

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**

**MESTRADO ACADÊMICO EM DESIGN**

**ÊNFASE: DESIGN E TECNOLOGIA**

Ana Berenice Hubner Flores

**DESIGN, TERRITÓRIO E TECNOLOGIA 3D NA PRESERVAÇÃO CULTURAL  
EM SUPORTE MATERIAL SUSTENTÁVEL:  
ESTUDO DE CASO DO MONUMENTO “O LAÇADOR”**

Porto Alegre, 2012

Ana Berenice Hubner Flores

**Design, Território e Tecnologia 3D na Preservação Cultural  
em Suporte Material Sustentável:  
Estudo de Caso do Monumento “O Laçador”**

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Design - ênfase em Design e Tecnologia - da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito à obtenção do título de Mestre em Design, modalidade acadêmico.

Orientador: Prof. Dr. Wilson Kindlein Júnior

Porto Alegre, 2012

Flores, Ana Berenice Hubner

Design, Território e Tecnologia 3D na Preservação Cultural em Suporte Material Sustentável: Estudo de Caso do Monumento "O Laçador" / Ana Berenice Hubner Flores. -- 2012.

177 f.

Orientador: Wilson Kindlein Júnior.

Coorientadora: Annelise Kopp Alves

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Design, Porto Alegre, BR-RS, 2012.

1. Design e Território. 2. Tecnologia 3D. 3. Suporte Material Sustentável. 4. Preservação Cultural. 5. Monumento "O Laçador". I. Kindlein Júnior, Wilson, orient. II. Alves, Annelise Kopp, coorient. III. Título.

Ana Berenice Hubner Flores

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Design, da Escola de Engenharia e da Faculdade de Arquitetura, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito para obtenção do título de MESTRE EM DESIGN.

Defendida e aprovada em:

18/ 09 / 2012

---

Prof. Dr. Wilson Kindlein Júnior - Orientador  
Escola de Engenharia – PGDesign/UFRGS

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Annelise Kopp Alves - Coorientadora  
Escola de Engenharia – PGDesign/UFRGS

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Luiz Antonio Bolcato Custódio  
Faculdade de Arquitetura – UNIRITTER

---

Prof. Dr. Felipe Amorim Berutti  
Professor Visitante – UFRGS

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Lauren da Cunha Duarte  
Escola de Engenharia – PGDesign/UFRGS

---

Prof. Dr. Fabio Pinto da Silva  
Faculdade de Arquitetura – PGDesign/UFRGS

## AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Prof. Dr. Wilson Kindlein Júnior, obrigada pela confiança em mim depositada, pelas ideias e pela lição de vida: acreditar na multidisciplinaridade.

À minha coorientadora Prof<sup>a</sup> Dra. Annelise Kopp Alves, pelos ensinamentos, pela compreensão das minhas limitações e pela generosidade que me permitiram superar os desafios pessoais e profissionais.

Ao Prof. Dr. Carlos Pérez Bergmann, pelo acolhimento no LACER/UFRGS.

À equipe do LACER/UFRGS, pelo companheirismo e pelo apoio nos ensaios de laboratório, em especial à Prof<sup>a</sup> Dra. Tania Maria Basegio e à Lauren Carús.

Ao Prof. Dr. Fabio Pinto da Silva, pelas orientações e por me “emprestar” a ideia de digitalizar *O Laçador*.

À Prof<sup>a</sup> Dra. Lauren Duarte, pelas sugestões e incentivo.

Ao Prof. Dr. Luiz Antonio Bolcato Custódio, Coordenador da Memória Cultural da Secretaria da Cultura e à PMPA, pelo apoio na digitalização da estatuária.

Aos professores, colegas e amigos da equipe do LdSM/UFRGS, pelo apoio e companheirismo neste percurso, em especial à Mariana Cidade, à Cristine Raseira e à Mariana Pohlman.

Aos professores, colegas e amigos que ajudaram na digitalização das estátuas *Cahy* e *O Laçador*, em especial, ao Prof. Dr. Fabio Pinto da Silva e ao Claudio Salvalaio que subiram no caminhão-cesto para digitalização da estátua *O Laçador*, e também aos colegas e amigos que passaram aquela noite fria de agosto ao relento, com chimarrão e pizza à meia-noite que quase não foi entregue porque *O Laçador* “não tem endereço cadastrado” na telepizza.

Aos queridos Lara Elena Sobreira Gomes e Andrei Souza Valins, principais responsáveis pela montagem dos modelos 3D, obrigada pela amizade e paciência nas modelagens 3D das estátuas *Cahy* e *O Laçador*.

Ao Prof. Everton Amaral da Silva, pela colaboração com a renderização da estátua *Cahy*.

Ao Instituto Nacional de Tecnologia, pela prototipagem da estatueta *O Laçador*.

Ao Daniel Terres pelas fotografias em estúdio do protótipo da estatueta.

Ao Leandro Rebelatto pelas informações sobre o processo de fundição em bronze.

Ao cirurgião plástico Carlos Terrazas e ao ortodontista Oger Souza Pinto, pela colaboração com o parecer quanto à anatomia da face da estátua *O Laçador*.

Ao Sr. Volpetiz, pelas contribuições com o molde de gesso e com a colagem de barbotina.

À equipe do Laboratório de Análise Químicas da Faculdade de Agronomia/UFRGS pelos ensaios de lixiviação e solubilização

A todos que colaboraram para a realização deste trabalho que não poderia ter sido feito por uma só pessoa e aos queridos amigos que torceram por mim, em especial, à Ana Zavadil.

Aos meus pais, os historiadores Hilda e Moacyr Flores, pelo exemplo de vida e pela dedicação à família.

Ao meu marido Oger.

Dedico este trabalho a minha avó Alice (*in memorium*)  
que sempre me presenteou com livros,  
como *Memórias de um Burro*, da Condêssa de Ségur.  
Cedo percebi os cavalos exauridos e brutalmente espancados  
na feira que existia perto da minha casa  
e os cães sarnentos enxotados por todos, exceto pela dona Palmira Gobbi.

Dedico também este trabalho,  
que tangencia elementos da tradição gaúcha,  
aos animais não humanos, que tais como os humanos,  
são seres sencientes que muitas vezes sofrem  
em nome das “tradições inventadas”.  
A doma “racional” em oposição à brutal doma “tradicional”  
e o manejo humanitário dos animais destinados ao abate  
(propostas de bem-estaristas como Peter Singer),  
ou a proibição das touradas nas Ilhas Canárias, em 1991, e na Catalunha, em 2012,  
(proposta alinhada com abolicionistas como Martha Nussbaum),  
são exemplos em busca de uma cultura de respeito aos direitos dos animais.

No Rio Grande do Sul,  
o Ministério Público vem firmando  
Termo de Ajustamento de Conduta (TAC)  
com entidades tradicionalistas que promovem  
os rodeios e a cavalgada do mar.

# SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS .....	V
LISTA DE FIGURAS .....	X
LISTA DE TABELAS.....	XIV
SÍMBOLOS E ABREVIATURAS .....	XV
RESUMO .....	XVI
ABSTRACT .....	XVII
INTRODUÇÃO .....	1
OBJETIVOS.....	4
LIMITAÇÕES DO TRABALHO DE PESQUISA .....	6
<b>1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>7</b>
1.1 DESIGN E TERRITÓRIO .....	7
1.2 A ESTÁTUA O LAÇADOR .....	12
1.2.1 O Laçador de Antonio Caringi .....	12
1.2.2 O Gaúcho Histórico.....	23
1.2.3 O Gaúcho Mítico.....	31
1.2.4 A Estátua Cahy .....	40
1.2.5 Digitalização Tridimensional .....	45
1.3 RESÍDUOS SÓLIDOS.....	46
1.3.1 Sinterização Cerâmica .....	48
1.3.2 Resíduo Pó de Aciaria .....	54
<b>2 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>62</b>
2.1 DIGITALIZAÇÃO TRIDIMENSIONAL COM SCANNER 3D A LASER MÓVEL .....	62
2.2 PROTOTIPAGEM RÁPIDA EM IMPRESSORA 3D.....	65
2.3 CONFECÇÃO DA ESTATUETA O LAÇADOR .....	65
2.3.1 Caracterização das Matérias-Primas: Argila e Pó de Aciaria .....	66
2.3.2 Confecção, Sinterização e Caracterização dos Corpos de Prova .....	68
2.3.3 Escolha da Formulação de Barbotina para Confecção da Estatueta O Laçador .....	75
2.3.4 Confecção do Molde de Gesso .....	75
2.3.5 Colagem de Barbotina .....	76
2.3.6 Formulação e Colagem de Barbotinas Incorporadas com Pó de Aciaria .....	77
2.3.7 Secagem e Sinterização da Estatueta O Laçador.....	78
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>79</b>
3.1 DIGITALIZAÇÃO TRIDIMENSIONAL COM SCANNER 3D A LASER MÓVEL .....	79
3.1.1 A Estátua Cahy .....	79
3.1.2 A Estátua O Laçador.....	81
3.2 PROTOTIPAGEM RÁPIDA EM IMPRESSORA 3D.....	89
3.3 CONFECÇÃO DA ESTATUETA O LAÇADOR.....	92
3.3.1 Caracterização das Matérias-Primas: Argila e Pó de Aciaria .....	92
3.3.2 Confecção, Sinterização e Caracterização dos Corpos de Prova .....	96
3.3.3 Escolha da Formulação de Barbotina para Confecção da Estatueta O Laçador .....	104
3.3.4 Confecção do Molde de Gesso .....	105
3.3.5 Colagem de Barbotina .....	107
3.3.6 Formulação e Colagem de Barbotinas Incorporadas com o Pó de Aciaria .....	113
3.3.7 Secagem e Sinterização da Estatueta O Laçador.....	118
<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>123</b>
<b>SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....</b>	<b>128</b>

<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>129</b>
<b>APÊNDICE .....</b>	<b>144</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>146</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Antonio Caringi e <i>O Laçador</i> em gesso, em 1954, no Pavilhão do Rio Grande do Sul, na Feira Internacional do Parque Ibirapuera, São Paulo. ....	12
Figura 2.(a) Antonio Caringi, provavelmente na década de 1930; (b) Paixão Côrtes, em 1962, oito anos após ter pousado pilchado para Caringi esboçar a indumentária gaúcha. ....	14
Figura 3. Detalhe da estátua <i>O Laçador</i> com vincha amarrada na testa. ....	14
Figura 4. Peão (a) laçando um cavalo; (b) trabalhando com tirador. ....	15
Figura 5. Detalhe da estátua <i>O Laçador</i> : (a) lenço sobre camisa aberta; (b) faca presa à guaiaca. ....	15
Figura 6. Detalhe da estátua <i>O Laçador</i> : bota garrão de potro com esporas. ....	16
Figura 7. (a) Botão pampa trançado em couro; (b) botão pampa feito com <i>pichico</i> . ....	16
Figura 8. Estátua <i>O Laçador</i> , em 1999, no Largo do Bombeiro, onde permaneceu entre 1958 e 2007. ....	19
Figura 9. (a) Retirada da estátua <i>O Laçador</i> do Largo do Bombeiro, (b) içamento da estátua na chegada ao Sítio do Laçador, em 2007. ....	21
Figura 10. Vista aérea do Sítio do Laçador: a) centro cívico; b) coxilha com a estátua <i>O Laçador</i> sobre pedestal de concreto e, c) estacionamento. ....	22
Figura 11. Em 2012, a estátua <i>O Laçador</i> , sobre pedestal de concreto e coxilha, no Sítio do Laçador, onde permanece desde 2007. ....	22
Figura 12. Hermann Hahn apresentando sua obra <i>Monumento a Johann Wolfgang von Goethe</i> , em Munique, em 1913. ....	26
Figura 13. Arno Brecker em seu atelier, em Berlim. ....	27
Figura 14. Expressão sisuda nas estátuas (a) <i>General Bento Gonçalves</i> e, (b) <i>O Laçador</i> . ....	28
Figura 15. Caringi modelando em argila a figura masculina do <i>Monumento Nacional ao Imigrante</i> , inaugurado em bronze em Caxias do Sul/RS, em 1954. ....	29
Figura 16. Estátua <i>O Laçador</i> e a idealização das características do gênero masculino escolhidas por Caringi para representar o mito do gaúcho. ....	30
Figura 17. Estátua equestre no <i>Monumento a Júlio de Castilhos</i> , com pichações no obelisco de granito, em 2012. ....	33
Figura 18. Caringi finalizando a cópia em gesso do <i>Monumento ao General Bento Gonçalves</i> , na Alemanha, em 1935. ....	36
Figura 19. Esculturas pedestres de Escalada, em bronze: (a) <i>El Gaucho Oriental</i> , Porto Alegre; (b) <i>El Peón de Estância</i> , Montevidéo. ....	37
Figura 20. Estudos de Francisco Bellanca para proposição da escultura intitulada <i>Laçador</i> (1936): (a) desenho; (b) fotografia de maquete em argila. ....	38
Figura 21. Em Porto Alegre, chafariz <i>Guaíba e Afluentes</i> , na Praça da Matriz ainda sem árvores, em 1880. À direita, o Teatro São Pedro e ao fundo, o rio Guaíba. ....	40
Figura 22. Chafariz <i>Guaíba e Afluentes</i> , na Praça da Matriz, Porto Alegre, em 1910. ....	41

Figura 23. Estátuas (a) <i>Cahy</i> e (b) <i>Gravatahy</i> , na Praça Dom Sebastião, Porto Alegre, na década de 1970; (c) estátua <i>Guaíba</i> fotografada em espaço particular em 2003. ....	41
Figura 24. <i>Afluentes do Guaíba</i> recolhidos em um depósito da PMPA, em 1983. ....	42
Figura 25. <i>Afluentes do Guaíba</i> : a) <i>Cahy</i> ; b) <i>Sino</i> ; c) <i>Gravatahy</i> e d) <i>Jacuhy</i> , com espelho d'água e gradil, na Praça Dom Sebastião, Porto Alegre, em 2006. ....	42
Figura 26. <i>Afluentes do Guaíba</i> : duas ninfas em réplica (a) <i>Cahy</i> e (b) <i>Sino</i> ; dois netunos em réplica (c) <i>Gravatahy</i> e (d) <i>Jacuhy</i> , na Praça Dom Sebastião, Porto Alegre, em 2011. ....	43
Figura 27. <i>Afluentes do Guaíba</i> sem o portão do gradil e adolescente apoiada na estátua <i>Gravatahy</i> ao ser fotografada pela amiga, na Praça Dom Sebastião, Porto Alegre, em 2011. ....	44
Figura 28. (a) Adolescente sentada na estátua <i>Sino</i> , em 2011; (b) estátua <i>Sino</i> com braço esquerdo quebrado, em 25 de outubro de 2012, na Praça Dom Sebastião, Porto Alegre. ....	44
Figura 29. Digitalização 3D da estátua <i>David</i> , <i>Galleria dell'Accademia</i> , Florença, em 1998/99: (a) plataforma; (b) scanner; (c) seção extensível da plataforma e (d) computador. ....	45
Figura 30. Micrografias obtidas em MEV: formação de pescoço entre partículas de níquel, com sinterização por fase sólida. ....	51
Figura 31. Micrografia obtida em MEV: fase vítrea unindo os principais componentes da microestrutura de uma porcelana sinterizada. ....	53
Figura 32. Fluxo simplificado das cinco etapas da produção de aço: preparação da carga, redução, refino, lingotamento e laminação e, (a) sucata e gusa sólido como matérias-primas da aciaria elétrica e (b) gusa líquido como matéria-prima da aciaria a oxigênio. ....	54
Figura 33. Esquema ilustrativo de um Forno Elétrico a Arco. ....	55
Figura 34. Princípio de digitalização 3D por triangulação, equipamento Vivid 9i. ....	62
Figura 35. Linha horizontal de laser (eixo X) projetada sobre a estátua <i>O Laçador</i> . ....	63
Figura 36. Processo de reprodução da estátua <i>David</i> : a) varredura a laser durante digitalização 3D; b) modelo virtual 3D; c) protótipo físico; d) estatueta em resina. ....	64
Figura 37. Argila em estado úmido com coloração preta. ....	66
Figura 38. Matérias-primas após preparo: (a) argila; (b) pó de aciaria. ....	66
Figura 39. Representação esquemática em (A) do posicionamento da amostra no ensaio de flexão a quatro pontos e, em (B) medidas utilizadas na Equação 5 para determinação da tensão máxima de ruptura da amostra. ....	72
Figura 40. Etapas da técnica de colagem da barbotina. ....	77
Figura 41. Digitalização 3D da estátua <i>Cahy</i> : (a) uso de lona para controle da luminosidade; (b) imagem no monitor do scanner mostrando a face posterior da estátua <i>Cahy</i> . ....	80
Figura 42. Modelo virtual da estátua <i>Cahy</i> : (a) malha triangular; (b) modelo renderizado. ....	80
Figura 43. Aproximação entre o scanner e a estátua <i>O Laçador</i> com auxílio do caminhão-cesto com braço telescópico de 25 m. ....	81
Figura 44. Digitalização a 1 m de distância entre o scanner e a estátua <i>O Laçador</i> . ....	82
Figura 45. À noite, utilização de lanterna portátil para iluminação da área a ser digitalizada. ....	82

