

RESÍDUO DE COURO BOVINO: DE UMA SÉRIE PROBLEMÁTICA AMBIENTAL A UM ARTEFATO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Camila Garcia Salles Ribeiro¹
Elton Ap. Prado dos Reis²

RESUMO: O consumismo excessivo proveniente da globalização e das melhores condições de vida, sem preocupação com o resíduo gerado, faz com que o planeta terra não consiga se regenerar na mesma velocidade da retirada de recursos naturais. Uma das problemáticas é o resíduo do couro *wet blue*, proveniente do desbaste do couro para fins comerciais, em diversos artefatos, tais como: sapatos, bolsas, vestuários, mobiliários, entre outros. O cromo trivalente presente na estrutura deste resíduo, oxida em cromo hexavalente em condições desfavoráveis, sendo esta substância altamente patogênica e tóxica para meio ambiente e seres vivos. Várias pesquisas tentam minimizar o problema, reprocessando o material e inserindo-o novamente como matéria-prima, utilizando-o como compósito em novos artefatos, no aprimoramento para que o resíduo de couro seja degradável. O estudo em questão usa estas sobras como carga na produção de compósitos expandidos de modo a desenvolver opções de uso tecnológico e industrial. Uma das possibilidades utilizáveis é na construção civil como elemento de vedação acústica ou térmica.

Palavras-chave: Resíduo. *Wet Blue*. Resíduo de Couro. Artefatos na construção civil.

¹ Discente do 2º ano do curso de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário “Antônio Eufrásio de Toledo” de Presidente Prudente. e-mail: camilagsalles@hotmail. Bolsista do Programa de Iniciação Científica de Ciência e Tecnologia dos Materiais.

² Docente do curso de Engenharia Civil, Engenharia de Produção e Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário “Antônio Eufrásio de Toledo” de Presidente Prudente. Doutor em Ciência e Tecnologia de Materiais. Pela faculdade - POSMAT - FCT/UNESP - Presidente Prudente-SP. e-mail: elton.reis@toledoprudente.edu.br. Orientador do trabalho.

1 INTRODUÇÃO

O aumento da densidade demográfica fez com que o planeta fosse submetido a grandes mudanças ambientais aliado ao fato da revolução industrial no século XIX, globalização e com a melhora das condições socioeconômicas promovida pela ONU em 2000, onde 189 países firmaram compromisso de combaterem a extrema pobreza, gerando um enorme consumo de recursos naturais, devido ao excessivo consumismo. Dados mostram que a população saltará de 7 bilhões de habitantes atualmente para 10 bilhões/habitantes em 2050. O controle de natalidade proposto por Malthus, já previa o problema enfrentado hoje [1].

A população cresce em progressão geométrica, enquanto que a produção de alimentos cresce em progressão aritmética.

Thomas Robert Malthus. 1798.

A pegada ecológica é um índice que mede o impacto das ações humanas no meio ambiente à disponibilização dos recursos existentes, ou seja, a capacidade do planeta em meios naturais e a própria regeneração da terra em recuperar-se nesse processo. A população está transformando recursos naturais em resíduos mais rápido que o globo terrestre tem para se regenerar, o que seria equivalente ao uso de um planeta e meio a cada ano. Por isso faz-se necessário o conhecimento da população com a busca da qualidade de vida em conformidade com meio ambiente [1].

Dentre os materiais consumidos pela civilização moderna destaca-se o couro utilizado na produção de artefatos tais como: bolsas, sapatos, casacos, entre outros. Este material por propiciar alta resistência mecânica e térmica, juntamente com alto padrão de beleza é um dos materiais de maior desejo de consumo entre as populações [2].

Entretanto para a utilização deste material, o couro, a cadeia industrial que movimenta o comércio interno e externo com rendas bilionárias, gera um devastador impacto ambiental e estudos neste aspecto são cada vez maiores para tentar minimizar a problemática em questão.

