

INCORPORAÇÃO DE PÓ DE COURO “SERRAGEM” COM GESSO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

INCORPORATION OF LEATHER SAWDUST "DUST" WITH GYPSUM IN CIVIL CONSTRUCTION

FERNANDO APARECIDO MARQUES, CLAUDINEI SAN MARTIN, DANIEL ÂNGELO MACENA, VINÍCIUS MARQUES GOMES

Universidade do Oeste Paulista, Curso de Química Bacharelado, Presidente Prudente, São Paulo.
e-mail: fernandomarques_1984@hotmail.com

RESUMO

Na última década o abatimento bovino cresceu em ritmo acelerado e as indústrias do curtimento enxergaram uma ampla oportunidade de mercado, porém geram resíduos potencialmente tóxicos, tornando um grande problema relacionado à destinação final dos mesmos. Em consideração ao cuidado com o ambiente, o trabalho teve como objetivo incorporar os resíduos gerados na indústria do curtimento de couro com gesso utilizado na construção civil. Os resultados quanto para os ensaios de mobilidade, consistência da massa, dureza e resistências a compressão, não foram satisfatórios para as proporções de 10, 15 e 20% de incorporação do resíduo de curtume. Sendo assim, a proporção de 5% apresentou-se satisfatório em todos os parâmetros, estando de acordo com a NBR 13207. Conclui-se que a viabilidade de incorporação de resíduo de curtume na pasta de gesso deve ser de 5%, para que atenda a normativa vigente e sua utilização na categoria de gesso fino para fundição.

Palavras-chave: Couro; Curtimento; Crômio; Gesso; Reutilização de resíduos.

ABSTRACT

In the last decade the bovine abatement has grown at an accelerated pace and the tanning industries saw a wide market opportunity, but generate potentially toxic waste, making it a big problem related to the final disposal of the same. In consideration of environmental care, the objective of the work was to incorporate the waste generated in the leather tanning industry using gypsum used in construction. The results for the mobility tests, mass consistency, hardness and compressive strengths were not satisfactory for the proportions of 10, 15 and 20% incorporation of the tannery residue. Therefore, the proportion of 5% was satisfactory in all parameters, being in agreement with the NBR 13207. It is concluded that the viability of incorporation of tannery residue in the gypsum paste should be 5%, so that it meets the current legislation and its use in the category of gypsum for foundry.

Keywords: Leather; Tanning; Chromium; Plaster; Reuse of waste.

INTRODUÇÃO

As transformações econômicas e o aumento da população nas grandes metrópoles aceleraram o consumo dos produtos oriundo dos recursos naturais e, conseqüentemente trouxe impactos ambientais. Diante deste cenário pode-se destacar o consumo dos produtos provenientes do couro bovino. Na última década o abatimento bovino cresceu em ritmo acelerado e as indústrias do curtimento enxergaram uma ampla oportunidade de mercado (LIRA; CÂNDIDO, 2013).

Segundo Lira e Cândido (2013), o setor de couro encontra-se entre os dez primeiros produtos mais comercializados do Brasil, o ponto positivo deste ranking constitui no

desenvolvimento econômico e a geração de empregos, o resultado negativo são os impactos ambientais gerados pelas indústrias do ramo.

Segundo a resolução do CONAMA nº 357/05 Brasil (2005), conceitua “todos os impactos ambientais” como toda e qualquer modificação nas características das propriedades química, física e biológica do meio ambiente, ocasionada pelos seres humanos, ou qualquer outra fonte de energia e matéria.

A diferenciação do processamento do curtimento de couro bovino compõe em divisões de fases até a transformação final do produto, caracterizado como acabamento do couro. A primeira etapa recebe o couro ainda “verde” proveniente dos frigoríficos e passa por um processo denominado de wet-blue que utiliza um grande volume de água (HOINACKI, 1989).

O princípio do efluente suscitado nestas indústrias impregnam contaminantes orgânicos muito elevados, além do sulfeto e o cromo (MEDRADO, 2011).

Outro impacto de relevância no processamento do couro são os resíduos sólidos proveniente das fases de aplainamento da “pele” curtida com cromo. Neste processo são geradas toneladas de serragem de pó do couro, este resíduo não possui valor agregado para as indústrias curtumeiras (HOINACKI, 1989).

De acordo com a Norma ABNT- NBR 10004 (2004), os resíduos gerados nas indústrias curtumeira são enquadrados na classe I - perigoso, sendo as aparas e serragens de couro consideradas um resíduo sólido e resíduo sólido reciclável respectivamente, porém, não podendo ser descartados e/ou lançados diretamente no ambiente ou rede de esgotos devido à toxicidade por metal potencialmente tóxico após o curtimento. É de inteira responsabilidade da empresa em cumprir a lei, enquanto à fiscalização compete à organização pública de saúde.

