

III-138 - INCORPORAÇÃO DE RESÍDUO DE GIRASSOL E PÓ DE VIDRO EM MATRIZ CERÂMICA PARA VIABILIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE MATERIAIS SUSTENTÁVEIS

Ana Júlia Wagner⁽¹⁾

Acadêmica de Engenharia Civil na Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC.

Camila Stockey Erhardt

Acadêmica de Engenharia Civil na Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC. Bolsista CNPq.

Adriane Lawisch Rodríguez

Professora do Departamento de Engenharia, Arquitetura e Ciências Agrárias e do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental da Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC. Doutora em Engenharia pela Universidade Tecnológica de Berlim, Alemanha. Mestre em Engenharia Metalúrgica e de Materiais pela Escola de Engenharia da UFRGS. Engenheira Química pela Escola de Engenharia da PUCRS.

Endereço⁽¹⁾: Rua João Werlang, 783 – Margarida – Santa Cruz do Sul – RS – CEP: 96825-473 – Brasil - Tel: +55 (51) 9687-3663 – e-mail: anawagner@msn.com

RESUMO

Este trabalho trata da incorporação de dois tipos de resíduos em material cerâmico. Um deles é o resíduo proveniente da extração do óleo de girassol para fabricação de Biodiesel e o outro resíduo de vidro de embalagem na forma de pó. A obtenção deste novo material poderá oferecer uma alternativa para o tratamento de resíduos e também contribuir para o ganho ambiental na produção de material cerâmico, uma vez que reduz a quantidade de argila a ser retirada da jazida. A argila utilizada é proveniente de uma jazida de lavra mineral de indústria situada na cidade de Candelária/RS. Nesse trabalho, tanto o resíduo empregado quanto a argila foram caracterizados através de peneiramento e, a partir disso, foram confeccionados compósitos em matriz cerâmica contendo, respectivamente, 3%, 7% e 10% de resíduo de girassol em massa; 3%, 7% e 10% de resíduo de girassol em massa combinados com 10%, 20% e 30% de resíduo pó de vidro; e, por fim, 10%, 20% e 30% de resíduo de pó de vidro em massa. Em seguida, os corpos de prova foram secos em estufa a 110 °C por 24 horas. Procedeu-se a sinterização dos mesmos em temperatura a 1150 °C, com taxa de aquecimento de 150 °C/h e patamar de queima de 4 horas. Após a queima, as amostras foram submetidas à avaliação quanto a suas propriedades físicas – sendo elas retração linear, absorção de água e porosidade aparente – e mecânicas – resistência à flexão a quatro pontos. Serão realizadas comparações das propriedades dos compósitos cerâmicos contendo apenas resíduo de girassol, girassol com pó de vidro e somente pó de vidro, com as especificações dispostas em normas para materiais de construção civil.

PALAVRAS-CHAVE: Cerâmica, Girassol, Pó de vidro, Argila, Resíduo.

INTRODUÇÃO

Um dos grandes desafios encontrados na atualidade é a destinação de resíduos sólidos e orgânicos. O crescimento acelerado da população representa o aumento do consumo de reservas naturais e, consequentemente, o aumento da produção de resíduos. A reciclagem destes passou a ser de extrema importância, pois representa economia, conservação e preservação de matéria-prima bruta, além da minimização da poluição ambiental. Dessa forma, se mostra necessário o desenvolvimento de métodos que busquem a implantação de tecnologias capazes de diminuir o impacto ambiental decorrente da deposição de resíduos no meio ambiente. Neste sentido, o setor da Construção Civil se traduz em um grande consumidor de recursos naturais, mas igualmente apresenta um grande potencial para aproveitamento de resíduos em materiais de construção. O presente estudo avaliou a incorporação de dois tipos de resíduos em material cerâmico em diferentes teores para reintroduzi-los na cadeia produtiva e, portanto, possibilitar a produção de materiais sustentáveis.

METODOLOGIA

Os procedimentos adotados para a realização do estudo foram executados conforme demonstrado na figura 1.