Figura 46. Construção do modelo virtual 3D da estátua <i>O Laçador</i> : (a) sobreposição das nuvens de pontos em cores oferecidas pelo software e, em (b) malha triangular incompleta.....	83
Figura 47. Detalhe da construção do modelo virtual 3D da estátua <i>O Laçador</i> : (a) sobreposição de três nuvens de pontos na face da estátua ; (b) malha triangular incompleta, onde a cor azul corresponde à camada interna e a cor amarela, à camada externa. ....	83
Figura 48. Detalhe do fechamento de cavidade: (a) em vermelho, a ferramenta “laço” seleciona o contorno da cavidade com bordas irregulares; (b) as bordas da cavidade são limpas através do comando “delete”; (c) em vermelho, o programa sugere a curvatura para fechamento da cavidade; (d) fecha-se a malha através do comando “enter”. ....	84
Figura 49. Malha triangular: (a) detalhe da face da estátua <i>O Laçador</i> , (b) ampliação da área assinalada com retângulo vermelho na imagem (a). ....	85
Figura 50. Três vistas da malha triangular escalada da estátua <i>O Laçador</i> . ....	86
Figura 51. Assinatura de Caringi datada de 1954 no modelo virtual 3D com malha escalada. ....	87
Figura 52. (a)Vista frontal e (b) vista lateral esquerda da face da estátua <i>O Laçador</i> evidenciando pronunciadas características da estética masculina. ....	88
Figura 53. (a)Vista frontal e (b) vista lateral direita do protótipo da estatueta <i>O Laçador</i> . ....	89
Figura 54. (a)Vista posterior e (b) vista lateral esquerda do protótipo da estatueta <i>O Laçador</i> . ...	90
Figura 55. (a) Vista frontal e (b) vista dorsal de uma estatueta em gesso encontrada no comércio local em comparação com o protótipo <i>O Laçador</i> . ....	91
Figura 56. Cones pirométricos antes da queima: (a) argila pura e (b) cone 7. Após queima de 1240°C: (c) cone de argila pura (refratário) e (d) cone 7 (deformado). ....	92
Figura 57. Difratoograma da argila: caulinita e quartzo como principais fases cristalinas. ....	95
Figura 58. Difratoograma do pó aciaria: magnetita como principal fase cristalina. ....	95
Figura 59. Amostras sinterizadas a 1220°C de argila incorporada com: (0) 0% em peso; (20) 20% em peso; (30) 30% em peso; (40) 40% em peso e (50) 50% em peso do resíduo pó de aciaria. ....	96
Figura 60. Micrografias obtidas em MEV: amostras incorporadas com (a) 0% em peso; (b) 20% em peso e (c) 50% em peso do resíduo pó de aciaria. ....	102
Figura 61. Estoque de bibelôs com renda na Porcelana Rebis, em 2012. ....	105
Figura 62. Bibelô em porcelana de ossos no antigo galpão da Biscuit Volpetiz, em 2012. ....	106
Figura 63. Molde de silicone e, ao centro, o positivo em gesso pedra da estatueta <i>O Laçador</i> com 25 cm de altura. ....	107
Figura 64. Primeira fundição com a porcelana Biscuit Volpetiz e os 14 taceiros que compõem o molde de gesso da estatueta <i>O Laçador</i> . ....	108
Figura 65. Fundição da estatueta <i>O Laçador</i> : 4 taceiros referentes à base e pernas. ....	108
Figura 66. Fundição da estatueta <i>O Laçador</i> : (a) preenchimento do molde de gesso com barbotina; (b) escoamento da barbotina dentro do molde de gesso; (c) drenagem do excesso de barbotina; (d) drenagem do resto de barbotina e até a peça se desprender do molde. ....	109
Figura 67. Retirada do excesso de barbotina já endurecida nos respiros do molde de gesso. ...	110

Figura 68. Abertura dos 5 tacelos referentes ao corpo da estatueta <i>O Laçador</i> .....	110
Figura 69. Abertura dos 3 tacelos referentes à cabeça da estatueta <i>O Laçador</i> .....	111
Figura 70. Abertura dos 2 tacelos referentes aos antebraços e à ponta do tirador da estatueta <i>O Laçador</i> .....	111
Figura 71. Recorte das rebarbas do corpo da estatueta <i>O Laçador</i> .....	112
Figura 72. Montagem da peça: (a) aplicação de barbotina com pincel no braço direito e no corpo; (b) colagem do braço direito no corpo da estatueta <i>O Laçador</i> .....	112
Figura 73. (a) Acabamento da estatueta <i>O Laçador</i> com pincel embebido em barbotina; (b) ausência das esporas e das extremidades da faca no “bibelô” <i>O Laçador</i> .....	113
Figura 74. Curva de defloculação da barbotina com 40% em peso de água.....	114
Figura 75. Curva de defloculação da barbotina com 45% em peso de água.....	114
Figura 76. Curva de defloculação da barbotina com 50% em peso de água.....	114
Figura 77. Resultado do teste da barbotina incorporada com 30% em peso de pó de aciaria vertida em molde de gesso resultando em uma peça com paredes grossas e rachadas.....	115
Figura 78. Defeitos em peça fundida com incorporação de 20% em peso de pó de aciaria. ....	116
Figura 79. Estatueta <i>O Laçador</i> “a verde” dentro do forno elétrico.....	117
Figura 80. Abertura do forno após sinterização a 1220°C: (P) peças fundidas com a porcelana Biscuit Volpetiz; peças fundidas com barbotinas incorporadas com (5) 5% em peso; (10) 10% em peso; (15) 15% em peso; (20) 20% em peso do resíduo pó de aciaria.....	118
Figura 81. Exemplares das diferentes barbotinas após sinterização a 1220°C: (P) porcelana Biscuit Volpetiz e barbotina incorporada com (5) 5% em peso; (10) 10% em peso; (15) 15% em peso; (20) 20% em peso do resíduo pó de aciaria. ....	119
Figura 82. Deformação na perna de apoio em três estatueta fundidas com barbotina comercial, sem incorporação do resíduo pó de aciaria e sinterizadas a 1220°C.....	120
Figura 83. Ausência de deformações em nove estatueta fundidas com barbotina comercial, sem incorporação do resíduo pó de aciaria e sinterizadas a 1000°C. ....	121
Figura 84. (a) Estátua <i>O Laçador</i> ; (b) modelo virtual 3D; (c) protótipo e (d) estatueta em cerâmica. ....	122