No mercado Brasileiro outro produto de destaque econômico, desponta na construção civil com a utilização do gesso (RIBEIRO; SILVA; STARLING, 2006).

Assim, este presente trabalho buscou o desenvolvimento de um produto sustentável. Em consideração à sustentabilidade e o cuidado com o meio ambiente, considera-se a incorporação dos resíduos suscitados na indústria de curtimento de couro, com o processo de gesso utilizado na construção civil ou na criação de artefatos, embasados nas normas técnicas obrigatórias, em concordância com a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas).

O objetivo deste trabalho foi desenvolver um produto sustentável utilizando uma matéria prima mineral, incorporado com resíduos sólidos orgânicos contendo cromo na sua composição. A proposta da pesquisa constituiu no desenvolvimento de uma pasta de gesso incorporado com os resíduos sólidos contendo cromo, proveniente do curtimento do couro wet-blue.

METODOLOGIA

As pastas de gesso foram preparadas com o gesso pirolisado comercial oriundo da gipsita e a serragem de pó de couro wet-blue, sendo algumas apenas de gesso utilizadas como referência. Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), através da Norma Brasileira NBR 13207 (1994), o gesso comercial destinado para construção civil precisa atender algumas exigências químicas conforme ilustrado na TABELA 1.

TABELA 1 – Exigências químicas do gesso para a construção civil de acordo com NBR 13207 (1994).

Determinações químicas	Limites (%)
-------------------------------	--------------------

Anais do XIX Simpósio de Iniciação Científica da FACLEPP – Unoeste, Presidente Prudente – SP, 2018.

Água livre	Máx. 1,3
Água de cristalização	4,2 a 6,2
Óxido de cálcio (CaO)	Mín. 38,0
Anidrido sulfúrico (SO₃)	Mín. 53,0

Fonte: NBR 13207 (1994).

O gesso empregado na presente pesquisa foi adquirido das lojas de matérias para construção em sacos de 40 kg. A serragem de pó de couro wet-blue foi adquirida nas indústrias de curtimento de couro da região de Presidente Prudente estado de São Paulo.

Ensaio para Determinação de crômio total

Para determinar o crômio presente na amostra de serragem do couro wet-blue, foi utilizado o método de espectrometria de absorção atômica. As amostras passaram por um processo de digestão. A metodologia utilizada no tratamento das amostras foi adaptada do procedimento US - EPA 3050B (EPA, 1996). Para realização dos ensaios foi adicionada uma quantidade aproximada de 2,0g de serragem do couro no tubo digestor, colocaram-se 10 mL de ácido nítrico concentrado. Em seguida, a amostra foi aquecida a 120°C por 2 horas, tratada com peróxido de hidrogênio 30% (v/v) até a digestão completa do pó do couro curtido com crômio e filtrada.

Determinação da consistência normal da pasta de gesso de referência

A amostra de referência foi preparada de acordo com a NBR 12128 (1991). Pesou-se 3kg do pó de gesso comercial utilizando uma balança de precisão. Uma porção de 300g de gesso foi adicionada a 10 mL de uma solução de citrato de sódio 20g/L e a mistura foi submetida a movimentos circular por 1 minuto. A mistura foi transferida para o molde do Vicat. A sonda cônica do equipamento foi umedecida, e em seguida abaixou-se a sonda até tocar no plano da pasta, anotando-se a penetração da sonda na pasta de gesso.

Determinação da consistência normal da pasta de gesso incorporado com a serragem do couro

As pastas foram constituídas por diferentes proporções de gesso comercial e a serragem de couro wet-blue, conforme ilustrada na TABELA 2.

TABELA 2 – Mistura das massas para o ensaio de determinação da consistência normal.

Composição da pasta	Gesso comercial	Pó de couro wet-blue
5%	2850 g	150 g
10%	2700 g	300 g
15%	2550 g	450 g
20%	2400 g	600 g

Fonte: Próprio autor

Os ensaios para determinar a consistência normal das proporções das misturas foram realizados segundo as recomendações da normativa NBR 12128 (1991).

Determinação do tempo de pega

Este ensaio também foi realizado seguindo a normativa NBR 12128 (1991) para determinar o tempo de pega do gesso comercial e da mistura das pastas. A preparação das pastas de gesso incorporado com a serragem do couro wet-blue, foi feita de acordo com a TABELA 3. Em seguida, adicionou-se 10 mL de solução de citrato de sódio.

