

CENTRO PAULA SOUZA
ETEC PROF. CARMELINO CORRÊA JÚNIOR
ENSINO MÉDIO COM HABILITAÇÃO PROFISSIONAL
DE TÉCNICO EM QUÍMICA

Leonardo Vieira da Silva

PISO SINTÉTICO DE COURO

FRANCA

2023

Leonardo Vieira da Silva

PISO SINTÉTICO DE COURO

Trabalho de Conclusão de curso, apresentado ao Curso Técnico em Biotecnologia Integrado ao Ensino Médio da Etec Prof. Carmelino Corrêa Júnior, orientado pela Profa. Dra. Joana D'Arc Félix de Sousa, como requisito parcial para obtenção do título de Técnico em Química.

FRANCA

2023

Leonardo Vieira da Silva

PISO SINTÉTICO DE COURO

Orientador(a): _____
Nome: Profa. Dra. Joana D'Arc Felix Sousa
Instituição: ETEC Prof. Carmelino Corrêa Júnior

Examinador(a) 1: _____
Nome:
Instituição ETEC Prof. Carmelino Corrêa Júnior

Examinador(a) 2: _____
Nome:
Instituição ETEC Prof. Carmelino Corrêa Júnior

Examinador(a) 3: _____
Nome:
Instituição: ETEC Prof. Carmelino Corrêa Júnior

Franca, ____ / ____ / ____

RESUMO

DA SILVA, Leonardo Vieira. **Piso Sintético de Couro**. Trabalho de Conclusão de Curso Apresentado para Obtenção do Título de Técnico em Química Integrado ao Ensino Médio. ETEC Prof. Carmelino Corrêa Júnior, Franca/SP, 2023.

O armazenamento e tratamento de resíduo de cromo proveniente do curtimento de couro é uma dificuldade encontrada por ambientalistas e profissionais da área. O lodo de cromo gerado no curtume tem características poluentes e de alta periculosidade por conter cromo III que, em condições oxidantes, pode se converter a cromo VI, o qual é considerado tóxico e cancerígeno, quando ingerido. O trabalho tem por objetivo incorporar o resíduo de cromo em material cerâmico, buscando uma aplicação a esta substância, trazendo vantagens ambientais e diminuindo gastos à indústria de couro, além de apresentar benefícios a olaria com a redução da quantidade de matéria-prima para a construção de materiais civis. Os corpos de prova preparados neste trabalho apresentaram tonalidades diferentes apenas em temperatura de 1050 °C. A absorção de água, de modo geral, diminuiu; porém com a adição de 1% residual à 1050 °C, a absorção de água aumentou. A massa específica aparente aumentou tanto para argila pura quanto para as amostras com a adição de 0,5% de resíduo, porém houve diminuição nos corpos de prova com 1% de resíduo. A perda de massa ao fogo foi maior para as temperaturas de 750 °C e 1050 °C comparado com a argila pura. A porosidade aparente diminuiu para maioria dos testes, exceto com a adição de resíduo a 1%, na qual houve aumento. Para a tensão de ruptura a flexão pôde-se observar um aumento significativo. Já em relação a composição do resíduo utilizado, constatou-se que 26,3% dos componentes era óxido de magnésio; 28,6% de Óxido de Cálcio; 8,98% de Óxido de Alumínio; 18,70% de Enxofre e apenas 8,75% de Cromo.

Palavras-chave: Cromo; Curtume; Resíduo; Reuso; Cerâmica.

ABSTRACT

DA SILVA, Leonardo Vieira. Synthetic Leather Flooring. Completion of Course Work Presented for Obtaining the Title of Technician in Chemistry Integrated to High School. ETEC Prof. Carmelino Correa Junior, Franca/SP, 2023.

The storage and treatment of chromium residue from leather tanning is a difficulty encountered by environmentalists and professionals in the field. The chromium sludge generated in the tannery has polluting and highly dangerous characteristics as it contains chromium III which, under oxidizing conditions, can convert to chromium VI, which is considered toxic and carcinogenic when ingested. The aim of the work is to incorporate chromium residue into ceramic material, seeking an application for this substance, bringing environmental benefits and reducing costs to the leather industry, in addition to providing benefits to pottery by reducing the amount of raw material for construction. of civil materials. The specimens prepared in this work presented different tones only at a temperature of 1050 °C. Water absorption, in general, decreased; however, with the addition of 1% residual at 1050 °C, water absorption increased. The apparent specific mass increased both for pure clay and for the samples with the addition of 0.5% of residue, but there was a decrease in the specimens with 1% of residue. The mass loss upon fire was greater at temperatures of 750 °C and 1050 °C compared to pure clay. The apparent porosity decreases for most tests, except with the addition of 1% residue, in which there was an increase. For flexural rupture stress, a significant increase could be observed. Regarding the composition of the waste used, it was found that 26.3% of the components were magnesium oxide; 28.6% Calcium Oxide; 8.98% Aluminum Oxide; 18.70% Sulfur and only 8.75% Chromium.

