responderam alegaram falta de tempo. O modelo do questionário que serviu de referência foi retirado do manual de Fiscalização do Ministério Público de São Paulo, acessado via *internet* em maio/2017 (VER ANEXO 2).

4.4 ANÁLISE SWOT PARA O USO DE COMBUSTÍVEL NA CALDEIRA

A Análise SWOT é utilizada para identificar os pontos fortes e fracos de uma organização, assim como as oportunidades e ameaças das quais a mesma estão exposta. Essa ferramenta é geralmente aplicada durante o planejamento estratégico, promovendo uma análise do cenário interno e externo, com o objetivo de compilar tudo em uma matriz e assim facilitar a visualização das características que fazem parte da sigla (TAVARES, 2008).

Strenghts (forças): Está relacionado às vantagens que sua empresa possui em relação aos concorrentes. Podemos dizer que são as aptidões mais fortes de sua empresa.

Weaknesses (fraquezas): são as aptidões que interferem ou prejudicam de algum modo o andamento do negócio. É muito importante haver sinceridade nesta etapa da análise.

Opportunities (oportunidades): São forças externas que influenciam positivamente a empresa. Não existe controle sobre essas forças, pois elas podem ocorrer de diversas formas, como por exemplo - mudanças na política econômica do governo, alterações em algum tributo, investimentos externos, ampliação do crédito ao consumidor, etc. Porém, podem ser feitas pesquisas ou planejamentos que preveem o acontecimento desses fatos.

Threats (ameaças): são forças externas que influenciam negativamente a empresa. Devem ser tratadas com muita cautela, pois podem prejudicar não somente o

planejamento estratégico da companhia, como também, diretamente em seus resultados.

A ferramenta SWOT foi usada para mostrar os pontos fortes e fracos, as oportunidades e ameaças dos materiais principais, biomassa, usado para queima nas caldeiras das lavanderias industriais, bem como as estratégias para a melhoria contínua de cada processo, também pode analisar a qualidade, o poder de combustão e vantagens sociais, ambientais e econômicas de cada material empregado. Todos os materiais apresentam características comuns e diferenciais na sua aplicabilidade.

No ANEXO 3 encontra-se uma tabela de referência do poder calorífico dos materiais usados como combustíveis.

Seguem abaixo as matrizes SWOT usadas como estudo:

Matriz de SWOT 1 – Briquetagem

Interna	<p>- Pontos Fortes/Positivo/Ajuda: Ótimo índice de combustão; (produção) Energia Sustentável; (marketing) Recursos renováveis; (Fornecedores Registrados) Facilidade para armazenar; (Boa logística) Baixa umidade; (Poder calorífico grande) 100% reciclado; (Responsabilidade)</p>	<p>-Pontos Fracos/Negativos/Atrapalham: Fornecedores especializados (cadastro de fornecedores); Custo maior (pesquisa de mercado); Presença de ligantes (+ gases); Presença de matéria orgânica animal (+ gases); Energia não é limpa (uso de tecnologias).</p>
	<p>- Oportunidades: Incentivo fiscal (adequação de normas); Instalação de fornecedores no local (cadastro de fornecedores); Cursos de qualificação (melhorar o desempenho); Taxas menores para financiamento; (logística e qualidade); Clientes internacionais (mais lucro).</p>	<p>- Ameaças: Transporte do material de forma inadequada (termo de responsabilidade); Aumento de impostos (retenção de despesas); Catástrofes naturais (planos alternativos); Mudança de legislação (atender); Poucos fornecedores (cadastro).</p>
Externa		

Fonte: Autor, 2018.

Matriz de SWOT 2 – Resíduos Sólidos Urbanos

Interna	<p>- Pontos Fortes/Positivos/Ajudam: Índice de Combustão Satisfatório (possibilidade de uso); Energia Sustentável (marketing); Recursos renováveis (fornecedores legalizados); Baixo custo (contrato a longo prazo); Redução dos RSUV local (responsabilidade ambiental); Vantagem competitiva (lucro).</p>	<p>-Pontos Fracos/Negativos/Atrapalham: Fornecedores não regularizados (parcerias); Presença de outros materiais (tratamento Prévio); Energia não é limpa (uso de tecnologias); Dificuldade para armazenagem (tratamento prévio); Precisa de cuidados (avaliação).</p>
	<p>- Oportunidades: Incentivo fiscal (adequação de normas); Convênio com a Prefeitura/ associações (contratos); Reconhecimento social (créditos); Taxas menores para financiamento (logística e qualidade) ; Clientes internacionais (lucro).</p>	<p>- Ameaças: Crise econômica (falta de material); Aumento de impostos; (retenção de despesas); Catástrofes naturais (planos alternativos); Mudança de legislação (atender); Dificuldade para transportar (parcerias e tratamento); Clima, chuva (locais cobertos).</p>
Externa		

Fonte: Autor, 2018.

Matriz de SWOT 3 – Cavacos

Interna	<p>- Pontos Fortes/Positivos/Ajudam: Índice de Combustão Satisfatório (possibilidade de uso); Energia Sustentável (marketing); Recursos renováveis (fornecedores legalizados); Baixo custo (contrato a longo prazo); Redução dos RSF local (responsabilidade Ambiental); Vantagem competitiva (lucro).</p>	<p>-Pontos Fracos/Negativos/Atrapalham: Fornecedores especializados (cadastro de fornecedores); Presença de outros materiais (avaliação Prévia); Energia não é limpa (uso de tecnologias); Dificuldade de armazenagem (depósitos específicos); Precisa de cuidados: (avaliação). amento).</p>
	<p>- Oportunidades: Incentivo fiscal (adequação de normas); Convênio com Serrarias e madeireiras (contratos); Reconhecimento social (créditos); Taxas menores para financiamento (logística e qualidade); Clientes internacionais (lucro).</p>	<p>- Ameaças: Aumento de impostos (retenção de despesas); Catástrofes naturais (planos alternativos); Mudança de legislação (atender); Clima, chuva (Locais cobertos); Poucos fornecedores (cadastro);</p>
Externa		

Fonte: Autor, 2018.

Matriz de SWOT 4 - Lenha

Interna	<p>- Pontos Fortes/Positivos/Ajudam: Índice de Combustão Satisfatório (possibilidade de uso); Energia Sustentável (marketing); Recursos renováveis (fornecedores legalizados); Baixo custo (contrato á longo prazo); Vantagem competitiva (lucro);</p>	<p>-Pontos Fracos/Negativos/Atrapalham: Alto teor de umidade (6 meses espera); Energia não é limpa (uso de tecnologias); Dificuldade de armazenagem (depósitos específicos); Qualidade ruim (avaliação e monitoramento); Riscos ergonômicos (saúde e segurança do trabalho).</p>
	<p>- Oportunidades: Incentivo fiscal (adequação de normas); Lei de reflorestamento (mais fornecedores); Taxas menores para financiamento (logística e qualidade) Cursos de qualificação (melhorar o desempenho); Clientes internacionais (lucro).</p>	<p>- Ameaças: Aumento de impostos (retenção de despesas); Catástrofes naturais (planos alternativos); Mudança de legislação (atender); Clima, chuva; Transporte inadequado (locais cobertos); Degradação da floresta (nota fiscal).</p>
Externa		

Fonte: Autor, 2018.

4.5 ENSAIO DE UMIDADE NA LENHA DE ALGAROBA UTILIZADA NA CALDEIRA DA LAVANDERIA ESTUDADA

O ensaio de umidade na lenha de Algaroba foi realizado no Laboratório de Solos da UFPE, levando em consideração a NBR 7190/1997 de ensaio de umidade em madeira, para projetos de estruturas de madeira da construção civil, por não haver uma norma específica para umidade na lenha usada como combustível. Foram usados os seguintes equipamentos: estufa de secagem, cápsulas para colocar as amostras, uma balança analítica compatível com a massa da amostra de madeira, além de um dessecador para o transporte da madeira entre a estufa e o local de pesagem e vice-versa.

Foi registrada a pesagem inicial da madeira como “peso verde” (P_v). Em seguida, colocou-se a madeira na estufa a 102° C, até que a diferença entre duas pesagens consecutivas fosse muito próxima de zero. Deve-se anotar o valor dessa pesagem como “peso seco” (P_s). Nessas condições:

$$U = (P_u - O_s) / P_s \times 100$$

Esse teor de umidade poderá ser usado para informações quanto ao poder calorífico das lenhas utilizadas como combustíveis na caldeira e sua influência no sistema de combustão.

Foram utilizadas 04 (quatro) amostras, 02 (duas) de armazenamento externo e 02 (duas) de armazenamento interno coberto na empresa, todas coletadas no horário de 12 horas, sol no zênite. As duas amostras da área externa, uma foi coletada 30 cm abaixo do montante estocado (cápsula 14) e a outra em contato direto com o solo seco e quente (cápsula 66). As outras duas amostras coletadas na área interna coberta, próxima à caldeira, foram coletadas 30cm abaixo da superfície do montante estocado para queima (cápsula 70 e 78). As amostras foram colocadas em sacos de alta resistência e fechadas com lacres de nylon e levadas ao laboratório para ensaio.

4.6 ANÁLISE TERMOGRÁFICA DA LAVANDERIA DE BENEFICIAMENTO ESTUDADA

As fotos para análise termográfica foi realizada por meio de uma câmera infravermelha de marca FLIR, modelo E4, cedida pelo departamento de pós-graduação da UPE. A forma utilizada nesta pesquisa foi a Termografia Passiva:

- O objeto já está com a temperatura diferente da temperatura ambiente;
- É o caso de equipamentos em operação;
- Uma distribuição de temperatura é analisada.

Descrição da máquina: FLIR E4

Resolução de Pixel Infravermelho: 4800 pixels (80 x 60)

Sensibilidade Térmica: <0.15°C

Faixa de Temperatura: -20°C a 250°C

Modos de Medição: Ponto central

Frequência da Imagem: 9Hz

Campo de Visão: 45° x 34°

Foco: Foco Fixo

Segundo a NBR 15575/2013, a edificação deve reunir características que possam atender às exigências de desempenho térmico, considerando a zona bioclimática em que está inserida, avaliada sob as condições naturais da edificação.

A análise das fotos termográficas, ou seja, o seu desempenho térmico, depende de diversas características do local (topografia, temperatura e umidade do ar, direção e velocidade do vento, outros) e da edificação, materiais constituintes, número de pavimentos, dimensões dos cômodos, pé direito, orientação das fachadas, dimensões e tipo de janelas (Thomaz, 1992).

4.7 ANÁLISE DE TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA ATRAVÉS DE SENSORES NA LAVANDERIA ESTUDADA

Foram feitas medições de temperatura e umidade relativa do ar por meio de dois sensores instalados nos ambientes da lavanderia, localizados um na área externa posterior da lavanderia, próximo ao estoque de lenhas e o outro na área interna próximo à área de chegada de peças jeans, *hall* de entrada do galpão onde funciona a empresa. A marca do sensor utilizado foi *ONSET COMPUTER (HOBO)*, modelo UX100-003.

O programa usado para leitura dos valores medidos foi *Hobô Ware*, versão 3.7.5. As medições começaram no dia 27/03/2018 e foram concluídas em 02/10/2018. O objetivo foi estudar a temperatura e a umidade relativa do ar em três

meses no inverno e em três meses no verão, totalizando seis meses de medição, verificando suas influências nos ambientes da lavanderia.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo Robbins (2009), a empresa precisa conhecer em termos de melhoria para suprir suas necessidades, o comportamento organizacional, planejamento, observando critérios de gerenciamento de processos, suas características e os aspectos gerais, a observação das interfaces e as expectativas com outras partes interessadas, definições de escopo e os limites de abordagem, bem como definição das lideranças e responsabilidades. Esses fatores citados possibilitarão uma estrutura e operação adequada para uma gestão energética dentro de uma lavanderia de jeans.

Segundo a LEB (2017), a aplicação dos preceitos da gestão de energia permite desenvolver a cultura de consciência e cuidado em relação ao uso da energia, para que seja entendida e absorvida por todos os membros de uma organização. Além disso, proporciona de forma pragmática, que o monitoramento do uso da energia passe a ser um componente permanente das atividades e estratégias de uma organização.