TABELA 3 – Mistura das massas para determinar o tempo de pega.

Composição da pasta	Gesso comercial	Pó de couro wet-blue
5%	1900 g	100 g
10%	1800 g	200 g
15%	1700 g	300 g
20%	1600 g	400 g

Fonte: Próprio autor

Para determinar o tempo de pega foi utilizado o aparelho de Vicat com uma agulha acoplada na haste. A massa foi colocada no molde, abaixou-se a agulha até tocar a superfície da pasta, acertou-se o marcador, soltou-se lentamente a haste e observou-se a penetração da agulha. A determinação do início do tempo de pega foi definida pelo período transcorrido da penetração inicial da agulha permanecendo até 1 mm do fundo do molde.

Preparação dos corpos de provas

As preparações do molde para composição dos corpos de prova foram preparadas seguindo a normativa NBR 12129 (1991). Foi confeccionado três corpo de prova com dimensões de 50,0mm para cada amostra.

A obtenção das pastas necessária para a constituição do volume total para preencher o molde dos corpos de provas, seguiram os dados da TABELA 4.

TABELA 4 – Valores das massas de água e das pastas

Composição	Massa de pasta	Massa de água
Gesso comercial	533 g	266,5 g
Gesso e 5% de serragem de couro	516 g	273 g
Gesso e 10% de serragem de couro	480 g	288 g
Gesso e 15% de serragem de couro	390 g	324 g
Gesso e 20% de serragem de couro	343 g	343 g

Fonte: Próprio autor

Transferiu-se a massa formada para o molde do corpo de prova, com o auxílio de uma espátula, de forma a evitar a formação de bolhas. A massa permaneceu no molde até atingir o endurecimento total e foram submetidas à secagem.

Determinação da dureza

Para determinar a dureza de cada massa, escolheu-se uma amostra da faceta interior e duas amostras da face oposta de cada composição, seguindo a NBR 12129 (1991).

Colocou-se o corpo de prova na prensa de carga fixa com uma das suas superfícies voltada para cima e alocou-se uma esfera a uma distância de 20 mm das extremidades.

A amostra foi submetida a uma carga fixa de 500 N (Newton) e após 2 segundos aumentou-se para 8237 N, permanecendo por um período de tempo de 15 segundos. A deformação na superfície da amostra foi determinada com o auxílio de um paquímetro.

Determinação da resistência à compressão

Para determinar a resistência à compressão, o corpo de prova foi colocado na prensa de carga fixa, em seguida abaixou-se a prensa e submeteu-se a amostra a uma carga contínua de 250 N/s (Newton) até 25000 N/s. O final do ensaio foi determinado quando ocorreu o rompimento total do corpo de prova. Os ensaios foram realizados segundo a NBR 12129 (1991).

RESULTADOS

Resultados dos ensaios para determinação da consistência normal

Os resultados dos ensaios realizados para determinação da consistência normal da massa do gesso comercial (referência), e das massas constituídas de gesso incorporado com a serragem do couro wet-blue, estão apresentadas na TABELA 5.

TABELA 5 – Resultados dos ensaios para determinação da consistência normal

Composição	Gesso	Água	Consistência normal	NBR 121128
Gesso comercial	300 g	150 g	31 mm	30±2 mm
Gesso e 5% de serragem de couro	280 g	150 g	28 mm	30±2 mm
Gesso e 10% de serragem de couro	250 g	150 g	30 mm	30±2 mm
Gesso e 15% de serragem de couro	180 g	150 g	29 mm	30±2 mm
Gesso e 20% de serragem de couro	150 g	150 g	28 mm	30±2 mm

Fonte: Próprio autor.

Resultados dos ensaios para determinação do tempo de pega

Os resultados dos ensaios do tempo de pega podem ser analisados através da TABELA 6. A amostra de referência foi o gesso comercial, e os demais valores compreendem as massas constituídas das proporções de gesso incorporadas com a serragem do couro wet-blue.

TABELA 6 – Resultados dos ensaios para determinação do tempo de pega

Fator água/gesso	Composição	Tempo inicial	Tempo final
0,50	Gesso comercial	19,33 min	29,60 min
0,53	Gesso e 5% de serragem de couro	14,56 min	21,85 min
0,75	Gesso e 10% de serragem de couro	05,50 min	11,81 min
0,79	Gesso e 15% de serragem de couro	10,18 min	15,50 min
0,88	Gesso e 20% de serragem de couro	08,41 min	13,23 min

Fonte: Próprio autor.