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Resultado da votação popular para eleição do símbolo de Porto Alegre. ....	20
Tabela 2. Comparação de trabalhos prévios com o presente trabalho em relação à quantidade de pó de aciaria incorporado em matéria-prima cerâmica. ....	61
Tabela 3: Características da lente <i>WIDE</i> , modo <i>EXTEND</i> , utilizada no Scanner 3D a Laser Móvel no processo de digitalização 3D das estátuas <i>Cahy</i> e <i>O Laçador</i> (em mm). ....	64
Tabela 4: Formulações dos corpos de prova (ou amostras) com 10 unidades para cada formulação (% em peso). ....	69
Tabela 5: Informações numéricas da malha triangular do modelo virtual 3D da estátua <i>O Laçador</i> no software Geomagic Studio. ....	85
Tabela 6: Informações numéricas da malha reduzida e da malha escalada do modelo virtual 3D da estátua <i>O Laçador</i> no software Geomagic Studio. ....	86
Tabela 7. Granulometria e área superficial das matérias-primas. ....	93
Tabela 8. Composição química das matérias-primas obtidas por FRX (%). ....	94
Tabela 9. Resultados dos ensaios de Absorção de Água para amostras de argila incorporadas com 0%, 20%, 30%, 40% e 50% em peso do resíduo pó de aciaria. ....	97
Tabela 10. Resultados dos ensaios de Porosidade Aparente para amostras de argila incorporadas com 0%, 20%, 30%, 40% e 50% em peso do resíduo pó de aciaria. ....	98
Tabela 11. Resultados dos ensaios de Densidade Aparente para amostras de argila incorporadas com 0%, 20%, 30%, 40% e 50% em peso do resíduo pó de aciaria. ....	98
Tabela 12. Resultados dos ensaios de Retração Linear para amostras de argila incorporadas com 0%, 20%, 30%, 40% e 50% em peso do resíduo pó de aciaria. ....	99
Tabela 13. Resultados dos ensaios de Resistência Mecânica para amostras de argila incorporadas com 0%, 20%, 30%, 40% e 50% em peso do resíduo pó de aciaria. ....	100
Tabela 14. Média dos resultados dos ensaios de Absorção de Água (AA), Porosidade Aparente (PA), Densidade Aparente (DA), Retração Linear (RL) e Resistência Mecânica (RM), considerando-se 10 amostras para cada formulação de argila incorporada com 0%, 20%, 30%, 40% e 50% em peso do resíduo pó de aciaria. ....	100
Tabela 15. Classificação das placas cerâmicas para revestimento com conformação por prensagem quanto à absorção de água e à resistência mecânica. ....	101
Tabela 16. Resultados dos ensaios de lixiviação das amostras de argila incorporadas com 0%, 20% e 50% em peso do resíduo pó de aciaria, sinterizadas a 1220°C/min. ....	103
Tabela 17. Resultados dos ensaios de solubilização das amostras de argila incorporadas com 0%, 20% e 50% em peso do resíduo pó de aciaria, sinterizadas a 1220°C/min. ....	104
Tabela 18. Formulações de barbotinas testadas na fundição por colagem de barbotina da estatueta <i>O Laçador</i> (% em peso). ....	117

## SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

3D = Tridimensional

AA= Absorção de água

ABETRE= Associação Brasileira de Resíduos Sólidos

ABNT = Associação Brasileira de Normas Técnicas

CONAMA = Conselho Nacional do Meio Ambiente

DA = Densidade Aparente

DRX = Difração de Raio X

EDS = Sistema de Energia Dispersiva

FRX = Fluorescência de Raio X

INT= Instituto Nacional de Tecnologia

LACER = Laboratório de Materiais Cerâmicos

LdSM = Laboratório de Design e Seleção de Materiais

$L_s$  = Comprimento após secagem

$L_q$  = Comprimento após queima

MARGS = Museu de Arte do Rio Grande do Sul

MEV = Microscopia Eletrônica de Varredura

MMA = Ministério do Meio Ambiente

NBR = Normas Brasileira

ONU = Organização das Nações Unidas

PA= Porosidade aparente

PGDesign = Pós Graduação em Design

$P_i$  = peso imerso

PMPA = Prefeitura Municipal de Porto Alegre

PNRS = Política Nacional de Resíduos Sólidos

$P_s$  = peso seco

$P_u$  = peso úmido

RL = Retração Linear

RM = Resistência Mecânica

UFPeI = Universidade Federal de Pelotas

UFRGS = Universidade Federal do Rio Grande do Sul

## RESUMO

O presente trabalho, com base na Ciência e Tecnologia, consiste no aprimoramento de um produto local, qual seja a requalificação da estatueta *O Laçador*, comercializada em diferentes materiais e em diversos pontos turísticos do Rio Grande do Sul. Através da contextualização histórica do monumento *O Laçador*, símbolo do povo gaúcho, da pesquisa de tecnologia tridimensional (3D) com Scanner 3D a Laser Móvel, da prototipagem rápida em impressora 3D e da fundição da estatueta *O Laçador* na técnica de colagem de barbotina, este trabalho exemplifica uma possibilidade de ação do designer dentro de um projeto de Design e Território. Este trabalho também teve por objetivo avaliar a incorporação e inertização do resíduo pó de aciaria na massa cerâmica para reprodução da estatueta *O Laçador* enquanto suporte material ecologicamente amigável. Por fim, também foi objetivo contribuir com a preservação da memória coletiva de um monumento que é patrimônio histórico e cultural, bem como resgatar a memória do grande escultor gaúcho Antonio Caringi, nome a ser lembrado junto ao monumento *O Laçador*.

Palavras-Chave: tecnologia, memória, patrimônio, resíduo.

## ABSTRACT

This work, based on Science and Technology, is the enhancement of a local product, namely, which is the qualification of the small-scale statue *O Laçador*, marketed in different materials and various tourist spots of Rio Grande do Sul. Through the historical context of the monument *O Laçador* that symbolizes the people “gaúcho”, search technology three-dimensional with 3D Laser Scanner, rapid prototyping 3D printer and the casting of the small-scale statue *O Laçador* in the technique of slip casting, this work exemplifies a possible action of the designer within a project Territory Design. This work also aimed to assess the incorporation and inerting waste of EAF powder into ceramic mass of the statuette for making *O Laçador* material in support environmentally friendly. Finally, this work also sought to contribute to the preservation of the collective memory of a monument that is historical and cultural heritage, as well as rescue the memory of the great sculptor Antonio Caringi, name to be remembered by the monument *O Laçador*.

Keywords: technology, memory, heritage, waste.

## INTRODUÇÃO

Através da contextualização histórica do monumento *O Laçador*, da pesquisa de tecnologia tridimensional (3D) com Scanner a Laser Móvel, da prototipagem rápida em impressora 3D e da fundição da estatueta homônima através da técnica de colagem de barbotina, este trabalho exemplifica uma possibilidade de ação do designer dentro de um projeto de Design e Território. Mas o quê é um projeto de Design e Território? Este tipo de projeto, baseado no desenvolvimento sustentável que considera inseparável a tríade social, ambiental e econômica, busca a valorização de um produto local com características encontradas especificamente no território em questão, através da participação de diversos atores, como os profissionais de diferentes áreas, a iniciativa privada, as entidades governamentais, mas principalmente a comunidade local.

O monumento *O Laçador* está inserido na lista de bens culturais a serem preservados como patrimônio histórico, podendo reforçar a ideia de memória e identidade da comunidade (CARTILHA, 2010). Segundo Huyssen (2000), as mudanças constantes e permanentes da sociedade contemporânea rompem a continuidade da tradição entre as gerações e como reação a esta ameaça de perda do passado e das incertezas do presente e do futuro, a preservação da memória pode remeter a sentimentos de permanência e pertencimento. Para Nora (1993), na medida em que desaparece a memória entre as gerações, maior é a necessidade sentida pela comunidade de materializar sua memória em suportes materiais ou imateriais, ou como define o autor, em *lugares de memória*. Um monumento ou um minuto de silêncio podem ser um lugar de memória quando capazes de evocar imagens ou lembranças significativas nos indivíduos e na comunidade. Halbwachs (1990), em sua obra inacabada *Memória Coletiva*, afirma que a memória é uma construção social, ou seja, é na sociedade que estão todas as indicações necessárias para a reconstituição da memória.