Diante da possibilidade do uso do resíduo de couro como carga na fabricação de compósitos expandidos propõem-se o estudo do desenvolvimento deste material para que desta forma possa gerar uma nova opção para uso

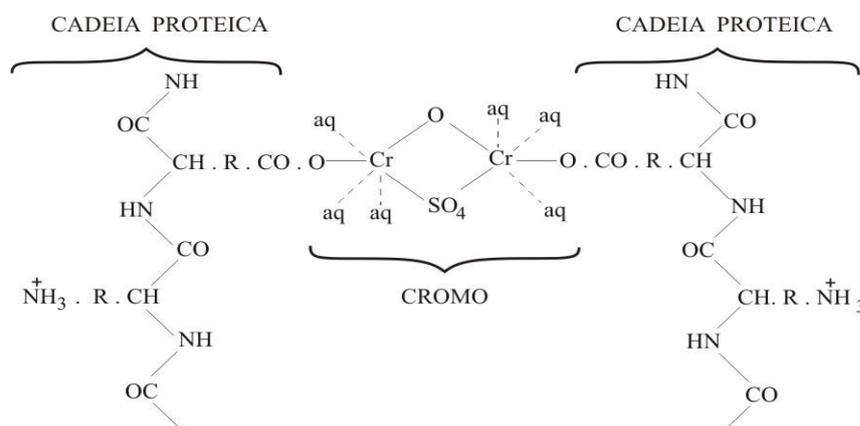
tecnológico e industrial e também minimizar os impactos causados pelo consumismo excessivo da população mundial em especial no âmbito da construção civil como elemento de vedação acústica ou térmica.

1.1 COURO BOVINO

Para que a pele de um animal possa ser considerada couro na produção destes artefatos é necessário o beneficiamento do material por meio de tratamento químico o qual é denominado curtimento. Das etapas de curtimento, destaca-se duas fases: tratamento com cromo e desbastamento [2].

Em relação ao tratamento com cromo, o mesmo é de suma importância, pois propicia a formação de ligações cruzadas ao longo da estrutura de colágeno e elastina presente na derme, gerando alto grau de resistência e maciez ao material, o que não é obtido por outros elementos curtentes, a exemplo o tanino, que é um material de origem natural [2].

Figura 1 - Estrutura molecular do couro *wet blue*: cromo fazendo a ligação proteica.



Fonte: ALVES, A. L.

Conforme Reis, após o tratamento com cromo, o material é denominado couro *Wet Blue*, devido ao tom azulado que apresenta, sendo que este não possui regularidade superficial, tendo que passar por um método chamado

desbaste, para que se obtenha a espessura desejada na produção de artefatos. Nesta fase do procedimento gera-se resíduos denominado pó de rebaixadeira, devido ao equipamento utilizado para este processamento [2].

FIGURA 1 - Máquina da seção de rebaixadeiras – rebaixamento dos couros recém-curtidos ao cromo (*wet-blue*), para ajuste de sua espessura



Fonte: Guia Técnico Ambiental de Curtumes. 2ª. Edição

O descarte de resíduo industrial têm sido uma grande preocupação mundial, que causa danos ao meio ambiente e aos seres vivos. A indústria coureira através do processo de beneficiamento do couro, obtém um resíduo chamado pó de rebaixadeira, caracterizado como subproduto do curtimento do couro *wet blue*, que tem em sua composição o Cromo trivalente. Este pó de rebaixadeira é descartado em aterros sanitários controlados, sendo um grande problema de caráter ambiental [2].

Conforme o Artigo 51 a 55 do Decreto 8468/76, a destinação do resíduo de couro deve ser em aterros sanitários adequados para que não contamine solo, águas superficiais e subterrâneas, obedecendo as normas da CETESB (Companhia Estadual de Tecnologia de Saneamento Básico), o que acarreta em altos custos do setor coureiro. [12].

Entretanto devido aos custos elevados muitas vezes estes resíduos são descartados de forma indevida, causando graves impactos na natureza, pois quando exposto de maneira inadequada, o cromo presente na estrutura do material pode oxidar e passar para sua forma mais agressiva: cromo hexavalente [2].

Para cada manta de couro finalizada, é obtido cerca de 2,5kg de pó, causando sérios danos ao meio ambiente onde o cromo trivalente por oxidação passa para o estado de cromo hexavalente, sendo altamente perigoso, com classificação pela ABNT/NBR 10004 como resíduo classe I. Este resíduo em contato com seres humanos tem a potencialidade cancerígena, sendo classificações como a 16ª substância mais perigosa (tóxica) existente [6,9].