Assim, no estudo de caso, constataram-se nas respostas do questionário, nas evidências da visita técnica e do relatório fotográfico os seguintes fatores que influenciam diretamente na gestão energética das lavanderias, onde se registrou e foram identificadas variáveis importantes como: consumo e tipo de energia, a produção mensal de beneficiamento do jeans, e com base na revisão bibliográfica que resultaram nos dados encontrados para o melhoramento energético. As principais ações que devem ser observadas são: revisão na instalação elétrica, manutenção periódica nos equipamentos e motores, troca de equipamento com mais de 20 anos de uso, controle de qualidade da madeira usada como combustível, controle da qualidade da água usada nas tubulações para vapor, controle tecnológico, contratação de especialista de eficiência energética, controle de gases poluentes.

No ANEXO 4 encontra-se o quadro com resumo dos questionários aplicados nas lavanderias.

Seguem abaixo fotos tiradas na Visita Técnica em Julho / 2017, mostrando algumas necessidades citadas acima para melhoria da gestão energética.

Figura 2 - caldeira



Fonte: Autor, 2017.

Considerando a produção mensal é entre 40.000 e 50.000 peças, conforme informação da empresa. O Consumo de água da caldeira é de 15.000 litros/dia sem tratamento prévio, a origem é de açudes do Distrito de Terra Vermelha, a água deveria passar por um controle de qualidade para aumentar a vida útil da caldeira. Com relação ao consumo de lenha é de 3 a 6 m³/dia sem controle de umidade, neste caso, recomenda-se o controle da umidade visando uma melhor eficiência e redução dos custos.

Segundo Martins (2013), cada vez mais as organizações estão preocupadas com o atendimento da demanda, seja ela dependente ou independente na gestão de processos, pois suas previsões farão com que problemas inesperados não ocorram e que as necessidades do mercado sejam atendidas.

Figura 3 - Cinzas



Fonte: Autor, 2017.

São recolhidos de 80 a 150 Kg de cinzas por semana, os quais são colocados em sacos de 30 kg, para facilitar o manuseio, depois em baias na área externa da empresa e levados para uma unidade de tratamento de resíduos por uma empresa terceirizada, de 3 em 3 meses aproximadamente.

Segundo Siqueira et al (2012), a geração de subprodutos é uma das consequências do processo industrial. No Brasil, com o crescimento do setor industrial, tornam-se maiores as quantidades destes rejeitos surgindo á preocupação com o descarte, contudo, buscam-se soluções para a diminuição dos impactos ambientais e redução de custos, como por exemplo, o uso das cinzas na produção de argamassas.

Figura 4 - Motor



Fonte: Autor, 2017.

Motor elétrico adaptado para funcionamento da lavadora das peças. Recomenda-se que somente profissionais habilitados façam modificações nos projetos das máquinas e equipamentos de modo que a empresa possua um cadastro atualizado e com registros de todas as modificações e adequações feitas.

De acordo com a Eletrobrás (2016), sistemas motrizes são responsáveis por cerca 68% (incluindo refrigeração) do consumo de energia elétrica do setor industrial.

Figura 5 - Distribuição de vapor



Fonte: Autor, 2017.

No distribuidor de vapor deve ser feita manutenção periódica dos registros e de seus isolamentos térmicos, pois são pontos de perda de energia.

De acordo com os objetivos da norma NBR ISO 50001 de gestão da energia, permitir a integração com outros sistemas de gestão organizacionais tais como ambiental e de saúde e segurança.

Figura 6 - Processos



Fonte: Autor, 2017.

Vista panorâmica do *Lay out* do galpão para as atividades dos seus processos.

De acordo com a LEB (2017), no ponto de vista da estrutura interna da organização, podem estar relacionadas, por exemplo, ao grau de envolvimento da alta direção e dos demais níveis hierárquicos com a implementação do sistema de gestão energética ou à possibilidade de se efetuar alterações nos processos produtivos já estabelecidos.

Figura 7 – Instalação elétrica



Fonte: Autor, 2017.

As instalações elétricas bem projetadas, além de reduzirem riscos de acidentes e indenizações a terceiros reduzem também substancialmente o valor da conta de energia. No estudo de caso, evidenciou-se o valor médio de pago é em torno de R\$ 13.000,00/mês.

A NBR 50001 sugere análise das realizações, relacionados à melhoria do desempenho energético da organização, que devem ser atingidos para que a política energética da organização seja atendida. Normalmente refere-se a uma intenção geral da organização, tal como “reduzir o consumo de energia” ou “aumentar a eficiência dos processos produtivos”.

Figura 8 – Combustíveis para a caldeira



Fonte: Autor, 2017.

Estoque de lenha necessita de cobertura, estrados ou prateleiras visando aumentar a ventilação e reduzir a umidade.

Segundo Cunha et al. (1989), quanto maior o conteúdo de umidade da madeira, menor é o seu poder de combustão, devido ao processo de evaporação da água, o qual consome grande quantidade de energia.

Quanto aos materiais usados como combustíveis nas caldeiras (Swot):

A ferramenta SWOT serviu para mostrar os pontos fortes e fracos, oportunidades e ameaças de cada material, Biomassa, usado para queima nas caldeiras das lavanderias industriais, bem como as estratégias para a melhoria contínua de cada processo, também podemos analisar a qualidade, o poder de combustão e vantagens sociais, ambientais e econômicas de cada material empregado na queima nas caldeiras.

Todos os materiais são sustentáveis e renováveis, mas não produzem energia limpa, precisam de tecnologias para minimizar os poluentes;

Os combustíveis apresentaram níveis de umidade mais altos que outros. São os casos da Lenha, Resíduos Sólidos urbanos e cavacos, por conta da sua natureza, e exposição à chuva e ao solo. O material de menor umidade é o briquete por conta do seu processo de fabricação (prensado - maior densidade), pelo fato de a umidade influenciar no poder calorífico dos materiais, o briquete é o grande vencedor para uso como combustível.

Finalizando, a parte de aquisição econômica do briquete ainda não é tão atrativa, depende da evolução do mercado, fazendo com que os resíduos sólidos urbanos, R. S. Florestais (cavacos), e a lenha sejam mais usados.

SHREVE e BRINK JR (1977) apontam os aumentos dos preços da energia, do transporte, além da diminuição das áreas disponíveis para disposição de rejeitos, como os fatores de maior incentivo ao aproveitamento da energia contida nos resíduos sólidos através da sua utilização em sistemas de combustão.

Quanto ao ensaio de umidade da lenha de Algaroba:

Figura 9 – Ensaio de umidade na lenha de Algaroba



Fonte: Autor, 2018.

- Ensaio amostra externa (cápsula 14):

PBU = 108,25g

PBS = 95,49g

PCAP. = 46,38g

Aplicando, $U = \frac{P_u - P_s}{P_s} \times 100$; $U = 25,98\%$

- Ensaio amostra externa (cápsula 66):

PBU = 314,52g

PBS = 289,55g

PCAP. = 53,67g

Aplicando, $U = \frac{P_u - P_s}{P_s} \times 100$; $U = 12,70\%$

- Ensaio amostra interna (cápsula 70):

PBU = 175,17g

PBS = 156,97g

PCAP. = 50,50g

Aplicando, $U = P_u - P_s / P_s \times 100$; $U = 17,09\%$

- Ensaio amostra interna (cápsula 78):

PBU = 406,30g

PBS = 356,85g

PCAP. = 43,95g

Aplicando, $U = P_u - P_s / P_s \times 100$; $U = 15,80\%$

A lenha de Algaroba foi escolhida como amostra para ensaio porque é o tipo de material mais usado como combustível nas caldeiras, de acordo com visitas técnicas e questionários. Existe um consumo de aproximadamente 25.000Kg de lenha de Algaroba por semana;

Durante o ensaio na estufa, foi sentido um forte cheiro de “bolo” como característica, devido à secagem da lenha de Algaroba à alta temperatura;

Todas as amostras foram coletadas no momento e condições de maior temperatura ambiente, no verão e com o sol no zênite, entre 12:00 e 13:00 horas em outubro/2018. Como também, as amostras internas próximas à caldeira em funcionamento e temperatura mais constante;

Todas as amostras estão dentro do limite de tolerância de umidade no combustível naquele intervalo de tempo e período do ano indicado anteriormente, de acordo com o fabricante da caldeira, $U=35\%$.

A amostra que apresentou maior umidade foi a da cápsula 14, 25,78%, que estava na área externa, 30 cm abaixo da superfície do montante;

As amostras internas, cápsula 70, $U=17,09\%$, e cápsula 78, $U=15,80\%$ tiveram teores de umidades intermediários, em relação às quatro amostras, devido a sua localização de armazenagem estratégica, próximas à caldeira, ambiente de alta temperatura;

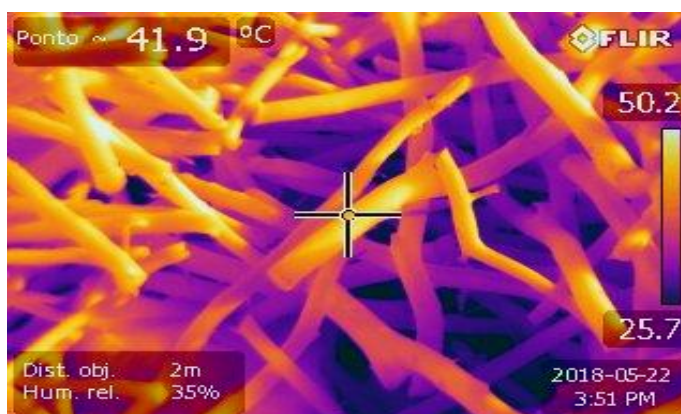
A amostra de menor umidade foi a cápsula 66, 12,70%, estava espalhada no chão quente externamente, recebendo o calor do sol diretamente.

A busca por um melhor aproveitamento da biomassa florestal tem aumentado devido à preocupação com as questões econômicas, sociais e ambientais, já que algumas fontes de energia, proveniente de combustíveis fósseis, ameaçam a qualidade de vida na Terra (Gonçalves et al., 2010).

Quanto às fotos termográficas:

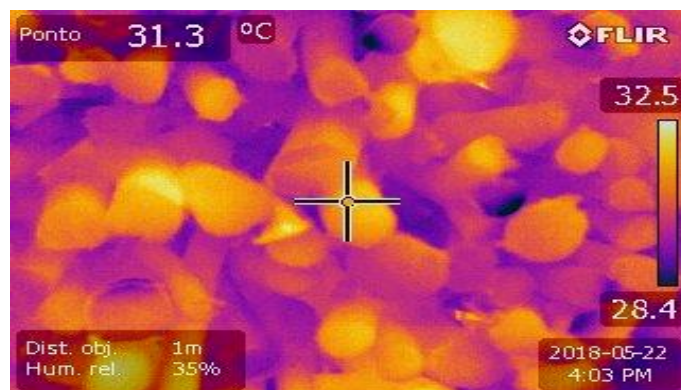
A Termografia é utilizada em manutenções preditivas evitando paradas desnecessárias dos processos de produção, maximizando a eficiência desses processos, e também pode ser utilizada em qualquer situação em que a temperatura seja um indicativo importante de uma possível falha (Xavier, 2005).

Figura 10 – Estoque de lenha externo.



Fonte: Autor, 2018.

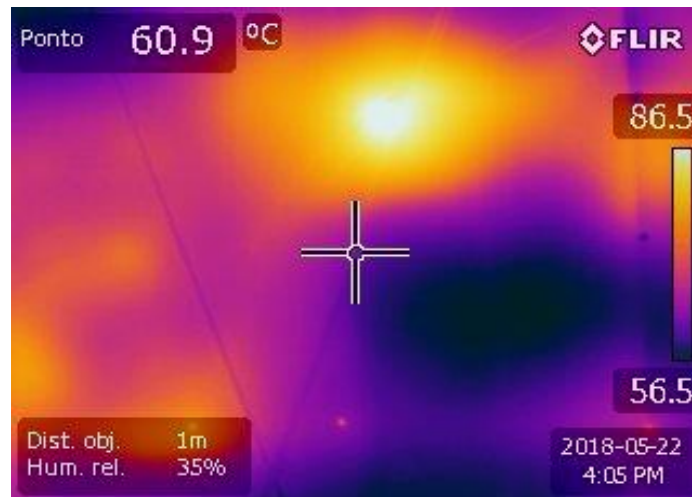
Figura 11 – Estoque de lenha interno



Fonte: Autor, 2018.