Contudo, muitos exemplares do patrimônio histórico são invisíveis ao olhar apressado e desatento dos passantes e, neste sentido, a tecnologia pode ser uma ferramenta no registro e documentação destes possíveis lugares de memória. Na conclusão do bacharelado em Artes Plásticas, com ênfase em Cerâmica, no Instituto de Artes da UFRGS, foram investigadas as cinco casas porto-alegrenses com fachadas azulejadas remanescentes do século XIX. Na disciplina Técnicas de

Digitalização, Gravação e Corte a Laser, do curso de mestrado em Design/UFRGS, foi proposta a digitalização do monumento *O Laçador*, antiga ideia do Prof. Fabio Pinto da Silva. O fenômeno comum às cinco casas do século XIX e ao monumento *O Laçador* é uma relativa “invisibilidade”. As pessoas não sabem dizer onde estão localizadas estas casas, ou sequer sabem da sua existência, pois nunca prestaram atenção a elas. Quanto ao monumento *O Laçador*, claro que é bem “visível” e está localizado na principal entrada da capital gaúcha. Mas quantos porto-alegrenses podem dizer quem é o autor desta escultura? Em que momento esta obra foi criada? Ou por que um peão de estância foi deslocado do pampa para o cenário urbano? Sabe-se que Antonio Caringi, “o maior estatuário gaúcho” (TEIXEIRA, 2005, p.12), quando chegava a Porto Alegre, perguntava ao taxista que o conduzia, quem era o autor daquele monumento. Nestes momentos, Caringi “ficava decepcionado” com a “manifestação de desconhecimento” (AMARAL, 2005), pois para seu “desgosto” seu nome não era associado à sua obra (TEIXEIRA, 2005, p.12).

Paralelo às questões de tecnologia e preservação do patrimônio histórico, na disciplina de Ecodesign do referido mestrado, foi proposto o desenvolvimento de trabalhos com as ideias de reduzir, reutilizar e reciclar. Esta proposta estimulou a pesquisa sobre a possibilidade de incorporação de resíduos industriais na matriz cerâmica. Partindo-se de pesquisas prévias, foi investigada a possibilidade de inertizar metais pesados do resíduo pó de aciaria através da incorporação deste resíduo em argila refratária. Pó de aciaria ou pó de aciaria elétrica são os resíduos sólidos coletados nos sistemas de filtros e exaustão do Forno Elétrico a Arco na produção do aço, sendo composto geralmente por diferentes óxidos metálicos, tais como FeO, ZnO, PbO, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e CdO, entre outros, e classificado pela norma técnica brasileira (ABNT NBR 10004:2004) como Resíduo Perigoso - Classe I.

Este trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Design e Seleção de Materiais (LdSM) e no Laboratório de Materiais Cerâmicos (LACER) da UFRGS. Inicialmente, com o objetivo de testar a digitalização 3D em campo, foi realizada a digitalização da estátua *Cahy*, escultura pública também localizada em Porto Alegre, em mármore e em tamanho natural, seguindo-se a montagem do modelo virtual. Obtendo-se êxito, repetiu-se o processo com a estátua *O Laçador* que mede 4,45 m de altura, medida que deve ser acrescida do pedestal de 2,20 m e ainda da coxilha do Sítio do Laçador que mede aproximadamente 5 m de altura. Todo o processo de digitalização e modelagem 3D das duas esculturas foi feito pela equipe do

LdSM/UFRGS. A seguir, a prototipagem da estatueta com 25 cm de altura foi realizada em impressora 3D pelo Instituto Nacional de Tecnologia, no Rio de Janeiro. A confecção do molde de gesso a partir do protótipo foi realizada pelo Sr. Volpetiz, proprietário da antiga fábrica Biscuit Volpetiz. A massa cerâmica com incorporação de pó de aciaria visando a reprodução do monumento pela técnica de colagem de barbotina foi desenvolvida no LACER/UFRGS.

Foi objetivo deste trabalho de caráter técnico/científico, experimental e multidisciplinar, através das técnicas de digitalização 3D, prototipagem e colagem de barbotina, reproduzir em escala reduzida a estátua *O Laçador*, de modo a integrar áreas distintas do conhecimento na preservação da memória em suporte material sustentável, qual seja barbotina de argila refratária incorporada com até 50% em peso do resíduo pó de aciaria, como possibilidade de ação do designer em um projeto de Design e Território.

Cabe comentar que neste trabalho os termos escultura (obra de arte 3D), estátua (obra de arte 3D de figura humana ou animal) e monumento, que significa “lembrança, aquilo que se recorda, templo, estátua, [...] obra pública, túmulo, sepultura”, podendo “ser qualquer resquício do passado, seja na natureza ou na arte” ou ainda “obra escultórica ou arquitetônica erigida como símbolo a uma dada memória”, foram utilizados como sinônimos para designar as obras *Cahy* e *O Laçador*, visto que as mesmas enquadram-se nas definições de escultura, estátua e monumento (ALVES, 2004, p.246). Por sua vez, os *Afluentes do Guaíba* constituem-se de réplicas, termo que significa “repetição ou duplicação de uma escultura ou pintura feita pelo próprio artista”. Também será utilizado o termo estatueta que designa “estátua pequena, em escala inferior à metade do tamanho natural”; o termo *biscuit*, de origem francesa, que designa a cerâmica não vidrada ao imitar “tanto na cor quanto no aspecto, o mármore branco” tendo sido muito empregada para a execução de miniaturas deste tipo de estátuas; enquanto o termo bibelô, do francês *biblot*, refere-se a “ornamentos de pequenas dimensões; estatuetas ou objetos de decoração” (MARCONDES, 1998, p. 253, p.113, p.42 e p.41).

Por fim, o termo argila, principal matéria-prima da cerâmica tradicional, refere-se aos argilominerais na forma de silicatos hidratados de alumínio, com estrutura cristalina em camadas (filossilicatos). O termo argila também é usado na classificação granulométrica de partículas com diâmetro inferior a 2 µm (DAROLT, 2011), mas no presente trabalho foi utilizado como sinônimo de argilomineral.

## OBJETIVOS

Considerando-se que a estátua *O Laçador* não foi digitalizada tridimensionalmente e que modelos virtuais 3D podem gerar informações úteis seja para eventuais restauros, seja para criação de protótipos em tamanho real ou escalonados; que modelos virtuais 3D podem ser democraticamente acessados *on line*; que modelos virtuais 3D, protótipos e reproduções podem contribuir para a memória e preservação deste patrimônio e, por fim, que estatuetas podem ser feitas em diversos materiais inclusive em materiais cerâmicos que podem ser ecologicamente amigáveis, justifica-se o desenvolvimento deste trabalho.

### Objetivo Geral

Neste contexto, esta dissertação de mestrado tem como objetivo a reprodução em cerâmica da estatueta *O Laçador*, utilizando-se de tecnologia 3D, visando contribuir na requalificação de um produto local, com a visibilidade do referido monumento como patrimônio histórico e cultural e com a preservação da memória coletiva de um monumento que é símbolo do povo gaúcho.

### Objetivos Específicos

- Digitalizar tridimensionalmente e produzir o modelo virtual 3D da estátua *Cahy* como teste prévio para digitalização 3D da estátua *O Laçador*.
- Digitalizar tridimensionalmente e produzir o modelo virtual 3D da estátua *O Laçador*.
- Prototipar a estatueta *O Laçador*.
- Produzir molde de gesso utilizando o protótipo da estatueta *O Laçador* como matriz.
- Desenvolver massa cerâmica incorporando até 50% do resíduo pó de aciaria em argila refratária.
- Investigar por meio de amostragem experimental em laboratório, o efeito da incorporação do resíduo pó de aciaria sobre as propriedades físicas e mecânicas na massa cerâmica desenvolvida.
- Avaliar a inertização dos elementos tóxicos do resíduo pó de aciaria em argila refratária, conforme as normas técnicas brasileiras, visando a criação de um material ambientalmente amigável.