Keywords: Chrome; Tannery; Residue; Reuse; Ceramics.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	07
1.1	Justificativas	07
1.2	Objetivos	08
2	DESENVOLVIMENTO.....	10
2.1	Referencial Teórico	10
2.2	Materiais e Métodos.....	14
2.2.1	Materiais.....	14
2.2.2	Métodos.....	14
2.3	Resultados e Discussão.....	15
3	CONCLUSÃO.....	18
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	19

1 INTRODUÇÃO

1.1 Justificativas

Segundo pesquisas, a indústria do couro vem se consolidando como uma opção de investimento altamente lucrativo, atuando como uma alavanca para a economia do país, o que garante ao Brasil cerca de U\$ 1,88 bilhões anuais (BEEFPOINT, 2009).

De forma contraditória, o setor passou a gerar um sério problema ambiental, devido aos resíduos perigosos provenientes dos sais de cromo, utilizado no curtimento das peles, que se agrava frente a fatores como o descarte inadequado dos compostos residuais e o elevado custo necessário para a manutenção e controle de aterros, o destino adequado dessas substâncias.

O problema é que o lodo de cromo gerado no curtume tem características poluentes e de alta periculosidade por conter cromo III e que, em condições oxidantes, pode se converter em cromo VI, o qual é cancerígeno e tóxico, como ressalta Oliveira (2008).

Para evitar a contaminação, pode-se utilizar as cinzas do cromo proveniente de incineradores, ou ainda, a incorporação do resíduo em aço-inoxidável, ferro-ligações ou cerâmicas (CETESB, 2015).

Pensando nisso, foi proposto a fabricação de tijolos a base da argila vermelha incorporando cromo residual de curtume. Evitando assim, riscos ao meio ambiente e reduzindo custos com o tratamento de substâncias potencialmente tóxicas geradas no processo da produção de couro, além de viabilizar um novo método à indústria cerâmica

Foi realizada análise de fluorescência de raio X para identificar os elementos químicos presentes no resíduo de cromo, e então depois de prontos, os materiais cerâmicos produzidos foram submetidos a algumas análises para verificar propriedades físico-químicas, sendo elas: Absorção de Água (AA); Porosidade

Aparente (PA); Perda de Massa ao Fogo (PF); Tensão de Ruptura a Flexão (TRF), cujos resultados foram comparados com o referencial teórico já existente.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

A indústria de couro e calçado gera grande volume de resíduos contendo cromo, cuja potencialidade de transformação do Cr^{3+} , tóxico, em Cr^{6+} genotóxico, classifica estes resíduos como Classe I - perigosos. Com o crescente consumo de recursos naturais, crescem também os desafios de um desenvolvimento mais sustentável, bem como de um melhor gerenciamento nos processos de geração e descarte dos resíduos. Quando a geração de um resíduo é inevitável, a prática de disposição destes em aterros industriais é comum e acarreta numa série de fatores negativos, que podem causar danos ambientais e à saúde, além dos custos para disposição e ocupação de áreas de aterros industriais. A reciclagem se torna uma alternativa de minimização destes impactos, no entanto, as alterações nas características destes resíduos em função de diferentes tecnologias e produtos aplicados, e as modificações em suas propriedades causadas pela prática de disposição destes em aterros são pouco conhecidas. Nesse contexto, o objetivo geral desse trabalho foi caracterizar os resíduos de couro de um aterro industrial, através de diferentes tipos de análises. A caracterização do resíduo (aparas moídas e cinzas geradas em laboratório) contemplou análises imediata, elementar, pH e de elementos químicos, poder calorífico, termogravimetria, DRX e MEV/EDS. Após avaliação dos resultados, foi observado que nos resíduos estocados há mais tempo, o cromo, elemento de maior concentração e interesse, foi o que sofreu maiores alterações, chegando a uma redução de 3% nas aparas e 15% nas cinzas. Parâmetros de análises que possibilitam a utilização destes resíduos como nutrientes para o solo ou para processos de tratamento térmico mantiveram-se semelhantes. Demais variações nas concentrações de elementos químicos podem estar relacionadas à diferenciação de processos e não ao tempo da disposição no aterro. De maneira geral verificou-se que não ocorreram alterações consideráveis nas características dos couros, no tempo avaliado e local amostrado. A estabilidade dos parâmetros pode ter relação com a disposição destes resíduos em local apropriado, sem contato com o solo e protegido de intempéries.