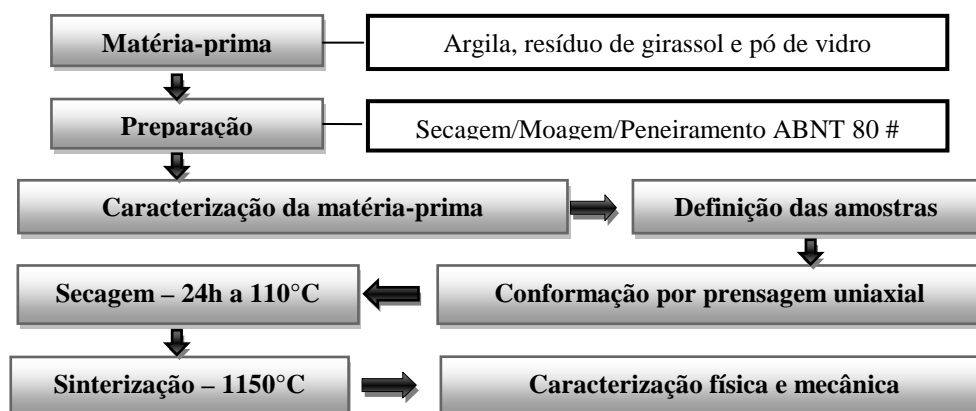


Figura 1: Fluxograma da metodologia do trabalho.

O resíduo de girassol usado para a confecção dos corpos de prova são provenientes dos estudos de biodiesel realizados na universidade. Já o vidro foi usado na forma de pó (figura 2).



Figura 2: Resíduo de girassol e pó de vidro.

A argila utilizada é proveniente de uma jazida de lavra mineral de indústria situada na cidade de Candelária/RS. Para a conformação dos compósitos utilizou-se o método da prensagem uniaxial, que permite à peça conformada assumir a forma do molde. Nesse trabalho, tanto o resíduo empregado, quanto a argila, foram submetidos à secagem, moagem e peneiramento. A partir disso, foram confeccionados compósitos em matriz cerâmica nas seguintes proporções (tabela 1):

Tabela 1: Amostras formuladas.

AMOSTRA	ARGILA (%) EM MASSA	RESÍDUO (%) EM MASSA GIRASSOL	RESÍDUO (%) EM MASSA PÓ DE VIDRO
M	100	0	0
A	97	3	0
B	93	7	0
C	90	10	0
D	87	3	10
E	73	7	20
F	60	10	30
G	90	0	10
H	80	0	20
I	70	0	30

A homogeneização das amostras argila foi feita em moinho planetário por 5 minutos e depois umidificada e submetidas a peneiramento em peneira de abertura de 850mm (#20). A conformação dos corpos de prova foi realizada em prensa hidráulica, em molde metálico de 60mm x 20mm, aplicando-se uma carga de 20MPa. Em seguida, os corpos de prova foram secos em estufa a 110 °C por 24 horas e depois, procedeu-se a queima dos mesmos na temperatura de 1150 °C, com taxa de aquecimento de 150 °C/h e patamar de queima de 4 horas.

Após a queima as amostras foram submetidas à avaliação quanto suas propriedades físicas – quais sejam retração linear, absorção de água e porosidade aparente – e mecânicas – resistência à flexão a quatro pontos (tabela 2).

Tabela 2: Avaliação das propriedades dos compósitos.

Físicas	ASTM C 210/95 – Retração linear	Relação entre as dimensões da amostra após a secagem e a queima
	ASTM C 373/97 – Absorção de água	Relação entre peso seco e úmido dos corpos de prova
	ASTM C 373/97 – Porosidade aparente	Relação entre peso úmido e peso imerso em água
Mecânicas	ASTM C 133/97 – Resistência mecânica à flexão a quatro pontos	Aferição da resistência mecânica utilizando-se da máquina de ensaios universal

A figura 3 apresenta parte dos corpos de prova após a etapa da sinterização, os quais foram usados nos ensaios de caracterização mecânica e física.