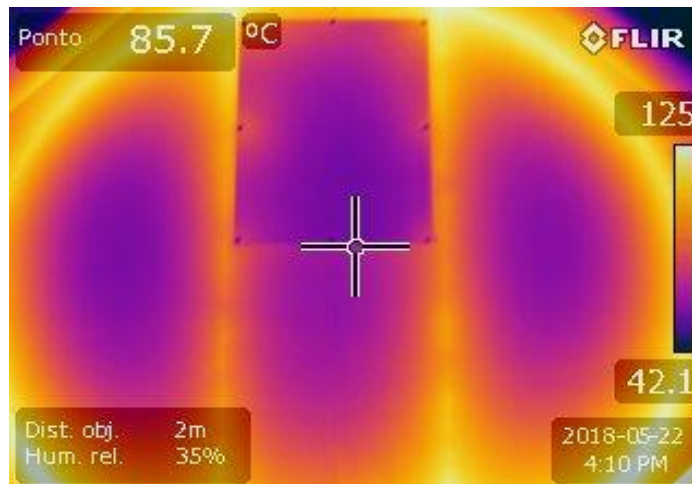
As figuras 10 e 11, tiradas do estoque de lenhas externo e interno mostram que, superficialmente, as lenhas apresentam maior temperatura em relação às camadas de lenhas abaixo da superfície. As camadas nos interiores dos estoques de lenhas apresentam menor temperatura absorvida e maior umidade.

Figura 12 – Lateral da caldeira



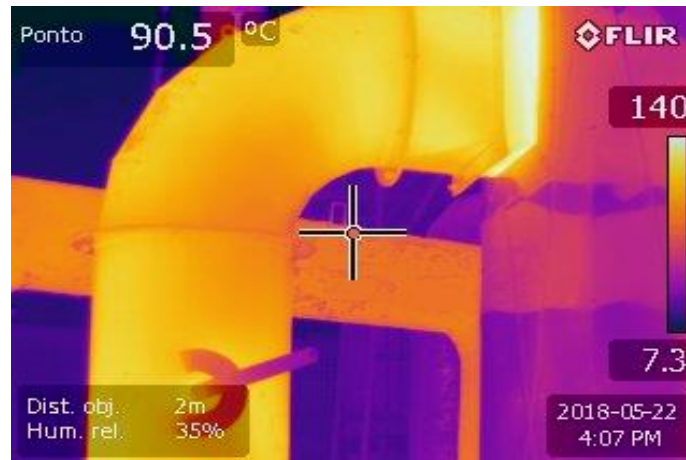
Fonte: Autor, 2018.

Figura 13 – Frente da caldeira, fornalha



Fonte: Autor, 2018.

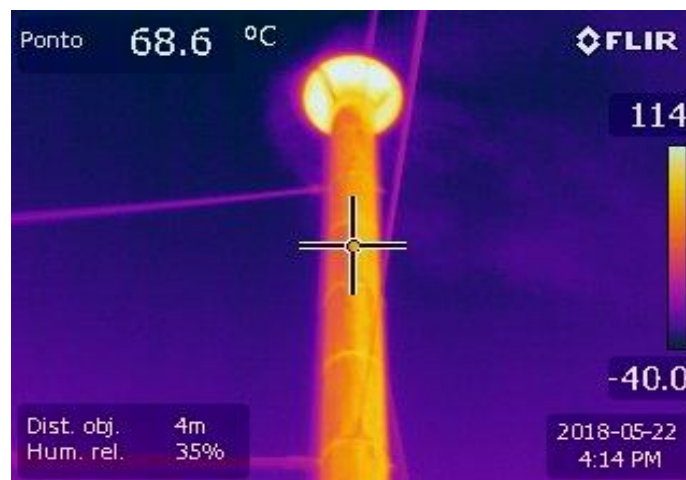
Figura 14 – Saída dos gases da caldeira



. Fonte: Autor, 2018.

As figuras 12, 13 e 14 mostram a alta temperatura que envolve a caldeira no seu funcionamento, e o calor transmitido nas proximidades da caldeira.

Figura15 – Chaminé, saída dos gases.



Fonte: Autor, 2018.

A figura 15 mostra além da alta temperatura da saída dos gases na chaminé, a influência do aumento de temperatura com relação ao micro clima do entorno da empresa.

Figura 16 – Distribuidor de vapores



Fonte: Autor, 2018.

A figura 16 mostra a alta temperatura na tubulação do distribuidor de vapor, bem como a concentração de alta temperatura no registro, quando fechado, podendo contribuir para seu desgaste natural.

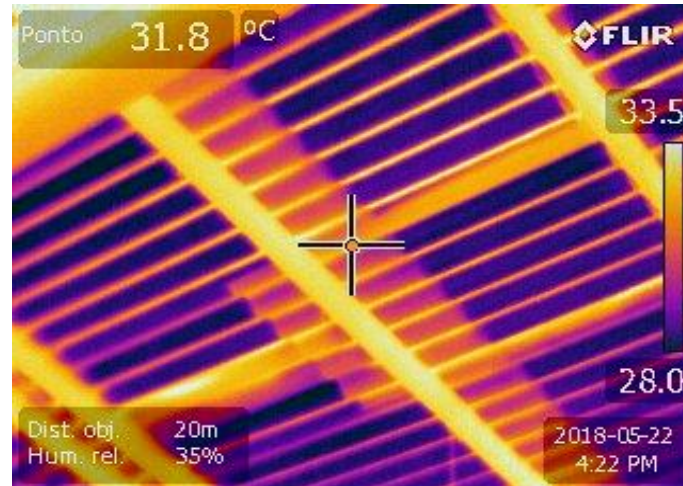
Figura 17 – Área de lavagem das peças



Fonte: Autor, 2018.

A figura 17 mostra a alta temperatura no ambiente de lavagem das peças de jeans, próximo às máquinas de lavagem e da área da caldeira. Foi observado que os funcionários que atuam nesse processo cortam a manga da camisa, fardamento, por conta do calor. Também foi observado que neste local de trabalho a ventilação é ineficiente.

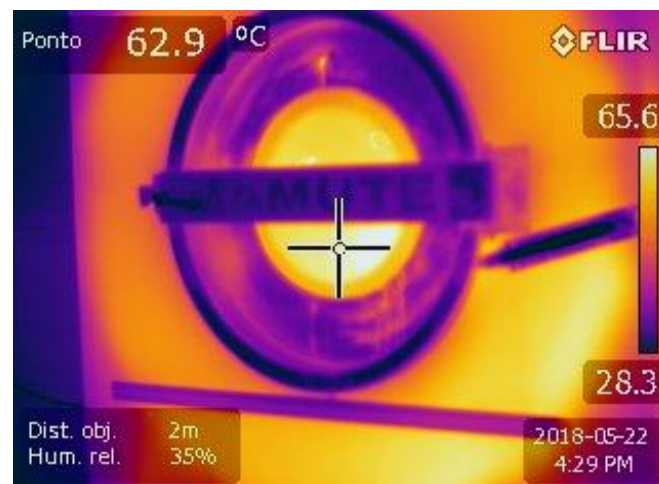
Figura 18 – Coberta da área de lavagem das peças



Fonte: Autor, 2018.

A figura 18 mostra a temperatura que se acumula na cobertura na área de lavagem das peças, bem como de todo o galpão que faz parte da empresa, por conta do tipo de telha e não possuir exaustores eólicos.

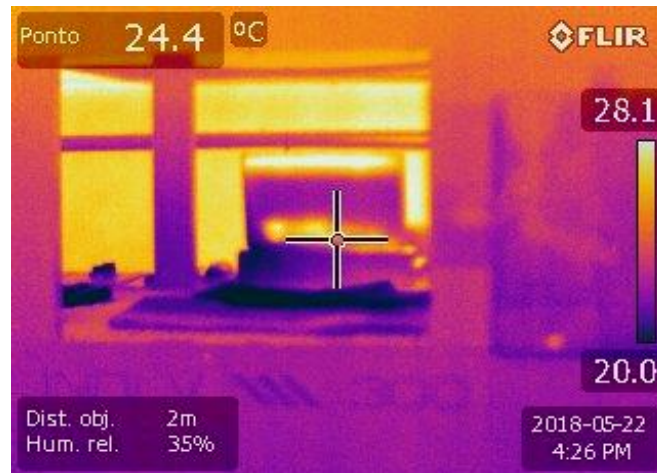
Figura 19 – Frente da máquina de lavagem.



Fonte: Autor, 2018.

A figura 19 mostra uma elevada temperatura na frente de uma máquina de lavagem de peças de jeans.

Figura 20 – Máquina laser, acabamento



Fonte: Autor, 2018.

A figura 20 mostra o ambiente da máquina a laser, para fazer acabamentos nas peças de jeans, com temperatura agradável por conta de um sistema de refrigeração no local.

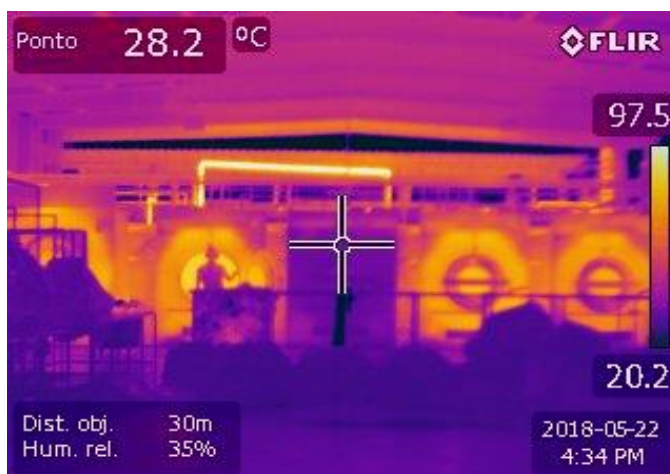
Figura 21 – Área de engomagem de peças



Fonte: Autor, 2018.

A figura 21 mostra os equipamentos de engomagem das peças de jeans com temperatura bastante alta.

Figura 22 – Área de Secagem de peças



Fonte: Autor, 2018.

A figura 22 mostra as máquinas de secagem das peças de jeans com temperatura bastante alta.

A maioria dos ambientes da empresa, nos quais envolve os processos de beneficiamento do jeans, possuem temperaturas elevadas e os equipamentos, as máquinas dos processos de beneficiamento do jeans provocam um quarto resíduo industrial chamado “calor”, além da cinza, material particulado e gases. Esse “calor” influencia no conforto térmico dos funcionários e no micro clima da área de entorno da empresa.

A identificação de falhas no isolamento térmico de queimadores de caldeiras flamotubulares, é um procedimento muito importante com o uso da termografia (Neto, 2004).

Quanto á análise da temperatura e umidade relativa do ar na lavanderia:

A temperatura e a umidade relativa, além de influenciar no conforto térmico dos ambientes, podem causar variações na lenha usada como combustível das caldeiras. (KILIC e NIEMZ, 2012).