Figura 2: Resíduo de couro *Wet Blue* após o desbaste



Fonte: Internet

Para fins de dimensionamento do problema, dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), no quarto trimestre de 2015, mostram que os curtumes receberam cerca de 8,28 milhões de peças inteiras de couro cru bovino, sendo 2,4% maior que a registrada no trimestre anterior, entretanto 5,8% menor que a registrada no 4º trimestre de 2014. O método mais utilizado de curtimento foi ao cromo com cerca de 96,1%, Tanino 3,1% e 0,8% outros métodos [7].

A tabela abaixo, revela um rendimento de um curtume quantificado pela CETESB, onde mostra que cada tonelada de pele salgada equivale de 150 a 350 kg de couro acabado, cerca de 25% em média é aproveitado e o restante deve ser feito um gerenciamento correto de seu destino, pois quando tratado de maneira inadequada, como já mencionado anteriormente podem contaminar o solo, águas superficiais e subterrâneas. Nota-se através destes dados a problemática ambiental gerada deste resíduo e a importância crucial de estudos nesta área para amenizar e reciclar o subproduto [8].

TABELA 1: Dados gerados através do curtimento de pele bovina em toneladas.

Entrada	Saída
Couro Salgado - 1 tonelada	Couro acabado 150 - 350 kg
Produtos Químicos ~ 500 kg	<u>Efluente Líquido: 15-25 m³:</u>
Água 15 - 25 m3	DQO (1) 130 - 250 kg
Energia 2600 – 11700 kWh	DBO (2) 55 - 100 kg
	SS (3) 30 - 150 kg
	Cromo 4 - 6 kg
	Sulfeto 3 - 10 kg
	<u>Materiais Sólidos ~649 – 924 kg:</u>
	Não curtido Aparas e raspas ~140 – 215 kg
	Carnaça ~110 – 215 kg
	Curtido (“blue”) Aparas / tiras e pó de rebaixadeira ~110 kg
	Tingido / Acabado - Pó (lixa) ~2 kg
	Aparas ~12 kg
	Lodo do Tratamento de Efluentes (~ 30 - 40% mat.seca) ~275 - 370 kg
	<u>Emissões atmosféricas</u> ~1 - 10 kg de Solventes Orgânicos

Fonte: CETESB. Guia técnico ambiental de curtumes

Fiscalizações, controle e vários estudos são elaborados para que se dê um destino a este resíduo e minimize os malefícios causados à natureza. Entre eles destacam-se as pesquisas que: 1- reprocessam este material, introduzindo-o novamente na produção de novos materiais, 2- utilizado como compósito na fabricação de novos materiais, 3- aprimoramento do material utilizado para que o mesmo possa garantir a degradabilidade acelerada [2].

Conforme Ribeiro, que estudou o método de separação da proteína e do cromo pela hidrólise enzimática dos resíduos sólidos do couro *wet-blue*, para isso utilizou do método de enzima proteolítica que em temperatura moderada, promove a solubilização das proteínas mantendo o cromo insolúvel em um meio alcalino. Mostrando o processo enzimático como forma de tratamento para estes resíduos [3].

Em trabalho apresentado no Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciências de Materiais de Foz do Iguaçu, Tachard, usa o resíduo de couro em argamassa de cimento após a inertização do cromo III, através de reações químicas, com a capacidade de impedir a lixiviação a um baixo custo e garantir resistência mecânica através de compressão [4].

Segundo Silva, tecnologias inovadoras têm sido aplicadas na retirada do cromo das raspas de resíduos de couro *wet blue* e o mesmo introduzido na nutrição de ruminantes, pois há neste resíduo grande quantidade de colágeno e nutrientes necessários à dieta destes animais. Entretanto ainda há que se viabilizar a níveis científicos e industrial um percentual de retirada deste cromo entre 99% e acima para que se possa ser utilizado para a nutrição animal, sem maiores danos [5]

Godinho, aponta que o resíduo de couro é definido como biomassa e pode ser utilizado na geração de energia elétrica através do tratamento térmico e também aproveitar este vapor saturado do tratamento térmico em setores industriais coureiro-calçadista como outra alternativa e para isso estuda a gaseificação do resíduo de couro bem como a oxidação (combustão) do gás combustível gerado no processo. [10,11].