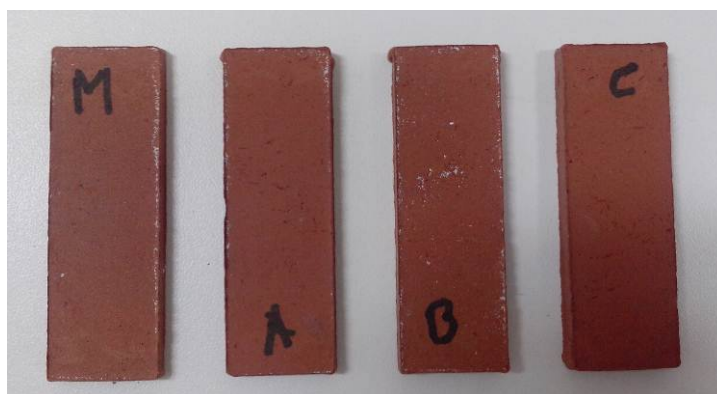


Figura 3: Corpos de prova após a sinterização.

ENSAIOS REALIZADOS

- A retração linear de queima foi calculada conforme o disposto na ASTM C 210/95, segundo a equação (1) abaixo:

$$RL = [(Li - Lf)/Li] \times 100 \quad \text{equação (1)}$$

Sendo:

RL – retração linear de queima (%);

Li – comprimento após a secagem (mm);

Lf – comprimento após a queima (mm).

- A absorção de água seguiu os parâmetros estipulados pela ASTM C 373/97, conforme a equação (2):

$$AA = [(Pu - Ps)/Ps] \times 100 \quad \text{equação (2)}$$

Sendo:

AA – absorção de água (%);
Ps – massa da amostra seca (g);
Pu – massa da amostra úmida (imersa em água por 24h) (g).

- A porosidade aparente foi verificada através da equação (3), igualmente disposta na ASTM C 373/97:

$$Pap = [(Pu-Ps)/(Pu-Pi)] \times 100 \quad \text{equação (3)}$$

Sendo:

Pap – porosidade aparente (%);
Pu – massa do material úmido (imerso em água por 24h) (g);
Pi – massa do material imerso (g);
Ps – massa do material seco em estufa (g).

- A resistência mecânica dos corpos de prova foi aferida por ensaio de resistência a flexão a quatro pontos, segundo determina a ASTM C 133/97, em máquina de ensaios universal.

RESULTADOS

Na tabela 3, estão dispostos os valores médios dos resultados dos ensaios de retração linear, absorção de água, porosidade aparente, resistência mecânica a flexão em 4 pontos. É possível verificar nas amostras A, B e C, que o aumento da concentração de resíduo de girassol nos compósitos diminuiu a retração linear e a resistência mecânica. Já nas amostras G, H e I, o aumento da concentração de pó de vidro nos compósitos diminuiu a retração linear, mas aumentou a resistência mecânica dos mesmos.

Tabela 3: Resultados dos ensaios.

AMOSTRA	RETRAÇÃO LINEAR (%)	ABSORÇÃO DE ÁGUA (%)	POROSIDADE APARENTE (%)	RESISTÊNCIA MECÂNICA (MPa)
M	4,62	9,07	17,51	20,31
A	5,62	8,09	15,73	20,06
B	5,46	8,72	16,24	17,07
C	5,33	9,60	17,68	16,22
D	7,00	1,98	4,61	24,42
E	7,48	0,79	1,63	22,32
F	6,44	0,28	0,70	30,52
G	7,01	1,75	3,88	22,08
H	6,16	0,55	1,14	25,96
I	4,33	0,49	1,00	28,48

Através da figura 4, é possível constatar que, embora a retração linear seja considerável com a adição de pó de vidro, ela tende a diminuir quando incorporado 30% desse resíduo. Como se pode observar, a menor retração linear após a queima foi da amostra I. Além disso, o ensaio demonstrou que o aumento da incorporação de resíduo de girassol nas amostras A, B e C, também diminuiu a retração linear.