1.2.2 Objetivos Específicos

Após as etapas de neutralização, recurtimento, tingimento e engraxe, os couros são estirados e submetidos ao vácuo para a eliminação do excesso de água, e secos naturalmente no ambiente interno do curtume ou na estufa. Na seqüência à secagem, os couros são recondicionados (para adquirirem a umidade adequada para a operação de amaciamento), amaciados, enviados para o lixamento e, posteriormente, para o acabamento final, com aplicação de resinas e lacas e prensados, para a fixação e apresentação do aspecto definitivo. Após a purga, as peles ainda apresentam gorduras naturais entre a estrutura fibrosa que devem ser eliminadas para não interferirem nas etapas posteriores. Os sistemas de curtimento modernos empregam o desengraxe desde o caleiro até o curtimento, utilizando tensos ativos, solventes e enzimas adequadas ao pH de cada etapa (JACINTO, 2000).

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Referencial Teórico

O arquiteto Emar Garcia Jr nasceu, cresceu e vive em Franca (SP), a maior produtora de calçados do país e da América Latina. Há três anos, ele constituiu um empreendimento totalmente inédito e inovador, especializado na produção de tijolos, blocos, revestimentos e peças de decoração, feitos de resíduos de couro. A Couroecol surgiu como resultado da preocupação de Emar com o grande volume de retalhos e rejeitos descartados pela indústria coureiro-calçadista em Franca e, também, de suas pesquisas e determinação para encontrar uma solução para a questão, Figura 1.

Figura 1. Matéria-prima da Couroecol.



Fonte: (CETESB, 2005)

“O couro é e sempre será um material nobre e bonito”, diz o arquiteto e empresário. Ele, que sempre trabalhou no ramo da construção, imaginava que

deveria haver um jeito de reaproveitar aquele material abundante na cidade para edificar casas e prédios. Há 12 anos, começou a pesquisar, por conta própria, sobre como produzir tijolos e blocos para a construção. Muita gente o julgou louco. “Estranhavam uma pessoa querer aproveitar o ‘lixo’ do couro”.

A matéria-prima da Couroecol é proveniente de doações das indústrias coureiro-calçadistas de Franca, que costumam pagar R\$ 180/ton de resíduos, que vão para o aterro. Elas usam os tijolos e blocos de couro reciclado da Couroecol em suas obras e reformas. “O setor acaba sendo a minha clientela”, diz Emar. A empresa também produz abajures, arandelas, cachepôs, bandejas, porta-joias, entre outros.

O arquiteto fala sobre o caminho percorrido até chegar à tecnologia, que transforma resíduos em artefatos da construção e peças decorativas. Hoje, é possível transformar sapato velho em tijolos e blocos de couro, Figura 2.

Figura 2. Transformação de resíduos em artefatos da construção e peças decorativas.



Fonte: (CETESB, 2005)

Na primeira etapa, foi preciso encontrar solução para moer o material. Testou vários tipos de moinhos e aprovou o mesmo equipamento, que mói garrafas PET. “Tinha de moer até virar granulado, como acontece no reaproveitamento de plásticos”, explica.

Na segunda, era preciso encontrar um aglutinante (cola). Essa foi a parte mais desafiadora. O aglutinante que o arquiteto formulou e aprovou, após inúmeras tentativas, foi patenteado. Na etapa seguinte, criou a massa, composta pelo granulado de couro e aglutinante, que contém bactericida e fungicida. A partir daí, começou a moldar e prensar os produtos da marca Couroecol.

“O produto reciclado continua com as mesmas características do couro”, informa. Foram dez anos de testes e laudos técnicos para aprovar o material. Os laudos apontam que ele é seguro em termos de resistência, toxicidade, acústica, termicidade e inflamabilidade. Depois, foram mais dois anos, para licenciar a Couroecol junto ao órgão ambiental paulista, a Cetesb. “Somos a única recicladora autorizada de resíduos de couro no Estado de São Paulo”, revela orgulhoso.