- Testar a capacidade de defloculação da argila refratária incorporada com o resíduo pó de aciaria.
- Reproduzir a estatueta *O Laçador* pela técnica de colagem de barbotina.
- Estudar o contexto histórico da formação do mito do gaúcho enquanto símbolo do Rio Grande do Sul representado na escultura *O Laçador*.
- Investigar o contexto histórico no qual o escultor Antonio Caringi criou a estátua *O Laçador*.
- Resgatar a memória do escultor pelotense Antonio Caringi.
- Contribuir para preservação da memória coletiva e do patrimônio histórico e cultural porto-alegrense.

## LIMITAÇÕES DO TRABALHO DE PESQUISA

A investigação técnico/científica na qual se baseia esta dissertação de mestrado apresenta limitações quanto à sua interpretação:

- Obviamente, um projeto de Design e Território para reprodução da estatueta *O Laçador* com a utilização de resíduo industrial tóxico teria que ser amplamente discutido com profissionais de áreas competentes e em especial com a comunidade de artistas, artesãos ou empresários locais interessados em participar como atores do projeto, quanto a questões de segurança social e ambiental.
- Em um projeto de Design e Território para reprodução da estatueta *O Laçador* caberia ao designer convidar outros profissionais bem como contar com a colaboração dos órgãos governamentais de modo a promover estudos técnicos quanto à viabilidade econômica do projeto.
- A amostra do resíduo de pó de aciaria foi utilizada como recebida e é resultado de uma amostragem pontual, podendo variar quanto a sua composição química, mineralógica e granulométrica. A coleta da amostra ficou a cargo da empresa geradora que é uma siderúrgica brasileira produtora de aço-carbono para a construção civil.
- Na conformação dos corpos de prova em laboratório foi empregada a prensagem uniaxial. A utilização de outros processos de conformação como a colagem de barbotina pode acarretar modificações na densificação e formação da microestrutura dos corpos cerâmicos.
- O processo de queima em forno elétrico em atelier cerâmico pode diferir dos fornos utilizados na indústria, quanto à dimensão, tipo de combustível, gradientes de temperatura e tempo de queima.

# 1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

## 1.1 Design e Território

A globalização, termo cunhado pela mídia norte-americana na década de 1980, é uma consequência da evolução científica e tecnológica que possibilitou o desenvolvimento de tecnologias de informação e a interligação do mundo em uma economia global. Contudo, o processo de globalização tem sido responsabilizado pela desconstrução das culturas locais (ALBAGLI, 2004).

Entende-se cultura como o “conjunto de significados explícitos ou subjacentes à ação social, que a tornam reconhecível como sendo própria de determinado grupo ou categoria social” (ARANTES, 2004, p.90) ou nos termos da Constituição Federal do Brasil:

Constituem patrimônio cultural brasileiro os bens de natureza material ou imaterial, tomados individualmente ou em conjunto, portadores de referência à identidade, à ação, à memória dos diferentes grupos formadores da sociedade brasileira, nos quais se incluem: as formas de expressão; os modos de criar, fazer e viver; as criações científicas, artísticas e tecnológicas; as obras, objetos, documentos, edificações e demais espaços destinados às manifestações artístico-culturais; os conjuntos urbanos e sítios de valor histórico, paisagístico, artístico, arqueológico, paleontológico, ecológico e científico (1988, Art. 216).

Na última década de século XX, havia a previsão de um mundo sem fronteiras, desterritorializado pelo fenômeno da globalização que foi contrariado pela emergência de projetos de desenvolvimento de base territorial (ORTEGA e JEZIORNY, 2011). Nestes projetos, em oposição ao expansionismo do mercado global, surgiu uma “tendência de afirmação do local, como resposta à exclusão ou como tentativa de integração não-subordinada”. A ideia de “desenvolvimento local” baseia-se na busca de “afirmação de uma identidade, de elementos distintivos, de uma reputação própria, de características singulares que diferenciem o local dentro do universo da globalização” (PAULA, 2004, p.75).

Cada sociedade ou grupo social é capaz de criar e preservar seu próprio quadro de representações, expressando sua identidade, cultura e memória. Estas expressões territoriais de afirmação da identidade revalorizam o local e denotam resistência ao processo de globalização. Neste contexto, cria-se um novo regionalismo, o qual pode ser definido como movimentos que buscam fortalecer

potencialidades locais na estratégia de valorização dos territórios enquanto nação, região ou lugar. Estes movimentos, baseados na cooperação entre os agentes econômicos, políticos e sociais que interagem no território, migram frequentemente da esfera cultural e simbólica para a esfera política e econômica (ALBAGLI, 2004).

O termo território, segundo Albagli (2004, p.26), “vem do latim, *territorium*, que, por sua vez, deriva de *terra* e significa pedaço de terra apropriado”. Para Krucken (2009) o termo *territorium* também originou a palavra francesa *terroir* que se constitui de um território caracterizado pela interação com o homem ao longo dos anos, cujos recursos e produtos são fortemente determinados pelas condições do solo e do clima combinados com a cultura local.

São exemplos de produtos com *terroir*, o licor *Limoncello* do sul da Itália, a lavanda da Provença e o vinho do Vale dos Vinhedos, região da serra gaúcha entre os municípios de Monte Belo, Bento Gonçalves e Garibaldi. Este vinho foi o primeiro produto local certificado no conceito de *terroir* no Brasil, tendo recebido em 2002 o certificado de Indicação de Procedência e em 2010, o certificado de Denominação de Origem para os vinhos que expressam a excelência do Vale dos Vinhedos (ORTEGA e JEZIORNY, 2011).

O conceito de territorialidade refere-se ao modo de agir historicamente construído por um grupo social em uma localidade, uma região ou um país, onde “as práticas sociais são moldadas na relação com seu meio de referência, adquirindo contornos particulares em áreas geográficas específicas” (ALBAGLI, 2004, p.29). Em outras palavras, um território surge como resultado de uma construção humana, quando um grupo social se apropria de forma física e simbólica de um espaço (FLORES, 2004).

O conceito de “local”, que se assemelha ao conceito de territorialidade, “pode ser definido como qualquer porção territorial que se distingue a partir de determinados elementos de identidade” e pode ser de caráter físico-geográfico (como um vale ou uma chapada), étnico-cultural (como áreas habitadas por imigrantes, indígenas ou quilombolas), socioeconômico (como áreas definidas por uma cadeia produtiva) ou ainda político (como blocos de países ou regiões) (PAULA, 2004, p.76).

Segundo Arantes (2004, p.101), territórios são formações socioespaciais, como vilas e povoados, cidades, municípios, regiões, nações e blocos regionais e são claramente produtos culturais de natureza política-jurídica associadas ao

controle social. “Territórios dizem respeito a fronteiras, direitos e critérios de pertencimento, ou seja, ao “estar dentro” ou “fora” de espaços e práticas sociais”.

O território e a territorialidade podem ser vistos a partir de quatro dimensões distintas e inter-relacionadas (ALBAGLI, 2004, p.39):

- Dimensão física: Cada território tem uma localização singular e é constituído por um conjunto de lugares que apresentam propriedades físicas específicas, tais como clima, solo, relevo, vegetação e características resultantes de práticas sociais históricas que tendem a substituir a natureza por obras humanas ao longo do tempo.
- Dimensão política-organizacional: Ao apropriar-se de um território, os atores ou o grupo social decidem por um conjunto de intervenções relacionado às suas concepções éticas, políticas e ao seu nível tecnológico, resultando na criação, ao longo do tempo, de um território dotado de singularidade. Para a autora, “nomear o território constitui uma das primeiras marcas de apropriação e de identidade territorial” porque transmite sua existência e identidade aos outros.
- Dimensão simbólica: O imaginário territorial materializado em representações, tais como imagens (monumentos), símbolos (hino, bandeira) e mitos (como o herói formador de um povo), fornece referências na formação e conservação da identidade e da memória territorial e evidencia a organização efetiva sobre um território, podendo ainda atuar como projeto para o futuro. “O território é suporte e produto da formação de identidades individuais e coletivas, despertando sentimentos de pertencimento e de especificidades”.
- Dimensão econômica: Os territórios possuem diferentes capacidades de oferecer apoio à comunidade e competitividade no mercado.