Reis, descreve um compósito preparado com elastômeros termoplásticos de borracha natural e resíduo de couro que mantém um comportamento borrachoso do produto final das diversas proporções estudadas. Com isso retiraria dos aterros sanitários grandes volumes depositados por este resíduo. Com boas propriedades mecânicas a ruptura, impermeabilidade, flexibilidade e estabilidade térmica o produto final poderá ser utilizado em diversas aplicações, tais como: rodízios de carrinhos de supermercado, na empunhadura de ferramentas, elementos de vedação, entre outros [2].

Destaca-se também entre as pesquisas a serem desenvolvidas, a possibilidade do uso do pó de rebaxadeira como carga inerte na fabricação de compósitos expandidos.

Denomina-se Compósitos expandidos ou compósitos celulares reforçados, materiais que interagem propriedades mecânicas com densidade baixa e capacidade de absorção de energia a impacto, isolamento térmico e acústico, quando comparados aos compósitos convencionais não expandidos. Os compósitos expandidos têm três fases, (1) a matriz polimérica, (2) o agente de reforço e (3) os espaços vazios no interior do compósito, que são denominados células. [13].

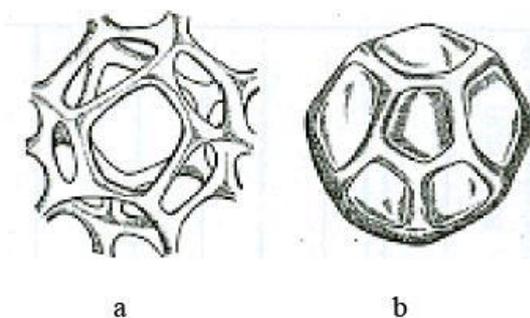
1.2 ESPUMA

O desenvolvimento das espumas deu-se a partir de 1960, onde os poliuretanos começaram a ser utilizados como isolamento térmico na forma expandida [15,16].

Os polímeros tem uma fase sólida (matriz polimérica) e uma fase gasosa (agente expensor), sendo identificadas de acordo com a estrutura celular, comportamento mecânico, natureza química e densidade, com densidade que pode oscilar de 1,6 a 960 kg,m³ e propriedades mecânicas proporcionais à densidade [15,16].

As espumas de células abertas são obtidas por expansão livre, mantendo-se conectadas tanto na fase sólida como na líquida, com características de permeabilidade e absorção de sons. As espumas de células fechadas são obtidas por pressão, sendo que as células são únicas com características mais rígidas e condução térmica pequena [15].

FIGURA 2: Visão esquemática da estrutura de uma espuma polimérica de uma célula aberta (a) e de uma espuma polimérica de célula fechada (b).



Fonte: Oliveira, B.C.; Garcia, N.G.

Definem-se espumas, plásticos que em sua composição estrutural têm pequenos poros e bolhas de gás aprisionado e tanto os materiais termoplásticos e termofixos são utilizados como espumas, tais como: poliuretanos, borracha, poliestireno e o cloreto de polivinila. O processo de formação da espuma utiliza um agente insuflante em um material que é aquecido, decomposto e há a liberação de um gás, onde bolhas de gás se formam na massa fluida e após o resfriamento mantém a formação de esponja [17].