Resultados dos ensaios para determinação da dureza

Os resultados dos ensaios de dureza apresentados na TABELA 7 foram determinados pelo diâmetro da deformação sofrida pelos corpos de prova após uma força aplicada por uma prensa de carga fixa de 8237 N.

TABELA 7 – Resultados dos ensaios para determinação de dureza

Fator água/gesso	Composição	Espessura (mm)	Dureza (N/mm²)	NBR 13207 (N/mm²)
0,50	Gesso comercial	1,65	159,16	30
0,53	Gesso e 5% de serragem	1,05	255,90	30
0,60	Gesso e 10% de serragem	1,40	183,82	30
0,83	Gesso e 15% de serragem	1,70	153,54	30
1,00	Gesso e 20% de serragem	1,95	135,24	30

Fonte: Próprio autor.

Resultados dos ensaios para determinação da resistência à compressão

Os resultados podem ser observados na TABELA 8 pelas média das triplicatas.

TABELA 8 - Resultados dos ensaios para determinação da resistência

Composição	Carga (N)	R (Mpa)	NBR 13207 (Mpa)
Gesso comercial	12141	4,88	8,40
Gesso e 5% de serragem	22771	9,36	8,40
Gesso e 10% de serragem	4619	1,79	8,40
Gesso e 15% de serragem	6492	2,43	8,40
Gesso e 20% de serragem	2501	0,95	8,40

Fonte: Próprio autor.

Resultados dos ensaios para determinação do cromo presente na serragem do couro wet-blue

Os ensaios realizados para determinar o cromo presente na serragem do couro wet-blue, estão apresentados na TABELA 9.

TABELA 9 – Resultados do cromo presente na serragem do couro wet-blue

Amostra	Diluição	Teor de Cromo (mg/kg)
1	50	29,00
2	50	48,00
3	50	51,00
Média	50	42,67

Fonte: Próprio autor.

DISCUSSÃO

De acordo com a NBR 12128 (1991), a consistência normal da pasta formada é de 30 ± 2 mm. Os resultados expostos na TABELA 5 confirmam que todas as pastas compostas de gesso incorporado com a serragem do couro wet-blue atenderam a normativa.

Os resultados dos tempos do início de pega da amostra de referência (gesso comercial), e das demais composições de gesso incorporado com a serragem do couro wet-blue, atenderam os valores estabelecidos para a classificação do gesso fino para fundição de acordo com a NBR 13207 (1994). Os resultados dos tempos de fim de pega da amostra de referência (gesso comercial) e da pasta composta por gesso incorporada com 5% de serragem do couro wet-blue, também ficaram dentro dos parâmetros estabelecidos pela norma. Já os resultados dos ensaios de fim pega, das proporções de gesso incorporado com 10%, 15% e 20% do couro wet-blue apresentaram valores inferiores à normativa segundo a TABELA 6.

Os resultados das composições das pastas de gesso incorporado com o couro ficaram acima do limite mínimo exigido pela norma de 30 N/mm^2 , diante do fato todas as massas acataram as exigências de dureza conforme expressa na NBR 13207 (1994) segundo a TABELA 7.

Valores obtidos para resistência à compressão da amostra de referência (gesso comercial) ficaram abaixo dos valores determinados na NBR 13207 (1994), a norma define valores superiores a 8,40 Mpa. Assim, é notória a interferência da qualidade do gesso comercial utilizado nos ensaios, das pastas incorporadas com as porcentagens de 10%, 15% e 20% de serragem do couro wet-blue. Já as amostras composta por gesso comercial incorporado com 5% de serragem apresentaram resultados superiores, comparado com a amostra de referência.

Segundo Lucas e Benatti (2008), a construção civil vem aderindo a incorporação de resíduos industriais como método de destino final, pela grande preocupação com a redução de impactos ambientais recorrentes e com a sustentabilidade. Enfatizam ainda alguns dos tipos de resíduos já estudados e/ou incorporados na construção civil na produção de cerâmicos e cimentícios, tais quais, resíduos de laminado de fibra de vidro, lodo de indústria de papel, lodo de estação de tratamento de água, cinza de bagaço de cana-de-açúcar, resíduo do beneficiamento do caulim, lodo da indústria têxtil, óleo de setor petrolífero, lodo de curtume e resíduo galvânico.

Em um estudo realizado por Basegio, Berutti e Bergmann (2001), foi possível incorporar o lodo de curtume com resultado satisfatório para produção de cerâmica vermelha, tendo como limite máximo permitido de incorporação do resíduo de até 10% em sua formulação. Dado este que mostra a possibilidade de incorporação de resíduos sólidos de curtume na construção civil de maneira que não interfere na qualidade do produto, além de colaborar com o meio ambiente em relação à destinação final de determinados resíduos.