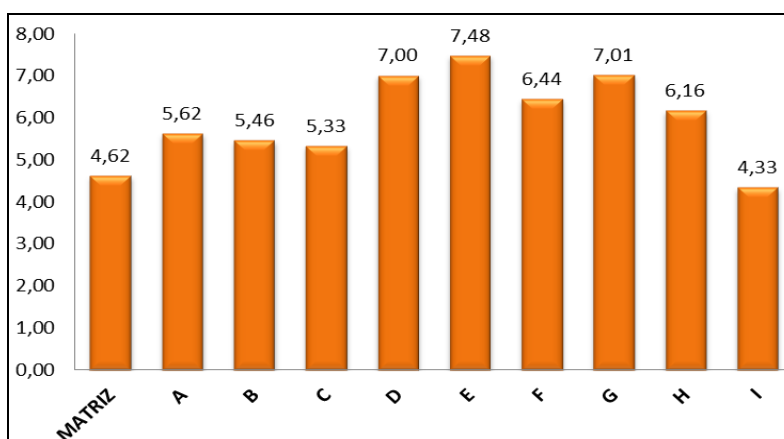


Figura 4: Comparativo dos resultados do ensaio de retração linear.

Já na figura 5, verifica-se que a amostra F obteve a maior resistência mecânica, provando que a incorporação simultânea de 10% de resíduo de girassol e 30% de pó de vidro é significativamente relevante, visto que a amostra C, contendo 10% de resíduo de girassol resultou na menor resistência.

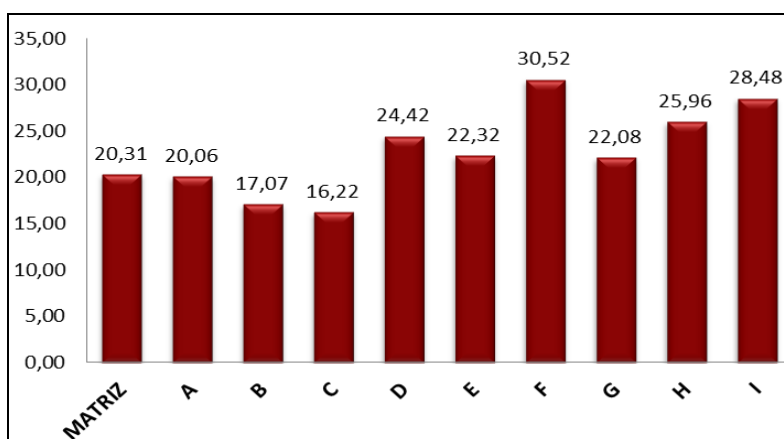


Figura 5: Comparativo dos resultados do ensaio de resistência mecânica.

Outro fator importante foi que quanto maior o teor de pó de vidro e resíduo de girassol incorporados (amostra F), menor absorção de água e porosidade. Tais resultados demonstrados nas figuras 6 e 7 podem ser explicados em função da vitrificação do pó de vidro, que preenche os vazios e tende a deixar o compósito menos permeável.

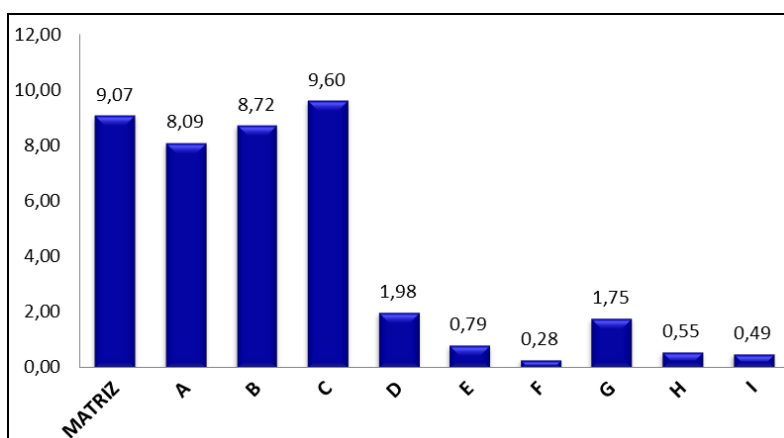


Figura 6: Comparativo dos resultados do ensaio de absorção de água.