O território e a territorialidade são entendidos pela “escola territorialista”, que surgiu na Itália no início da década de 1990, como resultado do processo de interação histórica entre a comunidade e o local, ou seja, entre a cultura desenvolvida naquele meio ambiente ao longo do tempo (FRANZATO, 2009, p.1). Neste sentido, desde o início do século XXI, observa-se a valorização e o aumento da demanda por produtos locais com referencial histórico (KRUCKEN, 2009), com “importante inflexão ecológica, cultural e politicamente correta” no turismo, no lazer, na moda e na alimentação, entre outras áreas (ARANTES, 2004, p. 89).

Assim, a valorização dos territórios, suas referências culturais e seus produtos locais, podem contribuir para a promoção do desenvolvimento social que se baseia no desenvolvimento sustentável, conceito consolidado durante a Eco 92 ou Rio 92, e que considera as esferas econômica, ambiental e social inseparáveis em qualquer proposta de desenvolvimento com condições de durabilidade e continuidade para as gerações presentes e futuras (KRUCKEN, 2009).

Neste sentido, o projeto de território ou territorial ou local, é um processo criativo e conscientemente orientado que determina uma série de ações territoriais (locais), com base nos recursos limitados que constituem o capital territorial (com suas características materiais e imateriais), e onde o objetivo geral é o desenvolvimento local sustentável e competitivo (FRANZATO, 2009).

O “capital território” (KRUCKEN, 2009, p.34) ou “capital socioterritorial” (ALBAGLI, 2004, p.63) é o conjunto dos elementos materiais, tais como paisagens e monumentos, e imateriais, tais como os saberes tradicionais, que resultam de uma rede de valores e saberes que definem a cultura local. A este conjunto de elementos materiais e imateriais denomina-se patrimônio que é o “conjunto de bens culturais considerados relevantes para a história e para a memória social” (ARANTES, 2004, p.106).

No projeto territorial podem ser identificadas três características (FRANZATO, 2009):

- É multiautoral: os processos de criação e inovação são cada vez mais coletivos, especialmente no âmbito territorial onde a participação dos atores locais é fundamental para a concretização do projeto territorial.
- É interativo: o processo é necessariamente interativo com o território o qual é coautor do projeto.
- É multidisciplinar: sendo o território caracterizado por uma multiplicidade de dimensões (ambiental, social, cultural e econômico) os profissionais colaboradores são necessariamente de diferentes disciplinas. Tradicionalmente estão envolvidos especialistas de disciplinas como arquitetura, urbanismo, administração, marketing, economia e ciências ambiental, social e política. O designer pode ser o provedor do projeto territorial ou, por exemplo, contribuir com a finalização do projeto territorial coordenando os produtos locais com a imagem do território.

Contudo, quando se fala em “design territorial” não se quer atribuir somente ao designer o projeto territorial, mas sim constatar a aproximação do design com a questão territorial e sua complexidade multidisciplinar. O autor conclui que o design territorial tem por objetivo identificar e valorizar os recursos do capital territorial que identificam determinado território (FRANZATO, 2009, p.3).

A “perspectiva do design é fundamental na visualização de oportunidades para agregar maior valor aos recursos, tornando explícito seu conteúdo socioambiental”. Identificar a vocação do território é o primeiro passo para desenvolver novos serviços e produtos locais. É necessário investigar os “marcadores de identidade”, os quais podem ser elementos do patrimônio material ou imaterial, a fim de “compreender o espaço onde nasce o produto, sua história e suas qualidades, associadas ao território e à comunidade de origem”. A valorização de um produto local pode contribuir para renovação da imagem do território, atrair visitantes e melhorar as condições de vida local. Em um segundo momento, a valorização do capital socioterritorial e a diferenciação dos produtos locais depende do apoio das instituições de ensino, associações, organizações governamentais e não governamentais que podem contribuir com capacitação técnica, desenvolvimento de políticas comerciais favoráveis e oferta de financiamentos (KRUCKEN, 2009, p.79, p.99).

O presente trabalho propõe uma possibilidade de ação do designer, ou seja, a valorização de um produto local, mais especificamente, a estatueta do monumento *O Laçador*, patrimônio histórico e cultural, símbolo do povo gaúcho, que exemplifica as palavras de Arantes (2004, p.110) como bem “de excepcional valor simbólico, estético ou expressivo” compondo “os repertórios com que as comunidades culturais configuram imagens de si e de outrem”. Cabe colocar que este é um trabalho restrito ao caráter técnico-científico e obviamente, um projeto de Design e Território para reprodução da estatueta *O Laçador* com a utilização de resíduo industrial seria amplamente discutido quanto às questões de segurança socioambiental e ainda quanto à viabilidade econômica, com a comunidade local interessada, com profissionais de outras áreas bem como com entidades governamentais.

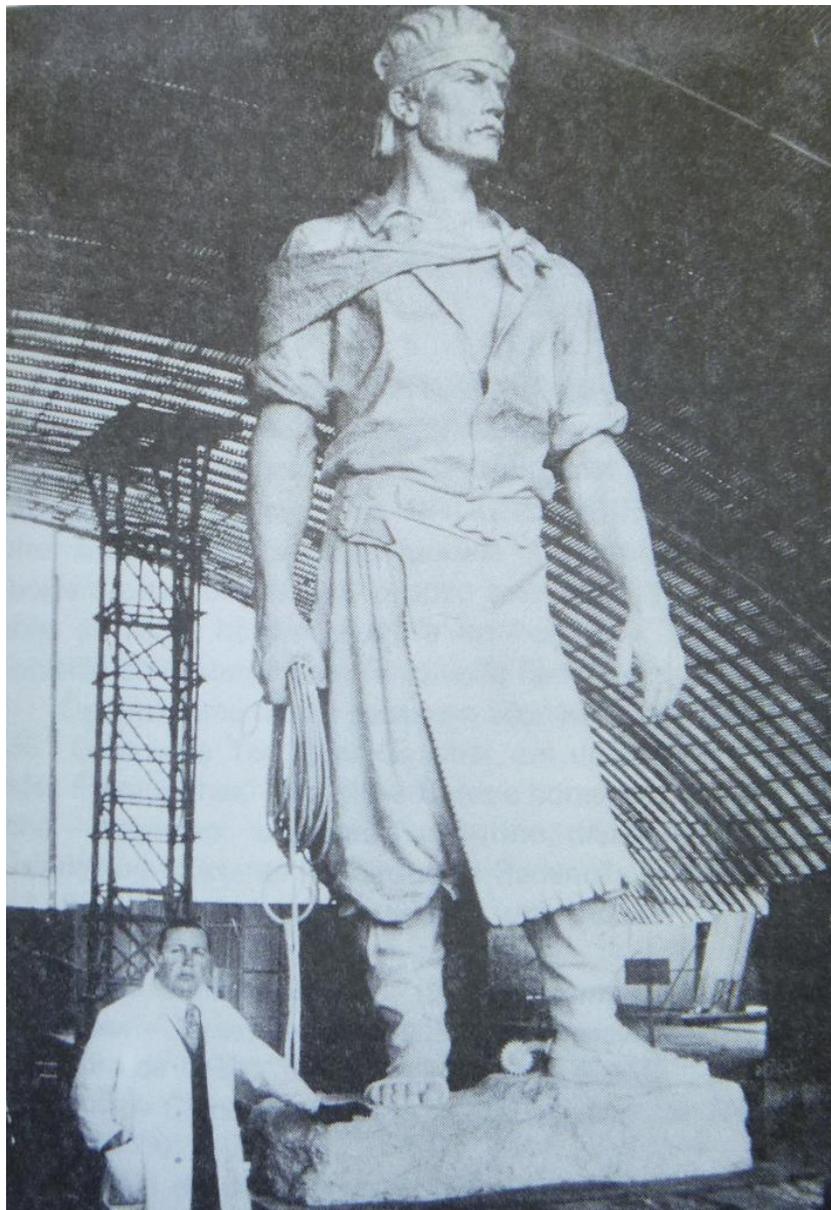
A seguir, descreve-se o contexto histórico no qual o escultor Antonio Caringhi criou *O Laçador*.