CONCLUSÃO

A concentração do cromo detectada nas amostras da serragem do couro wet-blue está diretamente associada aos impactos ambientais ocasionados pelos descartes indiscriminados dos resíduos gerados nas indústrias de curtimento do couro. Em contra partida o descarte do gesso utilizado na construção civil, devem atender a normativa NBR 10004/04 Resíduos sólidos e a Resolução 307/02 do CONAMA (Conselho Nacional Do Meio Ambiente), as normas categorizam o gesso como não inerte e não podem ser depositados em aterros destinados aos entulhos da

construção civil. Foi possível detectar a mobilidade e a consistência da massa, caracterizando como satisfatória para todas as proporções estabelecidas no presente trabalho. A partir dos ensaios para determinação dos resultados do tempo de pega, concluiu-se que todas as pastas incluindo a amostra de referência apresentaram composição semelhante ao gesso fino para a fundição. Já os resultados de fim pega não foram satisfatórios para as composições das massas constituídas de 10%, 15% e 20% da serragem. A pasta de gesso incorporada com 5 % da serragem, e a amostra de referência atenderam a normativa. Em relação a análises da dureza, os resultados superaram as expectativas já que todas as pastas ficaram acima dos valores mínimos estabelecidos na norma NBR 13207 (1994). Em contra partida os parâmetros analisados nos ensaios da resistência à compressão sofreram a interferência do gesso comercial utilizado. O resultado da amostra de referência ficou abaixo dos limites estabelecidos na norma assim com as massas constituídas de 10%, 15% e 20% da serragem. Conclui-se que é viável e eficiente o uso da massa do gesso com 5 % da serragem já que atende a normativa vigente, podendo ser utilizada na construção civil na categoria de gesso fino para fundição.

REFERÊNCIAS

- ABNT, NBR. 10004: 2004. Resíduos sólidos: Classificação. Associação Brasileira de Normas, 2004.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12127: gesso para construção – determinação das propriedades físicas do pó. Rio de Janeiro, 1991.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12128: gesso para construção – determinação das propriedades físicas da pasta. Rio de Janeiro, 1991.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12129: gesso para construção – determinação das propriedades mecânicas. Rio de Janeiro, 1991.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13207: gesso para construção civil. Rio de Janeiro, 1994.
- BASEGIO, T. M.; BERUTTI, F. A.; BERGMANN, C. P. ASPECTOS AMBIENTAIS NO USO DE LODO DE CONAMA, Resolução. 357, de 17 de março de 2005. **Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA**, v. 357, 2005.
- CURTUME COMO MATÉRIA-PRIMA PARA CERÂMICA VERMELHA. CEP, v. 90035, p. 190, 2001.
- HOINACKI, Eugênio et al. Peles e couros; origens, defeitos, industrialização. In: **Peles e couros; origens, defeitos, industrialização**. SENAI, 1989.
- LIRA, W. S.; CÂNDIDO, G. A. **Gestão sustentável dos recursos naturais: uma abordagem participativa**. SciELO-EDUEPB, 2013.
- LUCAS, D.; BENATTI, C. T. Utilização de resíduos industriais para a produção de artefatos cimentícios e argilosos empregados na construção civil. Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, v. 1, n. 3, p. 405-418, 2008.
- MEDRADO, L. C. L. Adsorção de íons cromo (VI) proveniente de efluentes de curtumes em bucha vegetal (*Luffa cylindrica*) modificada com ácido cítrico. **Universidade Estadual de Anápolis**, 2011.
- PRADOS, N. L.; LUCCA R. M. D.; RESENDE, S. E. **Eficiência na Produção com Tecnologia Limpa**. Revista do Couro, Estância Velha – RS, n. 155, p. 50 – 57, ano XXV, mai. 2002.
- PROCTOR, D. M.; FINLEY, B. L.; HARRIS, M. A.; PAUSTENBACH, D. J.; RABBE, D. **Chromium in soil: perspectives in chemistry, health and environmental regulation**. New York: Lewis, 1997. 797 p.

RIBEIRO, A. S. Produção de gesso reciclado a partir de resíduos oriundos da Construção Civil. 2006. 105 pg. Dissertação de Mestrado em Engenharia Urbana. Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa. Março de 2006.

USEPA - US Environmental Protection Agency. (1996). Soil screening guidance: technical background document. USEPA Rep. 540/R-95/128. US Gov. Print. Office, Washington, DC.