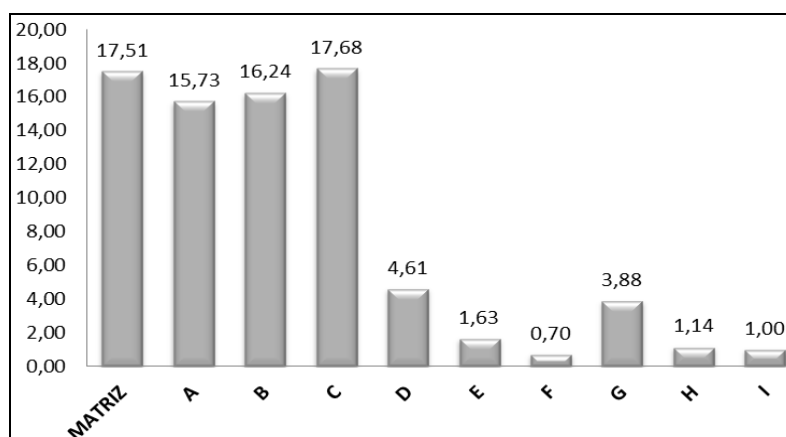


Figura 7: Comparativo dos resultados do ensaio de porosidade aparente.

Na figura 8, tem-se o comparativo dos resultados de todos os ensaios realizados com as amostras.

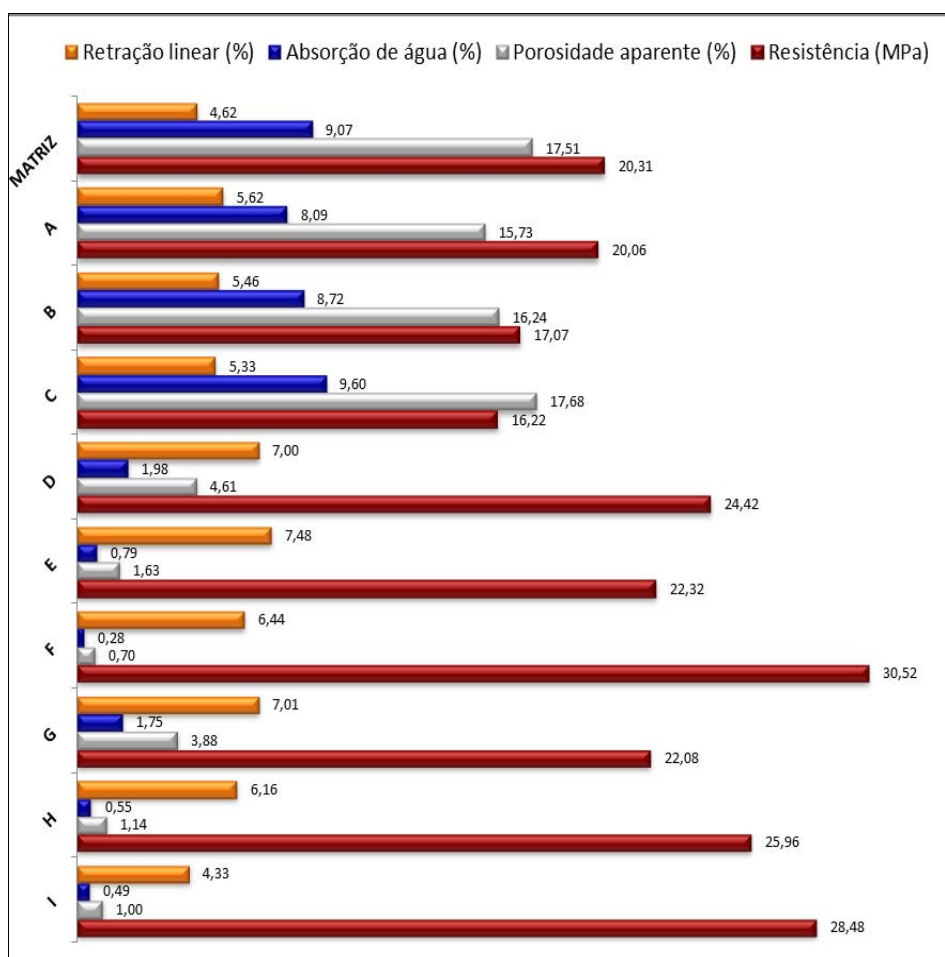


Figura 8: Comparativo dos resultados de todos os ensaios.