Seguem abaixo as tabelas e gráficos de Temperatura e Umidade Relativa obtidos nas medições dos sensores colocados na lavanderia de estudo de caso:

Tabela 2 – Média mensal da umidade relativa do ar na área externa

UMIDADE RELATIVA DO AR								
Externo	(%)							
	Média dos dias							
dias/meses	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out
1		83,1	82,9	78,7	82,1	70,3	71,8	54,4
2		78,5	83,4	77,2	78,7	64,8	67,3	50,8
3		73,6	74,4	75,2	71,7	65,7	59,0	
4		76,2	74,6	71,5	70,2	65,2	57,4	
5		74,9	70,9	74,6	77,3	63,3	61,5	
6		84,9	74,7	78,5	82,6	63,1	60,5	
7		82,7	76,8	77,2	80,2	64,6	58,3	
8		72,0	77,7	75,0	75,8	65,4	68,3	
9		70,1	82,6	71,8	70,5	61,2	64,5	
10		72,5	76,1	72,5	77,0	58,7	60,1	
11		57,8	74,5	71,9	71,5	60,7	59,4	
12		82,8	71,1	75,0	65,2	60,7	56,5	
13		83,2	67,5	78,5	64,4	59,4	55,9	
14		86,7	80,7	80,6	67,2	61,3	59,0	
15		84,5	78,1	77,7	63,8	63,4	61,6	
16		76,2	78,9	72,0	68,7	60,7	57,9	
17		77,1	81,3	69,3	66,6	59,3	58,3	
18		78,7	74,9	69,2	66,6	58,8	57,9	
19		74,9	72,3	69,0	70,5	62,5	59,6	
20		73,1	69,1	71,5	71,5	62,9	58,5	
21		86,4	63,2	66,0	70,7	63,0	53,7	
22		85,2	68,5	69,3	73,1	63,6	57,7	
23		77,4	68,9	78,4	67,9	62,8	62,0	
24		82,7	80,2	77,0	75,4	66,1	59,4	
25		76,0	80,4	71,4	74,2	65,3	59,1	
26		78,1	78,7	85,6	66,2	61,8	54,8	
27	57,9	79,7	87,1	79,8	76,4	63,4	56,2	
28	62,8	80,2	78,8	85,6	73,3	64,2	55,5	
29	77,6	84,9	74,6	79,4	69,7	67,2	53,7	
30	77,6	82,7	77,5	76,5	72,9	74,6	53,3	
31	80,8		78,3		69,5	69,3		
média mensal	71,3	78,6	76,1	75,2	72,0	63,7	59,3	52,6

Fonte: Autor, 2018.

Tabela 3 – Média mensal da umidade relativa do ar na área interna

UMIDADE RELATIVA DO AR								
Interna								
(%)								
Média dos dias								
dias/meses	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out
1		78,4	76,2	69,6	75,2	65,7	73,8	55,5
2		71,8	76,5	70,4	71,1	61,6	67,3	60,4
3		68,2	68,7	70,1	64,4	60,3	60,2	
4		70,0	68,8	64,9	65,5	61,2	57,9	
5		72,5	66,0	68,0	70,8	61,1	61,4	
6		75,4	69,1	69,3	77,9	60,4	61,6	
7		75,7	70,7	69,5	72,7	61,5	57,5	
8		69,0	69,9	62,0	68,6	63,7	68,1	
9		67,8	71,9	63,7	63,9	61,4	68,1	
10		69,4	70,3	65,6	71,6	55,5	63,2	
11		68,5	69,4	60,8	66,0	58,5	62,4	
12		74,7	67,2	66,3	61,6	59,7	58,3	
13		74,9	65,5	69,0	58,2	55,2	56,5	
14		79,2	74,6	69,1	59,9	58,9	58,5	
15		76,4	68,1	70,0	59,1	60,7	63,2	
16		71,5	72,8	63,1	61,3	60,6	60,3	
17		73,2	74,0	62,5	64,2	59,6	59,8	
18		70,4	67,7	61,7	59,1	60,5	60,0	
19		68,2	62,9	62,5	64,9	63,0	60,7	
20		68,7	64,4	63,1	65,5	63,4	60,8	
21		79,3	61,6	58,7	65,5	65,6	57,3	
22		76,2	62,6	60,8	68,5	65,4	59,8	
23		71,6	61,2	72,4	63,3	63,3	65,4	
24		74,7	73,3	68,5	68,4	64,6	61,6	
25		68,9	72,7	62,2	68,5	63,1	60,9	
26		69,6	72,0	66,8	60,9	60,1	56,9	
27	55,9	73,6	79,6	72,4	70,8	64,4	57,9	
28	61,5	76,0	71,6	76,3	67,1	66,7	58,1	
29	72,1	79,7	69,4	67,6	65,2	67,4	56,9	
30	74,8	76,4	70,4	68,6	70,2	71,1	55,6	
31	77,0		68,1		66,4	66,4		
média mensal	68,2	73,0	69,6	66,5	66,3	62,3	61,0	57,9

Fonte: Autor, 2018.

Tabela 4 – Média mensal da temperatura na área externa

TEMPERATURA								
(Graus Celsius)								
Média dos dias								
dias/meses	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out
1		25,3	24,7	24,1	23,2	24,8	24,6	28,4
2		26,6	24,3	25,4	23,2	24,5	25,8	26,1
3		27,3	25,4	25,3	23,6	24,2	27,3	
4		27,0	24,7	24,4	24,2	25,1	27,9	
5		27,2	25,5	24,9	23,9	25,6	26,3	
6		24,8	24,7	24,2	23,4	25,2	26,5	
7		25,3	24,9	25,2	22,3	24,7	25,7	
8		26,5	24,2	23,3	23,3	25,4	24,5	
9		26,3	23,8	24,8	23,3	26,4	26,6	
10		25,6	25,2	24,9	23,2	27,0	27,1	
11		19,2	25,7	23,5	23,8	26,9	26,5	
12		25,5	26,6	23,2	24,6	27,6	26,3	
13		25,6	26,7	22,8	23,6	26,2	25,9	
14		24,0	24,6	22,5	23,4	25,3	25,8	
15		23,4	24,6	23,5	24,1	25,2	26,5	
16		25,3	25,4	23,7	22,4	26,1	29,0	
17		25,4	24,7	24,7	20,5	25,9	27,7	
18		24,8	25,4	24,7	23,3	25,6	27,4	
19		25,8	25,3	24,0	22,5	25,2	27,1	
20		26,5	27,0	23,4	23,0	25,7	27,8	
21		24,7	22,5	24,2	22,5	25,5	28,5	
22		23,5	26,0	23,2	22,6	25,2	27,6	
23		26,4	25,1	22,7	23,5	25,0	27,3	
24		24,5	24,4	22,9	22,3	25,7	27,6	
25		25,6	23,9	22,5	23,2	25,4	27,7	
26		24,4	23,7	24,0	24,4	25,2	27,6	
27	26,0	25,3	22,9	22,4	22,9	25,7	28,4	
28	28,3	25,1	23,6	21,3	23,3	25,3	29,2	
29	24,8	24,1	24,5	21,2	23,6	24,7	28,8	
30	25,6	24,8	24,1	22,9	24,9	22,5	28,5	
31	25,6		23,4		24,6	23,9		
média mensal	26,1	25,2	24,7	23,7	23,3	25,4	27,1	27,2

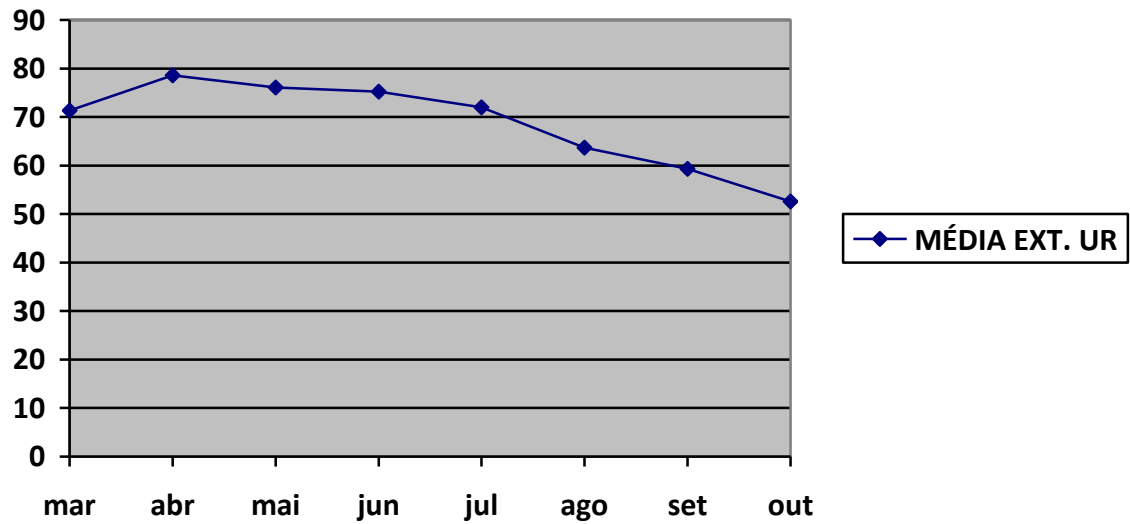
Fonte: Autor, 2018.

Tabela 5 – Média mensal da temperatura na área interna

TEMPERATURA								
(Graus Celsius)								
Média dos dias								
dias/meses	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out
1		25,0	24,2	24,4	22,9	23,5	22,7	24,8
2		26,1	24,1	24,9	22,9	23,0	23,4	24,7
3		26,5	24,6	24,5	23,2	23,4	24,4	
4		26,3	24,4	23,9	23,2	23,8	24,7	
5		26,1	24,8	24,6	23,6	23,7	24,3	
6		25,4	24,2	24,4	22,7	23,9	24,2	
7		25,1	24,6	24,7	22,3	23,4	23,5	
8		25,5	24,7	24,0	22,7	23,7	22,8	
9		24,9	24,6	24,4	23,0	24,5	23,6	
10		24,9	24,9	24,0	22,9	25,0	24,0	
11		24,5	25,1	23,6	23,4	25,3	23,8	
12		25,4	25,4	23,1	23,4	25,7	23,4	
13		25,6	25,2	23,0	23,2	25,0	23,0	
14		24,2	24,3	23,2	23,1	23,9	24,0	
15		23,8	24,5	23,2	23,0	24,0	24,2	
16		24,7	24,8	23,7	22,2	23,9	25,5	
17		24,6	24,5	24,0	20,6	23,8	25,0	
18		25,1	24,3	24,1	22,8	23,7	24,6	
19		25,5	25,2	23,4	22,0	23,3	24,4	
20		25,5	26,0	23,2	22,6	23,7	24,6	
21		24,6	23,3	23,5	22,3	23,5	24,9	
22		23,8	24,8	22,8	21,9	23,3	24,8	
23		24,9	24,6	22,1	22,7	23,4	24,3	
24		24,6	24,0	22,4	22,1	23,8	25,0	
25		24,9	23,4	22,5	22,5	23,8	24,6	
26		24,7	23,3	23,3	23,4	23,5	24,8	
27	26,2	24,7	22,8	22,3	22,6	23,3	25,4	
28	27,5	24,5	23,0	21,5	22,5	22,7	25,7	
29	24,9	23,9	23,6	21,6	22,8	22,7	25,9	
30	24,9	24,4	23,7	22,7	23,6	21,9	24,8	
31	24,9		23,6		23,4	22,6		
média mensal	25,7	25,0	24,3	23,4	22,8	23,7	24,3	24,7

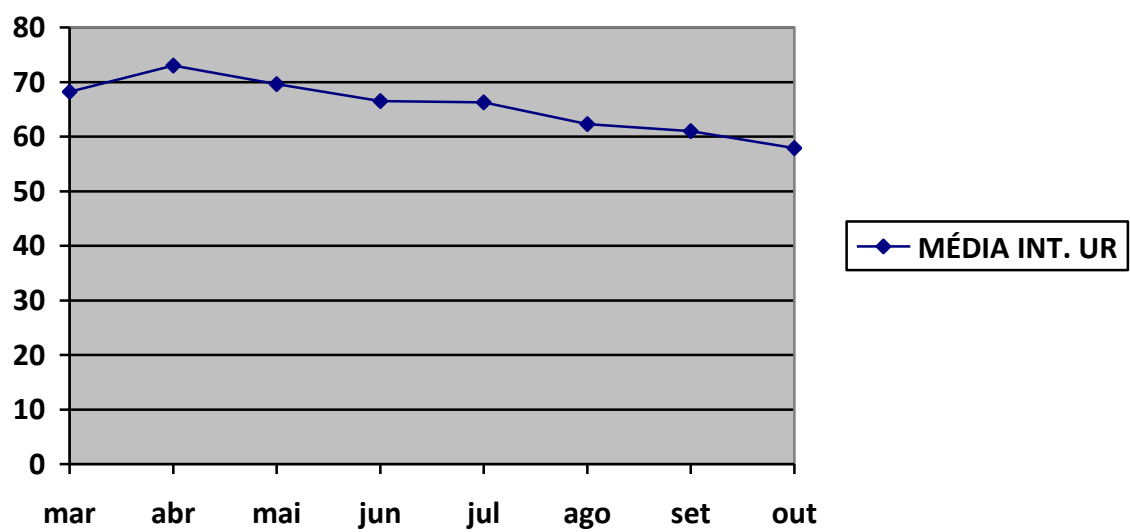
Fonte: Autor, 2018.