A resistência do bloco Couroecol surpreende: enquanto um bloco de concreto convencional pesa 7Kg, o de resíduos de couro pesa 3 Kg. Apesar de mais leve, o produto reciclado resiste a 300 kg de carga e suporta 100 blocos, um em cima do outro. Segundo Emar, esse dado indica que os blocos Couroecol podem ser usados com tranquilidade e segurança na construção de casas e edificações em geral.

Vantagens

Na construção convencional é necessário cimento e areia para assentar tijolos. No processo de construção com tijolos e blocos de couro usa-se apenas cola PVA (cola comum concentrada), o que gera economia de água, cimento e areia. Para fazer o acabamento, basta massa e látex acrílicos. “A construção com blocos de couro é mais rápida e mais barata em torno de 23%, comparado com o custo de uma moradia convencional”, afirma Emar Garcia.

A beleza do produto é outra vantagem. Depois de assentados, os blocos de couro reciclado ficam tão bonitos, que há quem prefira não pintá-los e deixar na cor natural do produto. Estruturas metálicas são utilizadas no processo de construção com os produtos reciclados de couro. (www.couroecol.com.br)

Figura 3. Construção dos blocos Couroecol.



Figura 4. Blocos Couroecol.



Fonte: (CETESB, 2005)

2.2 Materiais e Métodos

2.2.1 Materiais

Os resíduos foram obtidos junto às fábricas de calçados da cidade de Franca/SP.

2.2.2 Métodos

Para a confecção dos corpos de prova, foi utilizado o resíduo de cromo, proveniente de um curtume do Rio Grande do Sul, e argila, componente fundamental dos componentes cerâmicos devido a propriedades características de elasticidade, resistência mecânica, compactação e viscosidade de suspensão aquosa.

A argila foi submetida a um procedimento de secagem ao ambiente externo por 4 dias com sol intenso e em seguida peneirada (mesh 9, abertura de 2 mm). Já o resíduo de cromo foi secado em estufa por cinco horas a uma temperatura de 105°C e moído em um moinho de bolas para a diminuição granulométrica.

Antes de iniciar a mistura das matérias-primas era preciso saber a composição química do resíduo de cromo utilizado. Para isso, foi feita uma análise de fluorescência de raio X na qual utilizou-se o S1 TURBOSD, o primeiro aparelho portátil do gênero, na qual a amostra, previamente pesada em uma balança analítica, foi posta na superfície do equipamento para a realização da leitura necessária 23 °C.

Posteriormente, foi determinada a umidade da argila e procedeu-se uma mistura homogênea com incorporação de 0,0%, 0,5% e 1% de cromo residual na argila, verificando a taxa de água adequada de cerca de 27%.

Os corpos de prova foram então moldados com o auxílio de uma extrusora obtendo cerca de quarenta tijolos de cada exemplar. Uma vez modelados, eles foram secos naturalmente por 5 dias e em seguida levados a estufa por 24 horas a uma temperatura de 110°C. Depois, foram então para a mufla com temperaturas de 750 °C e 1050 °G, finalizando o processo.

2.3 Resultados e Discussão

A análise de fluorescência de raio X, mostrou que os principais componentes presentes na amostra de resíduo de cromo é óxido de magnésio e de cálcio (MgO e CaO), provavelmente decorrente da utilização da cal, com 26,3% e 28,6%, respectivamente; óxido de alumínio (AlOs), devido a utilização de sulfato de alumínio para diminuir o pH da mistura com 8,98%; enxofre (S) com 18,70% e cromo (Cr) com 8,75%.

Após todos os procedimentos citados, os corpos de prova ficaram devidamente prontos, cujo resultado pode ser visto na figura 1. Representação dos corpos de prova devidamente prontos, conforme os autores (2017).

Uma vez que os tijolos estavam finalizados, foram feitas análises de algumas propriedades físico-químicas destes materiais, conforme representado na tabela 1.

Tabela 1. Propriedades físico-químicas dos corpos de prova, segundo autores (2017)

Temp.

