

AVALIAÇÃO TÉRMICA-EXPERIMENTAL DE REBOCO CELULÓSICO COMERCIALIZADO EM PELOTAS-RS

**Márcio da Fonseca Martins (1); Flávia Ramires da Silva (2);
Gilberto Guimarães Granada (3); Maria Tereza F. Pouey (4)**

(1) Acadêmico do Curso de Engenharia Civil, marciofm88@gmail.com

(2) Acadêmica do Curso de Engenharia Civil, flavia.ramires@hotmail.com

(3) Empresário, Paretérmica: Paredes Térmicas do Brasil, paretermica@bol.com.br

(4) Dr^a. Eng^a. Civil, Arquiteta, Professora do Centro de Engenharias, mtpouey@brturbo.com.br

Universidade Federal de Pelotas, Centro de Engenharias, Rua Benjamin Constant, 989,

CEP: 96010 020, Pelotas/RS. Tel.: (53) 3921 1430

RESUMO

As fibras lignocelulósicas são excelentes matérias-primas para a confecção de compósitos, o que pode ser comprovado pelo elevado número de patentes nacionais e internacionais, além do elevado número de produtos já comercializados. Uma dessas patentes, refere-se ao reboco celulósico, produto fabricado a partir de fibras lignocelulósicas de madeira de eucalipto, que está sendo comercializado no município de Pelotas, estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Neste contexto, este trabalho teve como objetivo fazer uma avaliação experimental da influência da aplicação do reboco celulósico como revestimento de superfícies, quanto à resposta térmica à variação natural de temperatura do ar, em condições de verão. Para isso, foram construídas 2 câmaras com mesmas dimensões e constituição (OSB), sendo que uma difere-se da outra pela aplicação do reboco celulósico na superfície externa. Ambas receberam o mesmo acabamento externo, ou seja, mesma pintura. Para o registro destas temperaturas, foi instalado um registrador Data Logger no centro de cada câmara, suspenso por um fio de arame. Como inovação tecnológica, pois o produto está no mercado a poucos anos e ainda não tem avaliação em uso ao longo do tempo, o reboco celulósico tem sido usado como revestimento e, principalmente, em reparos de algumas patologias em substituição ao reboco com esfrelamento por umidade. Embora tenha um custo um pouco mais elevado do que o reboco de argamassa, o reboco celulósico apresenta grande potencialidade para ser utilizado na área da construção civil e arquitetura.

Palavras-chave: reboco celulósico, isolante térmico, conforto térmico.

ABSTRACT

The lignocellulosic fibers are excellent raw materials for the manufacture of composites, which can be proved by many national and international patents, plus the large number of already marketed products. One of these patents, refers to cellulosic plaster, product made from eucalyptus wood lignocellulosic fibers, which is being sold in the city of Pelotas, Rio Grande do Sul, Brazil. In this context, this study aimed to conduct an experimental evaluation of the influence of the application of cellulose as plaster coating, as the thermal response to natural air temperature variation in summer conditions. For this, two chambers were constructed with the same dimensions and composition (OSB), and one differs from the other by applying plaster on the outer surface cellulose. Both were given the same external finish, or painting the same. For the record these temperatures, installed a data logger recorder in the center of each chamber, suspended by a wire. As technological innovation, because the product is on the market a few years and still have not review in use over time, cellulosic plaster has been used as a coating and especially in repairs of some pathologies replacing crumbling plaster as by moisture. Although a cost slightly higher than the mortar plastering, cellulosic plaster has great potential for use in the field of construction and architecture.

Keywords: cellulosic plaster, thermal insulation, thermal comfort.

1. INTRODUÇÃO

Conforto térmico, como definido em ASHRAE (1993), é um estado de espírito que reflete satisfação com o ambiente térmico que envolve a pessoa.

Segundo Cruz (2009), a utilização de materiais que favoreçam o conforto térmico nos ambientes proporciona uma redução de gastos com energia elétrica, visto que exclui ou reduz a aplicação de sistemas de climatização de ambientes, bem como de manutenção dos mesmos. Entre os materiais naturais que vêm sendo empregados na construção civil com a finalidade de controlar as trocas de calor entre o ambiente externo e interno, principalmente nas paredes e coberturas das edificações que sofrem incidência direta da radiação solar, citam-se as fibras vegetais ou lignocelulósicas.