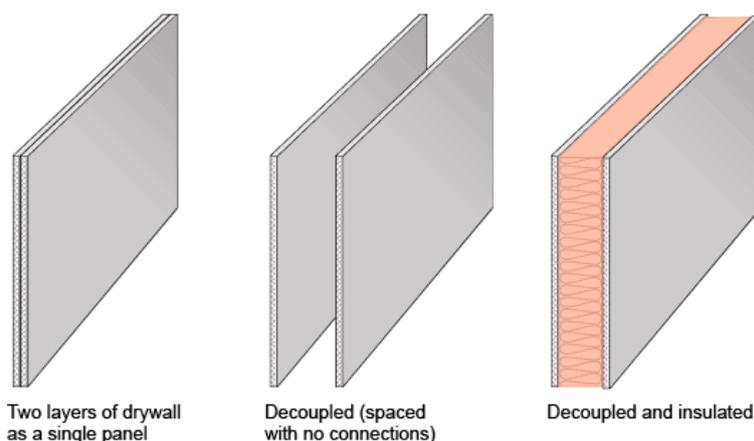
Nos polímeros fundidos é feita a dissolução de um gás por alta pressão e depois esta é reduzida rapidamente, visando que o gás saia da solução formando

poros que permanecem no sólido mesmo após resfriado, o qual apresenta baixa densidade, resistência ao impacto e em muitas vezes alta resistência térmica [2,17].

1.3 NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Os compósitos expandidos são utilizados em diversas áreas, entre elas: almofadas em automóveis e móveis, assim como em embalagens sendo que uma delas encaixa-se na construção civil, as espumas, oriundas deste estudo, poderá ser utilizada no vedamento de estruturas, bem como na utilização para isolamento térmico e acústico no fechamento de paredes [17].

Figura 3: Parede de Drywall (gesso), sem isolamento acústico e com isolamento de som.



Fonte: internet

2 DESENVOLVIMENTO

O desenvolvimento dos novos materiais, os quais tratam-se de compósitos obtidos por meio da mistura de diferentes proporções em massa de borracha natural com diferentes proporções em massa de resíduo de couro. A matriz polimérica será vulcanizada por meio de formulação de enxofre, visando aumento de suas propriedades mecânicas, para que possa suportar solicitações exigidas.

Além dos materiais, será adicionado agentes expansores, tais como bicarbonato de sódio e azodicarbonamida. Sabe-se que ao se aquecer além de sua

temperatura de fusão tais materiais sofrem degradação térmica, implicando na liberação de gases, tais como o dióxido de carbono.

Com a liberação deste gás, ocorre o aumento da pressão, o qual acarreta no aumento do volume ocupado, desta forma a massa sólida é deslocada, formando-se poros no interior do material. Estes poros causam a diminuição da densidade aparente das amostras, gerando assim uma maior absorção de impacto e resistência térmica, sendo estes os objetivos do presente trabalho.

3 CONCLUSÃO

A necessidade de pesquisas no âmbito de geração de resíduos é tão necessária quanto a produção de bens de consumo, pois sem esta interação: retirada de recursos ambientais x garantia de reprocessamento do resíduo, não haverá em um breve momento histórico uma convivência harmônica do homem com o planeta terra.

No ponto de vista econômico e ambiental, uma vez que o material, seja ele de qualquer espécie de rejeito é reprocessado e reinserido como matéria-prima, gera novos postos de trabalho, movimentando a economia, além de contribuir na retirada dos despojos do meio ambiente.

O resíduo de couro *wet blue* após o beneficiamento do couro, fica a mercê no meio ambiente, sujeito a lixiviação se não armazenado corretamente, comprometendo águas superficiais e profundas após a oxidação do cromo trivalente em hexavalente, altamente patogênico e mutagênico, que por sua vez é considerada uma das substâncias mais perigosas. Visto isso como um grande problema ambiental, torna-se então a necessidade de estudos para inserir este composto expandido, proposto pelo presente estudo, em utilização na construção civil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] FERRARI, Alexandre Harlei. **De Estocolmo, 1972 a Rio+20, 2012: o discurso ambiental e as orientações para a educação ambiental nas recomendações internacionais.** 2014. 226 f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências e Letras (Campus de Araraquara).

[2] Reis, Elton Ap. Prado. **Compósitos preparados a partir de resíduo industrial de couro com elastômeros termoplásticos obtidos através de blendas de polietileno de baixa densidade e borracha natural.** 2014. 165f. Dissertação (obtenção do título de Doutor) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Materiais, área de concentração Ciência e Tecnologia de Materiais de Presidente Prudente.