Gráfico 2 – Média mensal da umidade relativa na área externa da lavanderia.



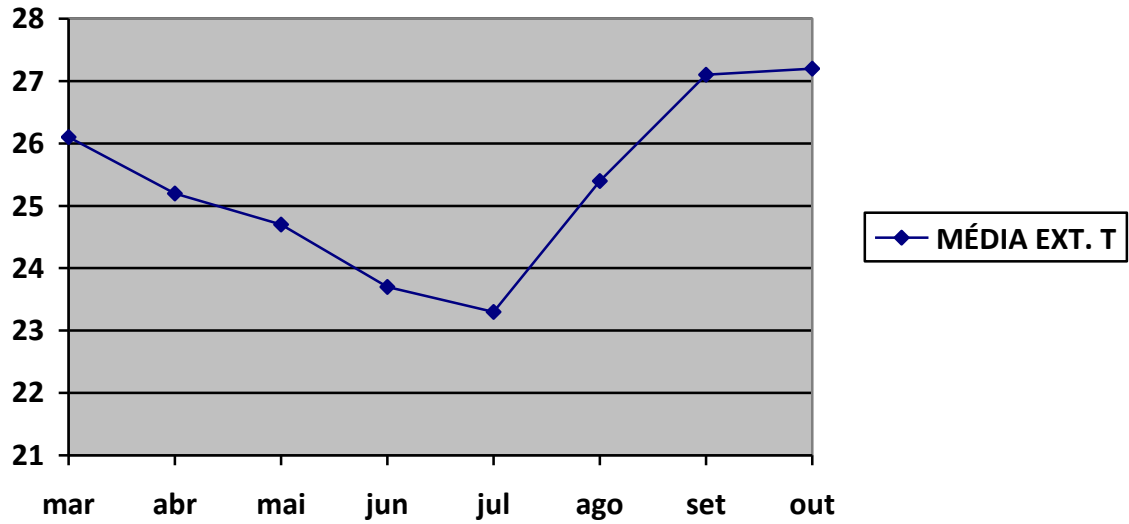
Fonte: Autor, 2018.

Gráfico 3 – Média mensal da umidade relativa na área interna da lavanderia.



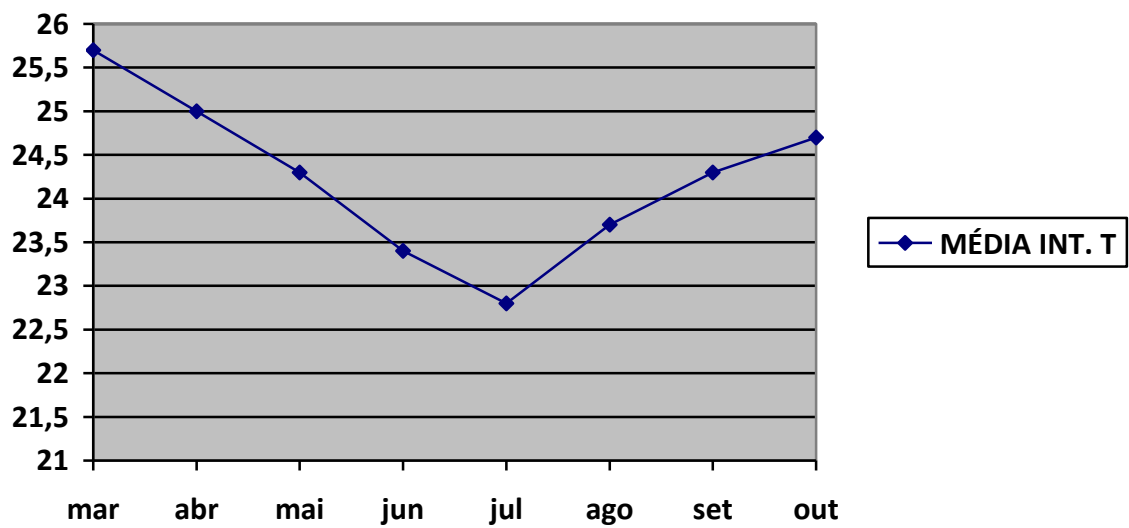
Fonte: Autor, 2018.

Gráfico 4 – Média mensal da temperatura na área externa da lavanderia.



Fonte: Autor, 2018.

Gráfico 5 – Média mensal da temperatura na área interna da lavanderia.



Fonte: Autor, 2018.

Na área externa, o mês com maior temperatura, 27,1°, e menor umidade relativa do ar, 59,3%, é setembro. Como também, o mês de menor temperatura, 23,3°, é em julho e o de maior umidade relativa do ar, 78,6%, é em Abril.

Com relação à área interna, próxima a entrada do galpão, com ventilação natural devido às paredes vazadas com cobogós e está afastada dos equipamentos e das máquinas da lavanderia. A variação de temperatura e umidade relativa do ar nos seis meses estudados foi menor, a temperatura máxima 25°, em abril, e mínima 22,8°, em julho, a umidade relativa máxima 73%, em abril e mínima 61%, em setembro.

Esta análise de temperatura e umidade relativa do ar na área interna da lavanderia serve para comparar com a análise feita por meio da termografia nos ambientes onde se localizam os equipamentos e as máquinas, diferenças altíssimas de temperatura, com o intuito de verificar o conforto térmico.

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Foram observados perda de energia nos processos, principalmente relativos a isolamentos térmicos e controle da umidade dos combustíveis da caldeira, e impactos ambientais gerados pela falta de técnicas aplicadas e recomendadas pelas normas pertinentes para uma boa gestão energética.

Abaixo o diagrama de causa e efeito que servirá de base para ações de melhorias em lavanderias de beneficiamento de jeans.

Figura 23 - Diagrama de causa e efeito

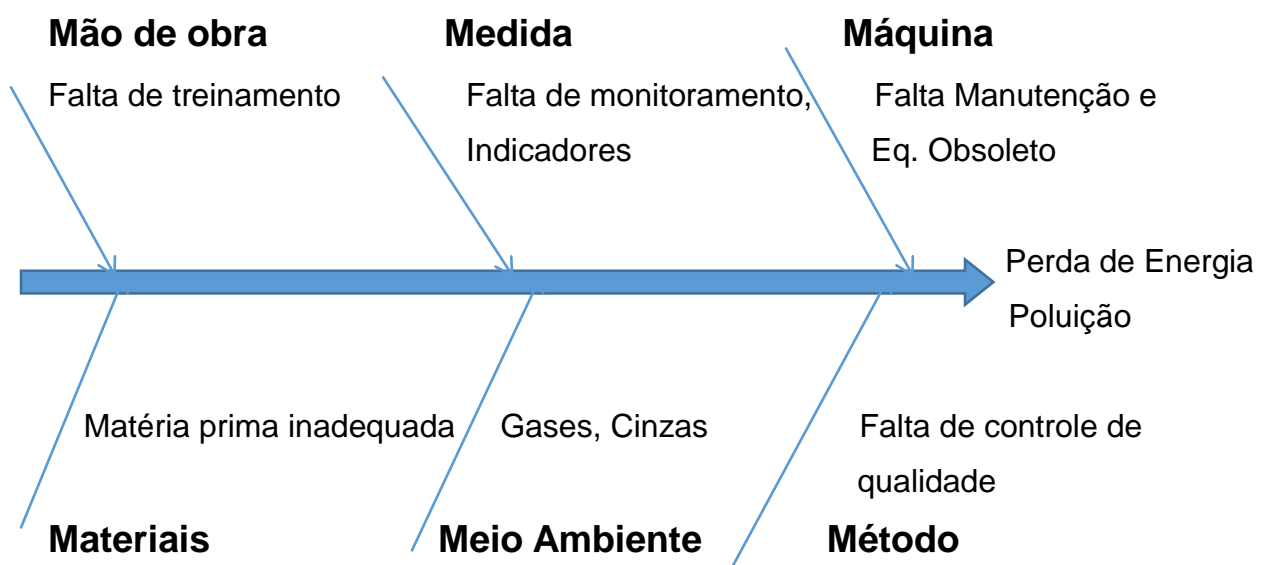


Figura 23 - Diagrama de Ishikawa. Fonte: Autor, 2018.

Este trabalho constatou que para uma estruturação da gestão energética de uma lavanderia de jeans da região do agreste do estado de Pernambuco pode ser feita com base na ABNT NBR ISO 50.001 e legislações pertinentes ao CONAMA e as normas regulamentadoras (NR) do Ministério do Trabalho, integrando assim as particularidades e dificuldades do ambiente no qual essas empresas estão inseridas, explicitando alternativas para evolução da gestão energética da empresa, como relacionados abaixo:

As instalações elétricas e térmicas deverão possuir manutenções corretivas e periódicas com a supervisão de um profissional habilitado. Em se tratando de um arranjo produtivo local e/ou de associação de lavanderias de Caruaru, poderão contratar de forma conjunta, diminuindo os custos por meio do volume de serviços.

Outro ponto é que os equipamentos e as máquinas devem ser periodicamente avaliados para evitar que os mesmos fiquem obsoletos gerando grandes consumos, recomenda-se que a substituição seja por linhas mais tecnológicas que economizem energia, tenha o selo Procel preferencialmente nível A.

Serão necessárias as execuções de projetos básicos para melhoramento dos processos de beneficiamento do jeans, visando conforto térmico, fluxos de serviços, economia de energia, controle ambiental e segurança do trabalho. Não se pode esquecer que alternativas de consumo e controle da água da caldeira deverão ser buscadas para evitar danos aos equipamentos e máquinas e gasto desnecessário de fontes de alimentação de água. O ensaio, tratamento e o reuso da água são necessidades a serem alcançadas.

O material usado como combustível, a lenha, deverá vir de fornecedor registrado nos órgãos competentes, ela deverá ser de origem de árvore certificada para uso específico, de reflorestamento. A procura e o uso por alternativas de materiais para consumo de combustíveis nas caldeiras deverá existir de forma controlada. Casca de coco, resíduos de madeira urbanos, cavacos e principalmente briquetes poderão ser utilizados com planejamento para diminuir os custos e também os impactos ambientais.

De acordo com o ensaio de umidade realizado e as fotos termográficas na lenha, verificou-se no estoque da lenha, que na superfície é mais quente e com menos umidade do que na região interna, o armazenamento de forma linear, sem muitas camadas, onde o calor incide diretamente na lenha, acelera a diminuição da

umidade, bem como, também, a utilização de prateleiras suspensas e abertas para facilitar o processo de ventilação na lenha.

No período de abril a julho, foram verificadas baixa temperatura e alta umidade relativa do ar, período das chuvas, portanto, a estocagem externa da lenha fica inviável.

Durante o inverno e em chuvas periódicas a estocagem a céu aberto aumentam o índice de umidade na lenha, devido à lenha estar exposta à chuva e à alta umidade relativa do ar. Portanto, é necessário que o local de estocagem da lenha seja coberto. A área interna, principalmente, próxima à caldeira, é muito favorável para o estoque de lenha.

O conforto térmico é reduzido nos ambientes de equipamentos e máquinas que utilizam energia térmica nas suas atividades.

Recomendações para a gestão energética nas lavanderias de jeans em Caruaru-PE:

Uma das estratégias mais utilizada no setor têxtil para manter competitivo no mercado é a inovação, associada à tecnologia.