As fibras lignocelulósicas podem ser retiradas de diferentes partes da planta: do caule (juta, bagaço de cana-de-açúcar, bambu), das folhas (sisal, bananeira, abacaxi, curauá), do fruto (algodão, coco), do tronco (madeira), entre outros. Devido a isto, elas diferem consideravelmente umas das outras, mas possuem em comum o fato de serem constituídas basicamente por três componentes: celulose, lignina e polioses, também conhecidas como hemiceluloses (RAZERA, 2006).

As fibras lignocelulósicas vêm sendo consideradas para fins de isolamento térmica, uma vez que são leves, flexíveis, de baixo custo, abundantes e apresentam uma estrutura “micrográfica” caracterizada por muitos vazios, o que induz maior resistência térmica ao fluxo de calor (NEIRA, 2005). Por esse motivo, essas fibras são excelentes matérias-primas para a confecção de compósitos, o que pode ser comprovado pelo elevado número de patentes nacionais e internacionais, além do elevado número de produtos já comercializados (SILVA; BELTRÃO, 1999).

Uma dessas patentes refere-se ao reboco celulósico, produto fabricado a partir de fibras lignocelulósicas de madeira de eucalipto, que está sendo comercializado no município de Pelotas, estado do Rio Grande do Sul, Brasil.

2. OBJETIVOS

Este trabalho teve como objetivo fazer uma avaliação experimental da influência da aplicação do reboco celulósico como revestimento de superfícies, quanto à resposta térmica à variação natural da temperatura do ar, em condições de verão.

3. METODOLOGIA

Neste item, além de descrever o experimento, é feita a caracterização do reboco celulósico, tendo em vista que é um material novo, que vem sendo utilizado na construção civil recentemente. Cabe ressaltar que este artigo corresponde à fase inicial do estudo térmico deste material, caracterizando-se como um estudo exploratório.

Numa próxima fase, outros ensaios serão necessários para caracterizar o material e determinar suas propriedades térmicas, tais como a resistência térmica (R) e a condutividade térmica (λ). Para isto, a ABNT NBR 15220 - Desempenho térmico de edificações Parte 4: Medição da resistência térmica e da condutividade térmica pelo princípio da placa quente protegida (ABNT, 2005) estabelece o método absoluto para determinação, em regime permanente, da resistência térmica e da condutividade térmica de materiais sólidos, descrevendo o método da placa quente protegida.

3.1 Caracterização do reboco celulósico

O reboco celulósico é um revestimento de interiores, tipo massa, de aplicação localizada, para paredes no seu estado bruto (tijolo), em alvenaria, madeira, placas divisórias ou outras superfícies com suficiente ancoragem. O produto foi patenteado, no ano de 2012, junto ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), sob o nº PI 0000118-0 e vem sendo comercializado em Pelotas-RS e em municípios vizinhos.

Sua principal composição são fibras celulósicas altamente resinadas, inclusive borracha líquida, emulsificante, espessante, dispersante, estabilizador, dentre outros (Paretérmica, 2015).

As vantagens do reboco celulósico estão relacionadas a algumas características dos materiais constituintes, como a capacidade impermeabilizante conferida pelo percentual de resina utilizado e relativo isolamento térmico atribuído às fibras celulósicas. Outra característica apresentada pelo material é a não ocorrência tanto de trincas como de esfrelamento, que aparecem em paredes feitas com reboco de argamassa. Por isto, é usado na recuperação destas manifestações patológicas.

O custo do reboco celulósico em relação ao reboco usual, ainda que este tenha elevado rendimento, gira em torno de 10 a 50% mais caro, esta variação é função da utilização de celulose virgem ou sucata de papel.

Para aplicação do revestimento na parede, a técnica utilizada é a mesma da aplicação de reboco feito com cimento, cal e areia. Após a aplicação, deve-se esperar a secagem ao natural ou acelerá-la com ventilação forçada, para acabamentos finais ou pintura.