Levando em consideração os resultados da resistência mecânica e absorção de água, podemos compará-los com os parâmetros para a classificação de materiais do setor da Construção Civil (tabela 4, adaptada de TELOEKEN, 2011, p. 56). Dentre eles, as telhas, placas cerâmicas de revestimento e blocos de vedação.

Tabela 4: Parâmetros utilizados para telhas, placas cerâmicas de revestimento e blocos de vedação.

MATERIAL CERÂMICO	ABSORÇÃO DE ÁGUA	RESISTÊNCIA MECÂNICA
TELHAS	Pela NBR 15310 (ABNT, 2009), os valores podem ser iguais ou menores que 20%	Pela NBR 15310 (ABNT, 2009), a resistência mecânica das telhas é aferida pelo ensaio de flexão simples (3 pontos), não realizado neste estudo.
PLACAS CERÂMICAS DE REVESTIMENTO	Pela NBR 13817 (ABNT, 2007), são classificados conforme o tipo de material, podendo atingir valores entre 0% e 10% ou superior.	Pela NBR 13818 (ABNT, 2007), varia entre 15 MPa e 35 MPa ou superior, dependendo o tipo de material.
BLOCOS CERÂMICOS	Pela NBR 15270-1 (ABNT, 2005), os valores devem estar compreendidos entre 8% e 22%.	É dividido em classes, sendo o menor valor 1 MPa.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, foi possível verificar que é possível a conformação dos compósitos em matriz cerâmica contendo resíduo de girassol e pó de vidro. A alta temperatura de queima, apesar de resultar em altas resistências mecânicas, contribui para o aumento da retração linear e a diminuição da porosidade e da absorção de água.

Todas as amostras formuladas atendem o requisito estipulado pela norma para a fabricação de telhas, no que diz respeito à absorção de água. Entretanto, como a norma atual determina que a resistência é aferida através do ensaio de flexão simples (3 pontos), não será possível analisar a viabilidade da produção desse material a partir das amostras formuladas.

Para placas cerâmicas de revestimento todas as amostras atendem o disposto em norma no tangente a absorção de água, as faixas de absorção de água determinam a classificação do material. Em se tratando da resistência mecânica, todas elas qualificam.

Para os blocos de vedação, somente as amostras M, A, B e C atenderam o disposto em norma para a absorção de água. Analisando a resistência mecânica, todas as amostras são qualificadas, visto que os blocos devem ter resistência mínima de 1 MPa.

Os resultados obtidos mostram a viabilidade da incorporação de resíduo em matriz cerâmica para diversas finalidades, incluindo a área de materiais de construção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS (ASTM). C373 - Test method for water absorption, bulk density, apparent porosity, and apparent specific gravity of fired whiteware products. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.
2. _____. C210 - Test method for reheat change of insulating firebrick. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.
3. _____. C133- Test method for cold crushing strength and modulus of rupture of refractories. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.
4. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 13817. Placas cerâmicas para revestimento: classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.
5. _____. NBR 13818. Placas cerâmicas para revestimento: especificação e métodos de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.
6. _____. NBR 15310. Componentes cerâmicos: telhas: terminologia, requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 1999.
7. _____. NBR 15270-1. Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação: terminologia e requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

8. MENEZES, R. R.; NEVES, G. A.; FERREIRA, H. C. O estado da arte sobre o uso de resíduos com matérias-primas cerâmicas alternativas. Revista brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campo Grande, v. 6, n. 2, p. 303-313, 2002.
9. SECRETARIA DO ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. Desperdício zero. 2005. Disponível em: <http://www.planetareciclavel.com.br/desperdicio_zero/kit_res_3_vidro.pdf>. Acesso em: 21 ago. 2014.
10. TELOEKEN, Ana Caroline. Utilização de lodo galvânico como matéria-prima em cerâmica vermelha: obtenção, caracterização de propriedades tecnológicas e aspectos ambientais. 2011. 85 f. Dissertação (Programa de Pós-graduação de Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.