Alternativas de energias, como a solar fotovoltaica, deverão ser levadas em conta para redução do custo de energia e diminuição dos impactos ambientais, uma vez que o sistema atende a gestão de energia.

A computação e o desenvolvimento de materiais sustentáveis estão cada vez mais presentes no universo da moda. A evolução tecnológica dos tecidos é de essencial importância e pode ser um diferencial para o sucesso do negócio.

A renovação traz novas perspectivas de mercado, agregando valor ao produto ao mesmo tempo reavaliando os custos. Determinados processos biológicos usados na fase de tingimento, reduzem em média, 30% no consumo de água e energia elétrica.

Alguns Softwares que criam os desenhos e máquinas aceleram a eficiência, Mesmo com um investimento inicial considerável, conseguem reduzir o custo de mão de obra e aumentar a produtividade em pouco tempo.

A otimização é hoje uma questão de sobrevivência, desenvolvendo melhorias e fazendo a integração dos métodos de trabalho. Potencializar a produção é um desafio exigindo análise e planejamento, contudo é compensador.

A realização da otimização nas lavanderias de jeans deve iniciar com um mapeamento de todas as etapas de trabalho. Um especialista tem que visualizar cada fase de cada processo, com todos os mecanismos envolvidos. Com esse mapa de trabalho se planeja ações de correção e de integração entre os setores.

Constituir indicadores para medição de performance, os resultados se torna mais ágil e preciso, onde representa uma base mais real e exata para direcionar as tomadas de decisão.

As medidas importantes podem ser implementadas para melhorar o desempenho das lavanderias de jeans. Entre as principais, são os pilares da sustentação: pessoas, tecnologia e gestão. A capacitação dos funcionários é um dos pontos fortes para melhoria da empresa.

Com o objetivo de reduzir custos sem comprometer a qualidade do produto alguns métodos de trabalho foram criados. Dois métodos importantes são: *Just in Time* e a *Lean Manufacturing*.

O *Just in Time* é um modelo de gestão inspirado na experiência da japonesa Toyota, que propõe a adequação do volume produzido à demanda de pedidos. Dessa forma, todos os recursos estarão limitados de acordo com a procura, sem estoque ou pessoal excedente.

A *Lean Manufacturing*, ou Produção Enxuta em português, é uma abordagem que busca identificar e eliminar desperdícios. O conceito defende a melhoria contínua e a eficiência com a utilização dos recursos estritamente necessários para executar as tarefas.

Para os resultados mapear os processos e criar indicadores de qualidade são essenciais para que a otimização resulte em economia e lucratividade. Os números ajudarão a identificar chances de melhoria e o mapeamento poderá mostrar exatamente onde está ocorrendo falha.

A criação de uma legislação própria para as lavanderias de beneficiamento de jeans em Pernambuco, contendo incentivos fiscais e financiamentos com taxas reduzidas para investimento no setor, favorece a fiscalização dos órgãos competentes e o desenvolvimento sustentável da empresa.

Recomenda-se a elaboração de um manual de uso para gestão energética de lavanderias de beneficiamento de jeans em Pernambuco vem a facilitar as informações básicas para controle e melhoramento da energia na empresa.

Finalizando, o aperfeiçoamento de processos existe para reduzir despesas e melhorar os custos, acontecendo a partir da melhoria contínua dos métodos de trabalho.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIT – Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção. Cartilha Indústria Têxtil e de Confecção Brasileira. Brasília. 2013. Disponível em: <http://www.abit.org.br/conteudo/links/publicacoes/cartilha_rtcc.pdf>.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL, Despacho N° 720, de 25 de Março de 2014.

ALC, Associação das Lavanderias de Caruaru, 2017, Associados das Lavanderias, Disponível em: <<https://alcaruaru.wordpress.com>>.

ARAUTERM, *Poder calorífico dos materiais usados como combustível*, disponível em: <<http://www.arauterm.com.br>>, acessado em novembro/2017.

ARNFIELD, A.J. *Two Decade of Urban Climate Research: A Review of Turbulence, Exchanges of Energy and Water, and The Urban Heat Island*. International Journal of Climatology, v.23 (2003) 1-26.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, ABNT - NBR – 14001/2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, ABNT - NBR ISO 50001/2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, ABNT - NBR-7190/1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, ABNT - NBR 15575/2013.

BARAÚNA, E. E. P.; OLIVEIRA, V. S. *Umidade de equilíbrio da madeira de Angelim vermelho (Dinizia excelsa Ducke), guariúba (Clarisia racemosa Ruiz & Pav.) e taurari vermelho (Cariniana micrantha Ducke) em diferentes condições de temperatura e umidade relativa*. Acta Amazonica, v. 39, n. 1, p. 91-96, 2009. DOI: 10.1590/S0044-59672009000100009.

BARBOSA, V., Revista exame-abril, Publicado em 9 jan 2014, disponível em: <<https://exame.abril.com.br/economia/os-paises-lideres-em-eficiencia-energetica-brasil>>.

BARROS, I. S., *III ENCONTRO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA FACULDADE SENAC PE* 18 e 19 de novembro de 2009.

BAZZO, E. *Geração de Vapor*, Editora da UFSC, Florianópolis, 1995.

BIZZO, W. A., *Geração, Distribuição e Utilização de Vapor*, Apostila de Curso, Faculdade de Engenharia Mecânica, Unicamp, 2003.

BLASELBAUER, H. *Combustão de madeira e controle de poluição em cerâmicas*. Revista Novacer. Criciúma, v. 5, jun. 2010. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/86317349/Combustao-de-Madeira-e-Controle-de-Poluicao-Em-Ceramicas>>. Acesso em: 23 jan. 2014.

BRAGA, A., Pereira, L. A. A., Saldiva, P. H. N. *Poluição e Seus Efeitos na Saúde Humana*. In: Seminário sobre sustentabilidade na geração e uso de energia. Campinas - SP: UNICAMP, 2002. 20p. Disponível em: <http://libdigi.unicamp.br/document/?code=1039>. Acesso em 04 de Abril de 2018.

BRITO, G. A.. *Sustentabilidade: um desafio para as lavanderias industriais*, REDIGE v. 4, n. 02, ago. 2013.

BRUNO, F. S., “A quarta revolução industrial do setor têxtil e de confecção”: a visão de futuro para 2030 / Flavio da Silveira Bruno. – 2. ed. – São Paulo : Estação das Letras e Cores, 2017.

CARTILHA DA WEG/GESTÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, Disponível em: <<http://www.weg.net/eficienciaenergetica>>. Acesso em: 12. dezembro. 2017. Carvalho Júnior, J. A., Lacava. P. T., Emissões em Processos de Combustão, Editora UNESP, 2003.

CARVALHO JÚNIOR, J. A., McQuay, M. Q., *Princípios de Combustão Aplicada*, Editora da UFSC, 2007.

CASSIANO, C.; SOUZA, A.P.; STANGERLIN, D.M.; PAULINO, J.; MELO, R.R. *Sazonalidade e estimativas da umidade de equilíbrio de madeiras amazônicas em Sinop*, Estado do Mato Grosso. Scientia Forestalis, v. 41, n. 4, p. 457-468, 2013.

CITEVE - Centro Tecnológico das Industrias Textil e do Vestuário de Portugal. Estudo das dificuldades das empresas do setor têxtil e vestuário no cumprimento de legislação ambiental. Vila Nova de Famalicão, Portugal, 2012. Disponível em: <http://www.citeve.pt/artigo/sicacr_desen_susten>. Acesso em: 10 de julho de 2017.

COMISSÃO EUROPEIA, têxteis e vestuário dimensão do setor externo; 2009. disponível em: <http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/Textiles/Statistics/index.htm>

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 3, de 28 de junho de 1990.

CONAMA, Resolução Conama nº 382, de 26 de dezembro de 2006 Publicada no DOU nº 1, de 2 de janeiro de 2007, Seção 1, página 131-137.

CPRH. Relatório Ambiental das Lavanderias de Toritama. CPRH. Recife, 2004. CPRH/FNMA. Inventário Nacional dos Resíduos Sólidos Industriais - Pernambuco. Convênio CPRH/FNMA. Recife, 2003.

CUNHA, W. L., 2016, *China Blue* - Visão sobre o documentário, Disponível em: <<http://www.administradores.com.br>> Acesso em: 10/01/2018.

CUNHA, M. P. S. C. et al. *Estudo químico de 55 espécies lenhosas para geração de energia em caldeiras*. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA, 3., 1989, São Carlos. Anais... São Carlos: UFSCar, 1989. v. 2, p. 93-121.

COMISSÃO EUROPEIA, 2009a. *Estatísticas sobre têxteis*. Disponível em: http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/textiles/statistics/index_en.htm.

COMISSÃO EUROPEIA, 2009b. *Têxteis e vestuário indústria-externo dimensão*. Disponível em: http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/textiles/statistics/index_en.htm.

DE FUSCO, J. P., McKenzie, P. A., Stirgwolt, W. R. (2010), *A Comparison of Fluid-Bed Technologies for Renewable Energy Applications*, Babcock & Wilcox Power Generation Group, Inc. Barberton, Ohio, U.S.A. Disponível em: <<http://www.santana.ind.br/pt/noticia/exibe/44>>. Acesso em: agosto/2017.

ELETROBRÁS, DICAS DE ECONOMIA DE ENERGIA POR SETOR DE CONSUMO Superintendência de Eficiência Energética, 2016.

FADE, UFPE. *Estudo de caracterização econômico do pólo de confecções do Agreste Pernambucano*. Relatório final apresentado ao SEBRAE-PE. Recife. 2003.

FRANCISCO, R. P., *Estudo termoquímico da queima de combustíveis em caldeiras usando balanços de energia*, São João Del Rei – Mg, 2012.

GALVÃO, A. P. M. *Estimativas da umidade de equilíbrio da madeira em diferentes cidades do Brasil*. IPEF, v. 11, n. 1, p. 53-65, 1975.

GONÇALVES, F. G.; SILVA, A. G.; FERRARO, A. C.; COSTA, N. N. M.; SOUZA, R. A. B.; TOSATO, A. F. Captação de líquido pirolenhoso da carbonização da madeira de *Eucalyptus cloeziana* em forno rabo quente. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, Recife, v.5, n.2, p.232-237, 2010.

GRUPO SANTANA TEXTILES. *Denim e jeans: uma dupla que deu certo*, 2013.

GUTTERRES, M.; *Desenvolvimento Sustentável em Curtumes*. *Revista Tecnicouro*, Novo Hamburgo, Dezembro, p. 108-120, 2004.

HASANBEIGI, A., *Uma revisão do uso de energia e tecnologias de eficiência energética para a indústria têxtil*. Publicado pela Elsevier Ltd. doi:10.1016/j.rser.2012.03.29.

IBGE, *Brasil em Síntese, Pernambuco, Caruaru, Panorama*, 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/caruaru/panorama>.

IEA - International Energy Agency. (2015). *Energy and climate change*. World Energy Outlook Special Report. Paris. doi:10.1038/479267b.

KAWÁS, H. B. *Monitoramento das emissões atmosféricas de caldeiras de projetos distintos*. 2014 43 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Ambiental) —Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2014.

KILIC, A. e NIEMZ, P. *Extractives in some tropical woods*. *European Journal of Wood and Wood Products*, v. 70, n. 1, p. 79-83, 2012. DOI: 10.1007/s00107-010-0489-8

LBNL (*Lawrence Berkeley National Laboratory*), 2007. *China energia Databook* versão 7.0. Disponível em: <http://china.lbl.gov/research/china-energy-databook>.

LEE, M. *Eco Chic: o guia de moda ética para a consumidora consciente*. São Paulo: Editora Larousse, 2009.

LEONARDO ENERGY BRASIL, *Guia para Aplicação da Norma ABNT NBR ISO 50001- Gestão de Energia*, 2017. Disponível em: <http://www.leonardo-energy.org.br>.