O produto constitui-se em uma massa (Foto 1), que tem como matéria-prima básica: celulose virgem e sucata de papel ou microfibras de madeira (serragem) ou a mistura de ambas. O processo de obtenção da massa celulósica varia em função dos materiais empregados como matéria-prima.

Quando é empregada celulose virgem ou papel sucata, para seu desmanche e obtenção da referida massa celulósica (suspensão), o processo utiliza o equipamento Hidrapulper. Após, é promovida a desidratação desta massa até o teor de 25% de matéria-seca em desaguidadores, utilizando técnica e equipamentos de amplo domínio da indústria papeleira. A massa parcialmente desidratada é levada a um tanque de mistura onde é adicionada 50% de resina acrílica, a qual promove a liga da massa e sua posterior adesão à superfície onde será aplicada, bem como a impermeabilização do revestimento acabado (PATENTE PI 0000118-0, 2012).

Ainda de acordo com a patente, em processo em que é utilizada apenas a microfibras de madeira (serragem), a qual deverá ser passante na peneira de malha de 1,41 mm, toma-se como base o peso de serragem (matéria-seca), para adicionar os demais componentes, água (150% do peso da matéria-seca) e a resina acrílica (100% da matéria-seca), que são levados a um tanque de mistura sob agitação, até formar uma massa uniforme.

Para obtenção do produto de mistura da massa celulósica com a massa de madeira, simplesmente agrega-se no misturador ambas as massas, produzidas anteriormente, na dosagem percentual que melhor atende as características desejadas, relativas a sua utilização (PATENTE PI 0000118-0, 2012).

A qualquer formulação da massa, é adicionado um microbicida líquido, o mesmo utilizado na indústria de tintas, conforme a indicação do fabricante, sendo muito usual e de bons resultados, em torno de 0,2% do peso da matéria-seca (PATENTE PI 0000118-0, 2012).

A figura 2 mostra alguns exemplos do aspecto visual do reboco celulósico aplicado, uma vez que aceita texturização e pintura.



Figura 1 – Aspecto visual da massa celulósica. Fonte: autor

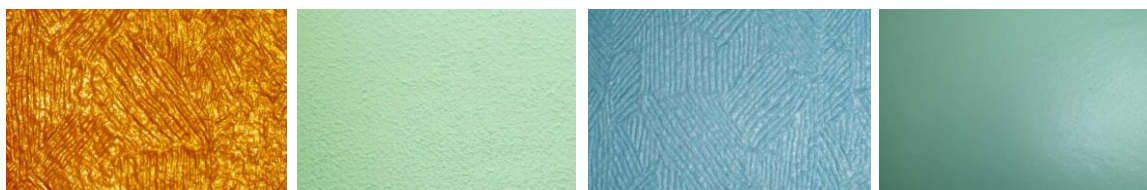


Figura 2 – Exemplos de texturização e cor usados em reboco celulósico aplicado em paredes. Fonte: <http://paretermica.com.br/produto.html#>

3.2 Materiais empregados para confecção das câmaras

A fim de atingir o objetivo do trabalho, ou seja, avaliar experimentalmente a influência da aplicação do reboco celulósico, quanto à resposta térmica à variação de temperatura do ar, foram construídas 2 câmaras com mesmas dimensões e constituição, sendo que uma difere-se da outra pela aplicação do reboco celulósico na superfície externa. Ambas receberam o mesmo acabamento externo, ou seja, mesma pintura.

Para a construção das câmaras, foram empregados os seguintes materiais:

- Pannel de madeira reconstituída OSB - *Oriented Strand Board*;
- Tinta para preservação e proteção do pannel de madeira (pintura básica);
- Tinta de piso, acetinada, de cor azul, marca Resicolor;
- Reboco celulósico, aplicado pela empresa Paretérmica Ltda.

As câmaras constituem-se de caixas cúbicas (40 x 40 x 40 cm), construídas com pannel OSB, abertas em uma das faces, e receberam os seguintes tratamentos:

- Reboco celulósico (T1) - Pannel de madeira OSB, com camada de pintura básica, para preservação e proteção do material, aplicação de reboco celulósico, com espessura de aproximadamente 8 mm, e posterior pintura com tinta de piso, acetinada, de cor azul, marca Resicolor.
- Referência (T2) - Pannel de madeira OSB, com camada de pintura básica, para preservação e proteção do material, e posterior pintura com tinta de piso, acetinada, de cor azul, marca Resicolor.