% de Resíduo

TAF (Mpa)

AA (%)

PF (%)

PA (96)

Queima (°C)

1,561 ± 0,389

16,171 ± 0,146 4,028 ± 0,631 30,360 ± 0,205

750

1/2

1

2,647 ± 0,318

$$15,447 - 0,994 \ 4,455 = 0,664 \ 29,413 \ 1,393$$

$$2,578 = 0,284$$

$$15.916 + 1.268 \ 4,226 = 0,889 \ 29,502 * 1,769$$

$$3,648 + 0,426$$

$$15.388 - 0,195 \ 5,344 \div 0,291 \ 29,740 = 0,292$$

$$1050$$

$$1/2$$

$$1$$

$$5,458 \mp 1,684$$

$$13,467 + 0,177 \ 5,843 : 0,205 \ 26,877 - 0.288$$

$$6.248 - 1,356$$

$$15.761 \ 0,516 \ 5,823 + 0,713 \ 29,831 + 0,712$$

Conforme Oliveira (2008), que realizou os mesmos testes com as mesmas características, a absorção de água diminui tanto comparado com a mesma quantidade de resíduo quanto comparado com diferentes proporções, confrontando 23°C Ensolarado, apenas com os resultados obtidos neste trabalho na adição de 1% de resíduo, onde não apresentou o mesmo resultado.

A perda de massa ao fogo aumentou tanto relacionando com a mesma porcentagem de resíduo, quanto comparando com percentuais diferentes. Apenas a adição de 1% de resíduo de cromo não apresentou o mesmo resultado, ocasionando valores intermediários à argila pura e à adição de 0,5% de resíduo de cromo.

Diante da necessidade de preservação ambiental e de uma maior preocupação com os conceitos de sustentabilidade, vêm-se buscando usar os recursos naturais de forma inteligente, visando assim um futuro melhor do planeta. O ramo da construção civil é um dos principais causadores de impactos ao meio ambiente e, problemas ambientais decorrentes do depósito inapropriado de resíduos estão levando a análises e estudos de diversos tipos de resíduos como aditivos para a construção civil. Na busca do reaproveitamento de resíduos industriais, notou-se que a indústria de rochas ornamentais, no tratamento de mármore e granito, geram grandes quantidades de resíduos, sendo muitos depositados de forma inadequada,

agredindo e poluindo o meio ambiente. Esse trabalho busca avaliar o potencial da inserção de resíduos oriundos da marmoraria na produção de tijolos ecológicos de solo cimento, para encontrar o melhor traço a ser utilizado na fabricação desses tijolos, apresentando um destino alternativo para os rejeitos das rochas ornamentais. Para a confecção dos tijolos utilizou-se o traço 1:7 (cimento: solo) sem resíduo e 2 traços com a adição do resíduo, 1:4:3 e 1:3:4 (cimento: solo: resíduo) e realizou-se a moldagem em uma prensa manual. A análise dimensional e os ensaios de compressão simples e de absorção da água foram feitos após 28 dias de cura, seguindo as especificações da ABNT NBR 8492. Os resultados do trabalho constataram que ao agregar resíduo de mármore e granito, a resistência à compressão não alcançou melhora e o nível de absorção de água manteve-se abaixo de 20%

3 CONCLUSÃO

Visualmente foi possível observar que com maior quantidade de resíduo de cromo, as cerâmicas tiveram menor índice de rachaduras. Quanto a absorção de água, de modo geral houve uma queda, aumentando apenas com adição de 1% a 1050 °C. A perda de massa ao fogo foi maior para as duas temperaturas comparado com a argila pura, o que confere com a literatura.

A porosidade aparente diminuiu para todos os pontos, o que era esperado comparado com o referencial teórico, porém para a adição de resíduo a 1% de cromo ocorreu aumento, sendo importante ressaltar a existência de um desvio padrão elevado. Para a tensão de ruptura a flexão pode-se observar aumento significativo, de acordo com a literatura

Ainda, constatou-se tijolos mais resistentes a 1050 °C do que quando comparado aos da temperatura de 750 °C.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEEFPOINT, Site do Couro: cresce venda de produtos com valor agregado.

Coluna Giro do Boi, matéria postada por equipe BeefPoint em 07/04/2009.

Acesso em: 13 mai. 2016.

CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Guia Técnico Ambiental de Curtumes. São Paulo, 2005.

OLIVEIRA, Lisandra T. Incorporação de Resíduos de Curtume em Artefatos

Cerâmicos - Uma alternativa para Redução de Passivo Ambiental. Obtenção de mestrado na área de Saneamento Ambiental e recursos Hídricos pela Universidade