LIMA, R.N.O., *Apostila de MAT I – Máquinas Térmicas I*, Curso de Engenharia Mecânica, Departamento de Ciências Térmicas e Fluidos (DCTEF) da Universidade Federal de São João Del-Rei (UFSJ), 2003;

MACEDO, J. C. F. (2006), *Análise Térmica e Ambiental da Queima do Lodo Primário da Fabricação de Papel e Celulose em Caldeira de Biomassa à Grelha*, Itajubá, 196p. Dissertação (Mestrado em Conservação de Energia) - Instituto de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Itajubá.

MAEDA, S; SILVA, H. D.; CARDOSO, C., *Resposta de Pinus taeda à aplicação de cinza de biomassa vegetal em Cambissolo Húmico, em vaso*. *Pesquisa Florestal Brasileira*, Colombo. N 56, pg. 43-52. Jan/jun. 2008

MARIO, M.; *“Uso da Termografia como Ferramenta Não Destrutiva para Avaliação de Manifestações Patológicas Ocultas”*; Trabalho de Diplomação em Engenharia Civil; Universidade federal do Rio grande do Sul; 2011.

MARTINS, R., *Gestão de Processos: Demanda dependente e Independente*, 2013.

MOREIRA, L. C. O.; *Comparação entre os poluentes atmosféricos e ruídos emitidos por uma caldeira flamotubular movida a gás natural e a óleo combustível BPF 2A*. Campo Grande, 2007. 145p. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Ambientais) - Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Brasil.

MOREIRA, L. C. O. *Comparação entre os poluentes atmosféricos emitidos por uma caldeira flamotubular movida a gás natural e a óleo combustível BPF 2A*. *Interações* (Campo Grande)[online]. 2012, vol.13, n.1, pp. 49-57. ISSN 1518-7012. Disponível em:<<http://dx.doi.org/10.1590/S1518-70122012000100005>>. Acesso em: 20 jan. 2017.

NETO, A., *Noções sobre termografia curso: inspeções de equipamentos e instalações Petrobras*. Rio de Janeiro: Íntegra, 2004..

NORMA REGULAMENTADORA, NR 13, Ministério do Trabalho e Emprego do Brasil, 2014.

PROCEL, Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, guia básico, 2009.

PROCEL, 2018, Segundo Plano Anual De Aplicação de Recursos do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Lei nº 13.280/2016).

Qiu, L.D., 2005. *China's Textile and Clothing Industry*. Available at: <http://www.bm.ust.hk/~larryqiu/China-Textile.pdf>.

RAMIREZ, N.J.M., AGEITEC – Agência Embrapa de Informação Tecnológica, CPRH, Disponível em: <<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br>>, acessado em dezembro/2018.

RIBEIRO, A. P. R. A., *Influência da Qualidade do Carvão e das Condições Operacionais no Processo de Combustão de uma Usina Termelétrica*, Dissertação de Mestrado, UFSC, Florianópolis, 2002.

RIBEIRO, I.; VICARI, C. C. *Análise de viabilidade econômica para secagem de milho com gás liquefeito de petróleo*. Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste, 2005.

ROBBINS, S. P., *Comportamento Organizacional*. São Paulo: Pearson – Prentice Hall, 2009.

SANTOS, F. J. *Combustão Fluidizada de carvão mineral e combustíveis vegetais*, Campinas, 106p. Dissertação - Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 1981.

SANTOS, S., *Impacto Ambiental causado pela Indústria Têxtil*, UFSC - Engenharia de Produção e Sistemas - PPGEP - Centro Tecnológico - Trindade - Florianópolis Santa Catarina, 2011.

SEBRAE. *Estudo Econômico do Arranjo Produtivo Local (APL) de Confecções do Agreste Pernambucano*, 2012. Disponível em: http://www.sebrae.com.br/uf/pernambuco/downloads/estudos-e-pesquisas/copy2_of_aprenda/estudo-economico-do-apl-de-confeccoes-do-agreste.pdf. Acesso em dezembro de 2017.

SHANMUGANANDAM D., *Estudo sobre reboque para uma torção*; 1997.

SHREVE, N.; BRINK JR., Y. A., 1977, *Chemical Process Industries.*, Mc Graw Hill kogakusha., Tokyo.

SILVA, G. L.; BARROS, C. R.; REZENDE, R. B.. *Diagnóstico ambiental das lavanderias de jeans de Toritama*. 23º Congresso Brasileiro de engenharia sanitária e ambiental, Campo Grande, Minas Gerais. 2005.

SILVA, M. V. A.; SILVA, A. L.; BRITO, D. J. M.; BRANCO, D. K. S.; FERREIRA M. O. *A questão ambiental no polo de confecções de Caruaru: Um primeiro ensaio à luz*

dos instrumentos econômicos de proteção ambiental. Revista Estudos do CEPE, Santa Cruz do Sul, n. 35, p. 108-132, jan./jun. 2012.

SILVA, R. S. S.; SILVA, E. A. A., *Análise de efluentes em uma lavanderia têxtil*. In: XVIII CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 18, 2010, Recife: UFPE, 2010. Disponível em: <http://www.contabeis.ufpe.br/propesq/images/conic/2010/conic/n_pibic/70/107111132SCNO.pdf>. Acesso em: 10 out. 2017.

SIQUEIRA, J.S.; SOUZA, C. A. G.; SOUZA, J. A. S., *Reaproveitamento de cinzas de carvão mineral na formulação de argamassas*, Programa de Pós Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal do Pará, UFPA/PPEQ, Belém, PA 66075-110, 2012.

SOUZA, A. P. C.; SOUZA, E. A. M.; PEREIRA, N. C.. *Análise da utilização do Coagulante Policloreto de Alumínio (PAC) na remoção da cor, turbidez e DQO de efluente de lavanderia têxtil*. XX Congresso brasileiro de engenharia química. Florianópolis, SC. 2014.

TAVARES, M. C., *Gestão Estratégica*. Atlas AS, 2008.

TEIXEIRA, F. N., Lora, E. E. S., *Suprimento Energético para Termelétricas*, in: *Geração Termelétrica: planejamento, projeto e operação*, Coordenadores: Lora, E.E.S.; Nascimento, M.A.R., Editora Interciência, Rio de Janeiro, 2004.

THOMAZ, E. *Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação*. São Paulo, Ed. PINI, 1992.

TORREIRA, R. P., *Geradores de Vapor*. Editora Libris, São Paulo, 1995.

UNIDO - United Nations industrial Development Organization. (2013). *Practical Guide for Implementing an Energy Management System*. Viena.

U.S.DOE, Estados Unidos, departamento de energia, 2010, pesquisa de consumo de energia (São MEC's)-2006 de fabricação. Disponível em: <http://www.eia.doe.gov/emeu/mecs/mecs2006/2006tables.html>.

USDL, *U.S Department of Labor, 2010. Career Guide to Industries, 2010-11 Edition - Textile, Textile Product, and Apparel Manufacturing*. Available at: <http://www.bls.gov/oco/cg/cgs015.htm#addinfo>.

VAREJÃO-SILVA, M. A., *Meteorologia e climatologia*. Brasília, DF: INMET, 2006. 463 p.

XAVIER, J. (2005). *Manutenção preditiva caminho para a excelência*. Minas Gerais: Tecém.

8 ANEXOS

Anexo 1 – CARTA JUCEPE



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PÓS-GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA AMBIENTAL - PPEAMB

À

Presidência da Junta Comercial de Pernambuco – JUCEPE

Taciana Coutinho Bravo – M.D. Presidente

Recife, 03 de Maio de 2018.

Solicitamos, para fins de pesquisa na área de Mestrado em Engenharia Ambiental pelo Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental – PPEAMB da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, os nomes e o CNPJ das empresas credenciadas com os números de CNAE no Estado de Pernambuco abaixo:

CNAE 1340501 – Estamparia e texturização em fios, tecidos, artefatos têxteis e peças do vestuário;

CNAE 1340502 – Alvejamento, tingimento e torção em fios, tecidos, artefatos têxteis e peças do vestuário;

CNAE 9601701 – Atividades secundárias das lavanderias;

CNAE 9601702 – Tinturarias e lavanderias.

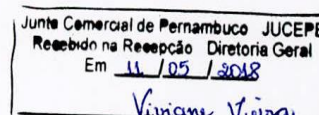
Esses números de CNAE representam as indústrias de Lavanderias do Estado de Pernambuco, sendo estes o público alvo da pesquisa.

Dúvidas e maiores esclarecimentos contato com Cristiano José da Silva – (81) 99291-7749 e Mirella Alexandre Viana – (81) 99694-5035.

As informações podem ser respondidas por e-mail: romildomorant@gmail.com com cópia para crisjs45@yahoo.com.br e mirellaviana@hotmail.com.

Respeitosamente,

Prof. Dr. Romildo Morant de Holanda
 Professor Permanente da UFRPE
 Contato: (81) 99980-9803



Anexo-2- Modelo de questionário

CHECK-LIST – LAVANDERIAS de CARUARU

Projeto: Gestão energética de lavanderias de jeans em Caruaru-PE.	
Nome da empresa visitada/ Responsável: LAVANDERIA 1	
Data/Horário: 17/05/2017 / 11:20	
Local/ Endereço comercial: SALGADO	
Participantes do projeto: CRISTIANO SILVA	
Número de visitas:	Condições do tempo:
Perguntas: a) Fonte atual de energia – Lenha / Energia Elétrica.	Observações:
1-Existe fornecedor da lenha?	SIM
2-São emitidas notas fiscais de compras das lenhas?	SIM
3-Qual o consumo de lenha por dia?	2 METROS DE LENHA, E TAMBÉM USAMOS BRIQUETES DE CANA.
4-De onde vem a lenha fornecida?	DO SERTÃO
5-Quais os tipos de espécies de origem das lenhas?	ALGAROBA E RESIDUS DE MOVELARIA
6-Existem projetos de reflorestamento na localidade?	NÃO SABEMOS
7-Existe armazenamento da lenha?	SIM
8-O local de armazenamento da lenha é coberto?	SIM
10-Quanto de lenha é estocado?	20 A 30 METROS

11-Existe controle de qualidade da lenha?	SIM
12-Como é feito o transporte da lenha?	CAMINHÃO
13-Onde é colocado os restos da lenha queimada?	PELO ATERRO SANITARIO
14-Existe outro tipo de matéria prima para a queima?	LENHA, BRIQUETE E RESIDUS DE MOVELARIA.
15-Qual o consumo de energia elétrica?	10 MIL
Perguntas: b) Plano de trabalho	Observações:
1-Quantos funcionários operam na empresa?	50
2-Existem treinamentos dos funcionários?	SIM
3-Todos os funcionários são registrados?	SIM
4-Qual a quantidade de horas trabalhadas por dia?	9 E CINCO DIAS POR SEMANA
5-Existe consultoria para qualificar os funcionários?	NÃO
Perguntas: c) Higiene e Segurança do trabalho	Observações:
1-São feitos exames de admissão e demissão?	SIM
2-Quantidade de licenças médicas por mês?	SÃO MUITOS POUCOS AS LICENÇAS MEDICAS
3-São utilizados EPI's?	SIM
4-Existem sanitários adequados?	SIM

5-Existe plano de emergência - primeiros socorros?	SIM
6-Existe projeto de incêndio?	SIM
7- Existe risco de explosão?	NÃO
8-Existe manutenção predial?	SIM
9- Qual a temperatura no local de trabalho?	NORMAL
Perguntas: d) Equipamentos	Observações:
1-Qual o estado dos equipamentos?	BOM
2-Qual o tempo de uso dos equipamentos?	MEDIA 6 MESES
3-As instalações são bem feitas?	SIM
4-Existe manutenção dos equipamentos?	SIM
Perguntas: e) Normas e Legislação	Observações:
1-Existe licença para funcionamento da empresa?	SIM
2-As normas técnicas da ABNT foram consideradas? (ISO 50001)	SIM
3-Quais os órgãos que fiscalizam a empresa?	CPRH, VIGILÂNCIA SANITARIA, POLÍCIA FEDERAL.
4-Os equipamentos são vistoriados periodicamente?	SIM

5-Qual a altura da chaminé? Tem algum tipo de filtro?	20 METROS, SIM TIPO CICRONE.
6-São feitos ensaios dos gases emitidos? Tipos?	SIM, ANALISE DA CHAMINE, E ANALISE DE AGUA.
Perguntas: f) Sustentabilidade	Observações:
1-Existe algum projeto social da empresa? Responsabilidade social?	SIM, AJUDA OS FUNCIONARIOS.
2- Existe algum passivo ambiental?	SIM
3-Qual a relação da empresa com a população local?	BOA
4-Existe algum tipo incentivo fiscal do município para a empresa?	NÃO
5-O local é apropriado para o funcionamento da empresa?	NÃO, E ARÉA URBANA
6-O meio ambiente é respeitado?	SIM
7-Existe algum plano para uso de energia renovável limpa?	NÃO
8- O município depende economicamente do funcionamento da empresa (CONTRIBUIÇÃO/IMPOSTOS)?	EM PARTES SIM.