3.3 Montagem do experimento e medições

O experimento foi montado nas dependências do Centro de Engenharias, na cidade de Pelotas, estado do Rio Grande do Sul, Brasil, situada nas seguintes coordenadas geográficas: latitude de 31°46'19"S e longitude 52°20'33"O.

As câmaras foram dispostas em ambiente interno de uma oficina, que possui duas janelas grandes, ambas com orientação oeste. As caixas foram colocadas afastadas das janelas, de modo a não incidir radiação solar direta, nem respingos de chuva, simulando, assim a situação de exposição de um reboco interno. As janelas permaneceram abertas de maneira a minimizar, internamente, o amortecimento da amplitude de variação térmica ocorrida no exterior, ou seja, ao ar livre. A disposição foi feita conforme pode ser observado na Figura 3.



Figura 3 – Disposição das câmaras. Fonte: autor.

A variável de controle considerada para comparação do comportamento térmico dos diferentes tratamentos foi a temperatura do ar dentro de cada uma das câmaras. Para o registro destas temperaturas, foi instalado um registrador Data Logger, marca Omega Engineering Inc., modelo OM-63 (Figura 4), no centro de cada câmara, suspenso por um fio de arame, conforme o croqui da figura 3.

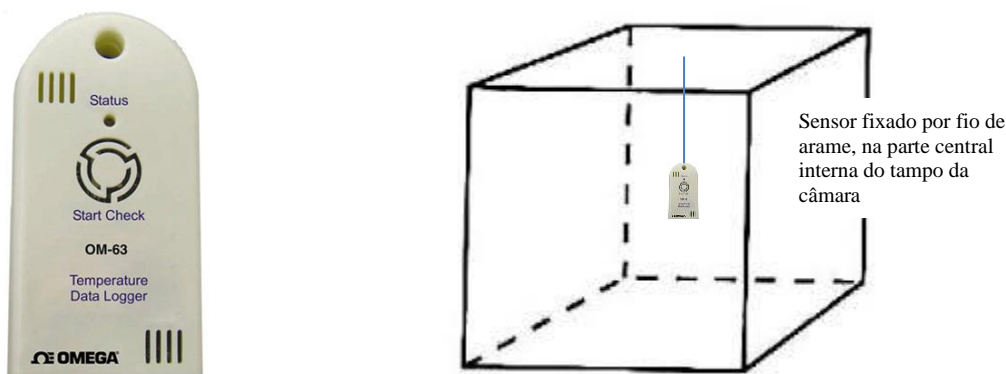


Figura 4 – Data Logger utilizado e croqui do seu posicionamento nas câmaras. Fonte: autor.

A aquisição de dados ocorreu, em condições de verão, no mês março de 2015, do dia 11 ao dia 20, começando e encerrando às 12h. O registro das temperaturas foi programado para ocorrer de uma em uma hora. Assim, foram registradas 217 medições para cada tratamento. Posteriormente, os dados foram transferidos para um computador, manuseados em uma planilha Excel e, estatisticamente, com o software Assistat 7.7 beta. Para o registro da temperatura do ar interno da oficina, foi disposto outro sensor em uma caixa, constituída com laterais de venezianas e pintada de branco, a fim de minimizar possíveis efeitos de radiação. Como referencia, para determinação da temperatura do ar externo à oficina (rua), foram usados dados do Boletim Agroclimatológico da Embrapa Clima Temperado (EMBRAPA, 2015).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados do Boletim Agroclimatológico da Embrapa Clima Temperado (EMBRAPA, 2015), indicam que os dias de medição foram compatíveis com as condições de verão: temperatura máxima diária variando entre 27,7°C e 30,5°C; amplitude diária da temperatura entre 11, 4 e 11,9°C; radiação solar diária entre 421 e 492 cal.cm⁻².dia⁻¹, com exceção do dia 15/03, quando foi registrado somente 290 cal.cm⁻².dia⁻¹ e 4,3 horas de insolação, enquanto nos demais dias a insolação vaiou entre 8,1 e 10,9 horas.