[3] Ribeiro, Karen Cristina Rodenbusch. **Hidrólise de resíduos de couro curtido ao cromo.** 2003. 81f. Dissertação (Titulação de Mestre em engenharia) – Escola de engenharia – Programa de pós-graduação em engenharia de Minas, Metalúrgicas e Materiais de Porto Alegre - 2003 – PPGEM.

[4] TACHARD, A.L.R.S.; RIBEIRO D.V.; MORELLI M.R. **Avaliação da resistência mecânica de argamassas de cimento Portland contendo serragem de couro tratado em meio ácido.** 17º CBECIMat – CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA E CIÊNCIA DOS MATERIAIS, 2006, Foz do Iguaçu.

[5] SILVA, Rodrigo Carvalho. **Utilização de Rejeito de Couro *Wet blue* na Alimentação de Ruminantes: Potencialidades Nutricionais e Patológicas.** 2007. 69p. Dissertação (Mestrado em ciências Veterinárias) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

[6] Reis, Elton Ap. Prado. **Preparação e Caracterização de Compósitos obtidos a partir de Borracha Natural com Raspa de Couro visando Aplicações Industriais.** 2010. 112 f. Dissertação (obtenção do título de Mestre) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Materiais, área de concentração Ciência e Tecnologia de Materiais de Presidente Prudente.

- [7] IBGE. **Estatística da produção pecuária.** 2016. http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/producaoagropecuaria/abate-leite-couro-ovos_201504_publ_completa.pdf. Acesso em 5 julho 2016.
- [8] CETESB. **Guia Técnico Ambiental de Curtumes.** 2º edição. <<http://www.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/49/2015/05/Guia-T%C3%A9cnico-Ambiental-de-Curtumes-S%C3%A9rie-Produ%C3%A7%C3%A3o-Mais-Limpa--2%C2%AA-Edi%C3%A7%C3%A3o.pdf>>. Acesso em 5 julho 2016.
- [9] ABNT NBR 10004-2004a: **Resíduos sólidos: classificação.** Rio de Janeiro, 2004.
- [10] GODINHO, Marcelo. **Gaseificação e combustão de resíduos sólidos da indústria calçadista.** 2006. 96f. Dissertação (obtenção de título de Doutor) – Porto Alegre, RS.
- [11] CONAMA. Resolução 316/2002. **Gestão de resíduos e produtos perigosos.** <http://www.mp.go.gov.br/portalweb/hp/9/docs/rsulegis_12.pdf>. Acesso em 6 julho 2016.
- [12] DECRETO Nº. 8.468-76. Regulamento da lei n. 997, de 31 de maio de 1976, que dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente. 1976.
- [13] ZIMMERMANN, M. V. G. **Desenvolvimento de compósito expandido de Poli(Etileno-Co-Acetato de Vinila) - EVA Reforçado com pó de Madeira e com Fibra de Bananeira.** 2013. 115f. Dissertação (obtenção de título de mestre) Pós-Graduação em Engenharia de Processos e Tecnologias da Universidade de Caxias do Sul) – Universidade de Caxias do Sul Centro de Ciências Exatas e Tecnologia – Caxias do Sul – RS.
- [14] ALVES, A. L. **Preparação e Caracterização de Compósitos Condutores obtidos a partir da Borracha Natural com Raspa de Couro e Negro de Fumo.** 2009. 127f. Dissertação (obtenção de título de doutor). Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Materiais – POSMAT. Universidade Estadual Paulista – UNESP. “Júlio Mesquita Filho”. Presidente Prudente – SP.
- [15] Oliveira, B.C.; Garcia, N.G. **Preparação e Caracterização de Compósitos Expandidos Obtidos a Partir de Raspa de Couro com Borracha Natural.** 2012. 70f. Dissertação (obtenção de graduação em Engenharia Ambiental). Universidade Estadual Paulista – “Julio Mesquita Filho” – UNESP – Presidente Prudente – SP.

[16] RABELLO S. M.; **Efeito Reticulante na morfologia e propriedades físico-mecânicas de espumas poliméricas obtidas com EVA e EPDM;** Universidade Federal de Campina Grande – PB, 2010.

[17] CALLISTER, J. W. D. *Ciência e Engenharia de Materiais Uma Introdução.* 8ed. Rio de Janeiro: LTC, 2015