Prazo de Vigência:	Início	Término
Denúncia:		
Ocorrências:		
Relatório detalhado acerca das condições/qualidade dos serviços prestados (descrição e observações):	Avaliação	
	Positiva	Negativa
	SIM	

Fonte: Manual de Fiscalização do Ministério Público de São Paulo, adaptado pelo autor, 2017.

Anexo 3- Poder calorífico dos materiais usados como combustíveis:

COMBUSTÍVEL	PCI	COMBUSTÍVEL	PCI
Álcool de cana	5.500 kcal/l	Gás natural	9.000 kcal/m ³
Aparas vinilo	6.300 kcal/kg	Lascas de madeira	3.300 kcal/kg
Bagaço de cana (20% água)	3.200 kcal/kg	Lenha (40% água)	2.400 kcal/kg
Bagaço de cana (50% água)	1.800 kcal/kg	Lenha (seca) (12% água)	3.800 kcal/kg
Bambõe (10% água)	3.700 kcal/kg	Madeira de caixotes	3.800 kcal/kg
Borra de café	1.570 kcal/kg	Madeira muito seca	4.800 kcal/kg
Carvão de babaú	7.000 kcal/kg	Madeira de pinho (seca ao ar)	3.500 kcal/kg
Carvão mineral-Cambul/PR	6.200 kcal/kg	Madeira verde	2.500 kcal/kg
Carvão mineral-Charqueadas/RS	3.100 kcal/kg	Óleo combustível 1A	9.550 kcal/kg
Carvão mineral-Mina do Leão/RS	4.200 kcal/kg	Óleo combustível 2A	9.431 kcal/kg
Carvão mineral-Tubarão/SC	4.500 kcal/kg	Óleo combustível 3A	9.388 kcal/kg
Carvão vegetal	7.500 kcal/kg	Óleo combustível 4A	9.291 kcal/kg
Casca árvore	2.200 kcal/kg	Óleo combustível 7A	9.290 kcal/kg
Casca algodão	3.000 kcal/kg	Óleo de algodão	8.050 kcal/l
Casca de amêndoa dendê	4.800 kcal/kg	Óleo de amendoim	8.000 kcal/l
Casca de arroz (12% água)	3.300 kcal/kg	Óleo de babaçu	7.770 kcal/l
Casca de babaçu	4.000 kcal/kg	Óleo de soja	8.125 kcal/l
Casca de cacau (8% água)	3.900 kcal/kg	Óleo diesel	8.466 kcal/l
Casca de café	3.800 kcal/kg	Palha de amendoim (12% água)	3.100 kcal/kg
Casca de caju	4.700 kcal/kg	Palha de trigo (20% água)	3.200 kcal/kg
Casca de côco	4.000 kcal/kg	Papel	4.200 kcal/kg
Casca de eucalipto	3.750 kcal/kg	Piche alcatrão	8.600 kcal/kg
Casca de tanino (68% água)	800 kcal/kg	Pó de linho	4.000 kcal/kg
Casca de soja	3.300 kcal/kg	Pó de madeira fino (seco)	4.000 kcal/kg
Cavaco (eucalipto)	4.300 kcal/kg	Pó de madeira grosso(seco)	4.200 kcal/kg
Cavacos de pinho	2.500 kcal/kg	Pó tabaco	2.300 kcal/kg
Coque de gás	5.400 kcal/kg	Querosene	8.300 kcal/l
Coque de lenha	7.600 kcal/kg	Recortes de couro (14% água)	4.400 kcal/kg
Coque metalúrgico	7.200 kcal/kg	Resíduos de juta	3.800 kcal/kg
Fibras de palmeira (48% água)	2.000 kcal/kg	Restos de borracha	4.000 kcal/kg
Fibras de palmito	3.800 kcal/kg	Sementes de girassol (9,5% água)	4.300 kcal/kg
Filme polietileno	5.600 kcal/kg	Serragem de pinho (40% água)	2.000 kcal/kg
Gás de água	4.000 kcal/m ³	Serragem seca (20% água)	3.500 kcal/kg
Gás de água carburetado	6.000 kcal/m ³	Serragem + Cepilho (seco)	4.600 kcal/kg
Gás alto forno	700 kcal/m ³	Sisal (11% água)	3.400 kcal/kg
Gás de biodigestor (biogás)	5.000 kcal/m ³	Sobra de serraria (pinho)	4.160 kcal/kg
Gás de coqueira	4.300 kcal/m ³	Tecido nailon	7.300 kcal/kg
Gás de gasogênio	1.260 kcal/m ³	Trapos de pano	4.200 kcal/kg
Gás de nafta	4.750 kcal/m ³	Turfa (seca ao ar 25 a 6% água)	3000-5000 kcal/kg
Gás GLP (50%)	11.200 kcal/kg		

Fonte: ARAUTERM, 2017.

Anexo 4: Resumo dos três questionários aplicados

DADOS DO CHECK LIST DAS LAVANDERIAS DE CARUARU		05/2017 A 12/2017		
DADOS DE PESQUISA	LAVANDERIA 1	LAVANDERIA 2	LAVANDERIA 3	OBSERVAÇÕES
LOCALIZAÇÃO (BAIRRO)	SALGADO	MAURÍCIO DE NASSAU	AGAMENON MAGALHÃES	
FONTE DE ENERGIA	ELÉTRICA E TÉRMICA	ELÉTRICA E TÉRMICA	ELÉTRICA E TÉRMICA	
FORNECEDOR OFICIAL DE LENHA	SIM	SIM	SIM	
EMIÇÃO DE NOTA FISCAL	SIM	SIM	SIM	
CONSUMO DE LENHA (DERIVADOS)-DIA	2,00M3	1,00M3	3,00M3	
ORIGEM DA LENHA	SERTÃO-PE	AGRESTE/SERTÃO-PE	PARAÍBA	
TIPOS DE LENHA	ALGAROBA	ALGAROBA	ALGAROBA	
EXISTÊNCIA DE PROJETOS DE REFORESTAMENTO NO LOCAL	NÃO SABE	SIM	NÃO	
LOCAL APROPRIADO E COBERTO PARA ARMAZENAR LENHA	SIM	SIM	SIM, EM PARTE	
QUANTIDADE ESTOCADO DE LENHA	20 A 30,00M3	30M3	45 A 50M3	
CONTROLE DE QUALIDADE DA LENHA	SIM	SIM	SIM	
TIPO DE TRANSPORTE DA LENHA	CAMINHÃO ABERTO	CAMINHÃO ABERTO	CAMINHÃO ABERTO	
DESTINO DAS CINZAS	ATERRO SANITÁRIO CARUARU	ATERRO SANITÁRIO	ATERRO SANITÁRIO	
OUTRO TIPO DE MATERIAL PARA QUEIMA	RESÍDUOS DE MOVELARIA E BRIQUETES DE CANA	NÃO	CASCA DE COCO SECO	
CUSTO COM ENERGIA ELÉTRICA	R\$ 10.000,00	1000KW/H	3400KW/H	
PLANO DE TRABALHO				
QUANTIDADE DE FUNCIONÁRIOS	50	5	36	
TREINAMENTO PROFISSIONAL	SIM	SIM	SIM	
CARTEIRA ASSINADA	SIM	SIM	SIM	
HORAS TRABALHADAS -SEMANAL	45H	40H	45H	
PRODUÇÃO - MENSAL	20.000 A 30.000 PEÇAS	20.000 PEÇAS	40.000 PEÇAS	MÊS DE FESTA= LAV. 1 E 3 = +50.000 PEÇAS
EXISTÊNCIA DE CONSULTORIA TÉCNICA	NÃO	SIM	SIM	
HIGIENE E SEGURANÇA DO TRABALHO				
EXAMES ADMISSÃO E DEMISSÃO	SIM	SIM	SIM	
LICENÇA MÉDICA - MÊS	POUCA	POUCA	2 LICENÇAS	
USO DE EPI'S	SIM	SIM	SIM	
SANITÁRIOS/VESTIÁRIOS ADEQUADOS	SIM	SIM	SIM	
CIPA	SIM	SIM	SIM	
PROJETO DE INCÊNDIO	SIM	SIM	SIM	
RISCO DE EXPLOSÃO	NÃO	SIM, CALDEIRA	SIM, CALDEIRA	
MANUTENÇÃO PREDIAL	SIM	SIM	SIM	
TEMPERATURA AMBIENTE	NORMAL	30°	28° A 32°	
EQUIPAMENTOS				
ESTADO	BOM	REGULAR	BOM	
TEMPO DE USO	6 MESES A 1 ANO	6 ANOS	6 ANOS	
INSTALAÇÕES ADEQUADAS	SIM	SIM	SIM	
MANUTENÇÃO	SIM	SIM	SIM	
NORMA / LEGISLAÇÃO				
ALVARÁ DE FUNCIONAMENTO	SIM	SIM	SIM	
NORMAS - ABNT	SIM	SIM	SIM	
ORGÃOS FISCALIZADORES	CPRH, VIGILÂNCIA SANITÁRIA E POLÍCIA FEDERAL	CPRH, VIGILÂNCIA SANITÁRIA E POLÍCIA FEDERAL, MP, IBAMA.	CPRH, VIGILÂNCIA SANITÁRIA E POLÍCIA FEDERAL, MP, IBAMA, BOMBEIRO.	
FISCALIZAÇÃO PERIÓDICA	SIM	SIM	SIM	
SUSTENTABILIDADE (IMPACTOS)				
CONSUMO DE ÁGUA - DIA	5 CAMINHÕES	3 CAMINHÕES	6 CAMINHÕES	CAMINHÃO=15000M3
ORIGEM DA ÁGUA	BOA VISTA E RIACHO DAS ALMAS, DE AÇUDES E RIACHOS		DISTRITO DE TERRA VERMELHA, DE AÇUDES.	
TRATAMENTO DA ÁGUA PARA CALDEIRA	SIM	NÃO	NÃO	
ALTURA DA CHAMINÉ DA CALDEIRA	20M	8M	12M	
EXISTE FILTRO (TIPO)	SIM, CICLONE	SIM, LAVADOR DE GASES	SIM, FILTRO DE GASES E FULIGEM	
ENSAIOS DE GASES E ÁGUAS	SIM	NÃO	AS VEZES	
QUANTIDADES DE CINZAS - MÊS	2000Kg	1000Kg	2000 A 3000Kg	
PROJETO SOCIAL	SIM, FUNCIONÁRIOS	NÃO, JÁ TEVE	NÃO	
PASSIVO AMBIENTAL	SIM	NÃO SABE	NÃO SABE	
RELAÇÃO DA EMPRESA COM A POPULAÇÃO LOCAL	BOA	INDIGNAÇÃO (ÁREA URBANA)	BOA	
INCENTIVO FISCAL	NÃO	NÃO	NÃO	
LOCAL APROPRIADO PARA EMPRESA	NÃO, ÁREA URBANA	NÃO	SIM	
RESPEITO AO MEIO AMBIENTE	SIM	LIMITES DA EMPRESA	SIM	
ENERGIA RENOVÁVEL	NÃO	NÃO	SIM, FUTURO	
IMPOSTOS (MUNICÍPIO ARRECADAÇÃO)	SIM, R\$20.000,00	SIM	SIM	

Fonte: autor, 2017.