O gráfico da Figura 5 mostra os dados das temperaturas registradas no experimento.

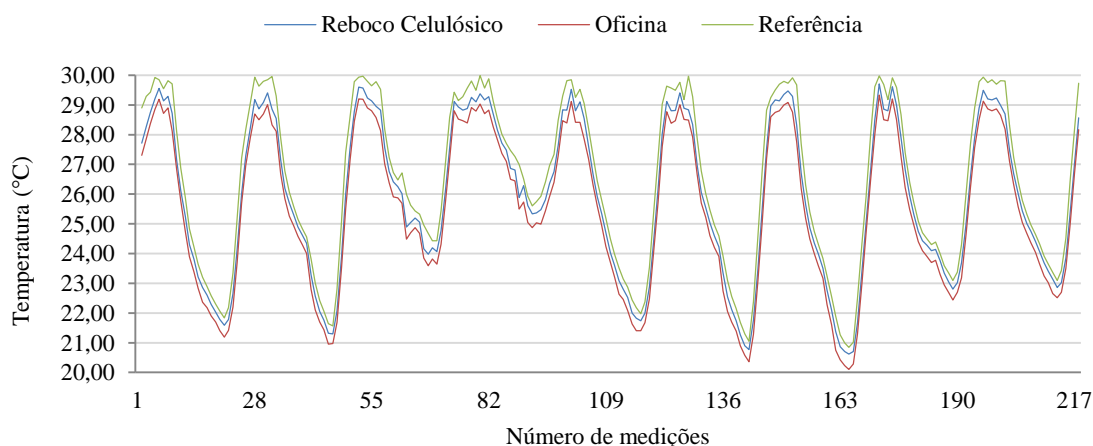


Figura 5 – Dados das temperaturas registradas no experimento.

Observando-se a Figura 5, percebe-se que em todas as 217 medições, as temperaturas registradas para a referência (T2) foram maiores quando comparadas ao reboco celulósico (T1), enquanto ambas são superiores à temperatura do ar no interior de oficina, o que, provavelmente, ocorreu pela pouca ventilação verificada nas câmaras, o que acabou elevando suas temperaturas internas.

Para análise estatística dos dados, empregou-se um delineamento inteiramente casualizado, tendo como fator a temperatura. Após concluir que existe diferença entre os dois tratamentos, por meio do teste F, que deu significativo ao nível de 5 % de probabilidade de erro, realizou-se um teste de Tukey para obter a comparação entre as médias desses tratamentos.

Na Tabela 1 é apresentada a comparação das médias dos tratamentos pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Tabela 1 – Comparação das médias dos tratamentos pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Temperatura	
Tratamento	Média (°C)
Reboco Celulósico (T1)	25,86 b*
Referência (T1)	26,42 a
CV % = 10,36	

*Tratamentos com média seguida de mesma letra não diferem pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Analisando a Tabela 1, percebe-se que as médias das temperaturas dos dois tratamentos diferiram estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade de erro. Além disso, a média das temperaturas registradas para o reboco celulósico (T1) foram menores quando comparadas a referência (T2). Isso indica a influência da presença da camada de reboco celulósico do Tratamento T1.

O gráfico da Figura 6 mostra a comparação entre a temperatura média diária no interior das câmaras, ao longo de cada dia avaliado, com a temperatura média diária informada no Boletim Agroclimatológico da Embrapa Clima Temperado. (EMBRAPA, 2015).

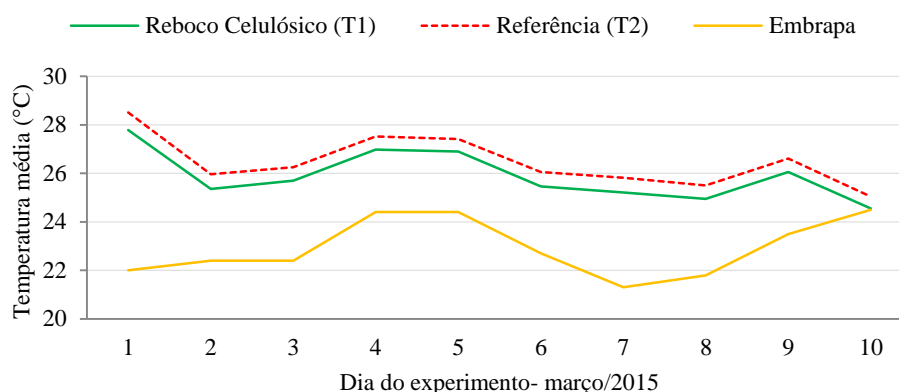


Figura 5 – Comparação entre a temperatura média no interior das câmaras, ao longo de cada dia avaliado, com a temperatura média do dia. Fonte: Boletim Agroclimatológico da Embrapa Clima Temperado (EMBRAPA, 2015).

Os gráficos das Figuras 5 e 6 mostra um comportamento semelhante entre as temperaturas analisadas, percebe-se que a temperatura média em ambos os tratamentos e na oficina foram superiores a temperatura média do ar indicada no Boletim Agroclimatológico da Embrapa Clima Temperado, o que pode ser justificado pelo efeito de abrigo da construção. Assim, a diferença entre as temperaturas registradas nas câmaras ocorre, provavelmente, devido aos tratamentos T1 e T2.

5. CONCLUSÕES

O experimento inicial do estudo experimental-térmico do reboco celulósico indicou um comportamento satisfatório em condições de verão, no entanto, deve ser complementado para outras situações, como o inverno, principalmente. Para melhor caracterizar o material, suas propriedades térmicas, tais como resistência térmica (R) e condutividade térmica (λ) devem ser determinadas por métodos normatizados e, então, ser avaliado frente a outros materiais de revestimento, a partir de espessuras iguais ou equivalentes em termos térmicos. Outro aspecto importante a ser considerado no desempenho deste revestimento é a temperatura superficial e umidade.

Apesar de ser mais caro (10 a 50% mais caro) do que o reboco usual, o reboco celulósico apresenta-se como uma alternativa de produto para revestimento interno, podendo ser utilizado na cobertura de paredes de diversos materiais, além de possibilitar a exploração de recursos como pintura e/ou efeitos de textura.

Assim, o reboco celulósico, como inovação tecnológica na área de revestimento de interiores, tem grande potencialidade para ser explorado na área da construção civil e arquitetura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15220- Desempenho térmico de edificações Parte 4: Medição da resistência térmica e da condutividade térmica pelo princípio da placa quente protegida. ABNT, Rio de Janeiro, 2005.
- AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS. **Ashrae Handbook: fundamentals**. New York: Ashrae, 1993.
- CRUZ, M. P. **Aplicação de resíduo industrial para isolamento térmico: uma proposta para utilização do poliuretano de mamona com agregado de resíduo plástico termofixo**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Tecnologia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Natal, RN, 2009. 77f.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Boletim Agroclimatológico da Estação de Pelotas**. Disponível em: <[https:// www.cpact.embrapa.br/agromet/estacao/boletins/](https://www.cpact.embrapa.br/agromet/estacao/boletins/)>. Acesso em 14 março de 2015.
- NEIRA, D. S. M. **Fibras de sisal (Agave sisalana) como isolante térmico de tubulações**. Natal, RN, 2005. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Tecnologia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica. Natal, RN, 2005. 79 f.
- PARETÉRMICA LTDA. Paredes Térmicas do Brasil. Disponível em: <http://www.paretermica.com.br/empresa.html>. Acesso em 15 de janeiro de 2015.
- PATENTE PI 0000118-0. **Processo para obtenção de um revestimento de parede tipo massa constituído em fibra celulósica, madeira reconstituída ou mistura dessas**. Instituto Nacional da Propriedade Intelectual (INPI), 2012.
- RAZERA, I. A. T. **Fibras lignocelulósicas como agente de reforço de compósitos de matriz fenólica e lignofenólica**. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo. Instituto de Química de São Carlos. Doutorado em Ciências (Físico-Química). São Carlos, São Paulo, 2006. 189f.

SILVA, O. R. R.; BELTRÃO, N. E. M. **O agronegócio do sisal no Brasil**. Campina Grande: EMBRAPA/CNPA, 1999. 205p.