## 1.2 A Estátua *O Laçador*

### 1.2.1 *O Laçador* de Antonio Caringi

A estátua *O Laçador* (1954-1958), a ser reproduzida em escala reduzida neste trabalho, é de autoria do escultor pelotense Antonio Caringi e foi exibida em gesso (Figura 1), no Pavilhão do Rio Grande do Sul durante a Feira Internacional do Parque Ibirapuera, em comemoração ao IV Centenário da Cidade de São Paulo, em 1954 (CARTILHA, 2010).

Figura 1. Antonio Caringi e *O Laçador* em gesso, em 1954, no Pavilhão do Rio Grande do Sul, na Feira Internacional do Parque Ibirapuera, São Paulo.



Fonte: Paixão Côrtes (1994, p.11).

Para a participação dos gaúchos nesta Feira, formou-se uma comissão de representantes das forças produtoras a fim de exporem produtos representativos do desenvolvimento gaúcho na agricultura, pecuária, comércio, indústria e transportes (ASSIS, 1954; PAIXÃO CÔRTEZ, 1994). Esta comitativa decidiu também que o Pavilhão do Rio Grande do Sul deveria ter uma escultura que fosse o símbolo do gaúcho a ser escolhida por concurso público e com altura máxima de 6 metros, incluindo-se o pedestal. Participaram do concurso os seguintes artistas: o espanhol radicado na capital gaúcha Fernando Corona (1895-1979) e os gaúchos Vasco Prado (1914-1998) e Antonio Caringi (1905-1981). A comissão julgadora foi constituída por Dante de Laytano, Walter Spalding, Ladário Canabarro e Paixão Côrtes (1929), um dos fundadores do Movimento Tradicionalista Gaúcho, em 1947/48. Foram apresentadas as seguintes maquetes em gesso: *Peão de Estância*, *Posteiro*, *Gaúcho Farrapo*, *O Bombeador* e *O Boleador*. Caringi venceu o concurso com a maquete *O Boleador* que, como o próprio autor sugeriu, poderia representar *O Laçador*, caso as boleadeiras fossem substituídas por um laço. A comissão julgadora concordou com a alteração e foi lavrada ata na qual Dante de Laytano recomendou: “que não se apresente a figura de um guerreiro e sim o homem forte do nosso campo” (PAIXÃO CÔRTEZ, 1994). Esta recomendação justifica-se pois a boleadeira, constituída de três pedras redondas unidas por tiras de couro era arremessada pelos indígenas “contra as patas dos animais ou contra o inimigo em combate” (FLORES, 1995, p.9).

No acervo do Museu de Arte do Rio Grande do Sul (MARGS) há uma das maquetes apresentadas no concurso (ALVES, 2011). Trata-se da obra em gesso ora intitulada *Gaúcho* (1954), medindo aproximadamente 1 m de altura, de autoria de Vasco Prado, a qual representa um lanceiro indígena.

Após o resultado do concurso, que ocorreu em 26 de março de 1954, o tradicionalista Paixão Côrtes pousou com traje típico gaúcho (pilcha) de seu acervo pessoal para que Caringi esboçasse à lápis a indumentária gaúcha (PAIXÃO CÔRTEZ, 1994) pois o escultor queria “acertar nas vestimentas dos peões gaúchos” (ASSIS BRASIL, 2008, p.16). A Figura 2 mostra em (a) Antonio Caringi, provavelmente na década de 1930 e, em (b) Paixão Côrtes, em 1962, oito anos após ter pousado pilchado para Caringi que modelou *O Laçador* representando um peão gaúcho usando vincha, tipo de lenço usado na testa para segurar os cabelos e o suor durante a lida campeira (Figura 3).

Figura 2.(a) Antonio Carangi, provavelmente na década de 1930; (b) Paixão Côrtes, em 1962, oito anos após ter pousado pilchado para Carangi esboçar a indumentária gaúcha.



(a)



(b)

Fonte: (a) adaptado de Salis (2008, p.4); (b) adaptado de Paixão Côrtes (2010).

Figura 3. Detalhe da estátua *O Laçador* com vincha amarrada na testa.



Fonte: adaptado de Seplag (2012).

O *Laçador* veste calça tipo bombacha sob tirador de couro, espécie de avental que protege a coxa do peão do correr do laço (Figura 4). Tem um lenço amarrado sobre camisa aberta e, nas costas, uma faca presa à guaiaca, espécie de cinto de couro com fivela de metal e com bolsos para guardar fumo, palha e outros pequenos objetos (Figura 5). Segura um laço de couro na mão direita e tem esporas amarradas sobre botas garrão de potro (Figura 6).

Figura 4. Peão (a) laçando um cavalo; (b) trabalhando com tirador.



(a)



(b)

Fonte: adaptado de (PREMIANI e PREMIANI, 1975, p.134).

Figura 5. Detalhe da estátua *O Laçador*: (a) lenço sobre camisa aberta; (b) faca presa à guaiaca.



(a)



(b)

Fonte: (a) adaptado de Salis (2008, p.44); (b) Ibidem (p. 41).

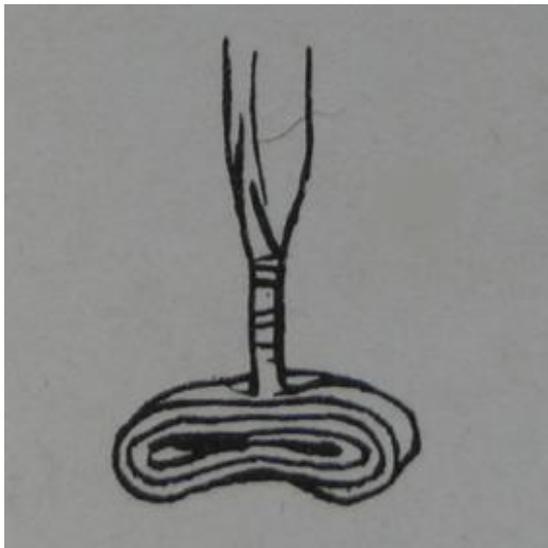
Figura 6. Detalhe da estátua *O Laçador* : bota garrão de potro com espora.



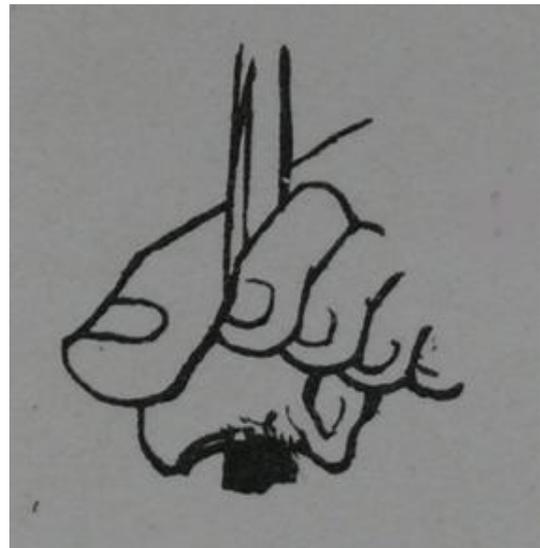
Fonte: adaptado de Salis (2008, p.16).

A bota garrão de potro foi utilizada por índios e gaúchos entre os séculos XVIII e XIX. O couro era retirado das patas traseiras de animais de menor valor econômico como vacas, burros ou éguas, raramente de potros. Faziam-se dois cortes transversais: um no alto da coxa e outro acima do casco sendo o couro então puxado de cima para baixo. Estas botas permitiam segurar-se à estribeira (tira do estribo) com o primeiro e o segundo pododáctilo, apoiando-se no botão pampa que era trançado em couro (Figura 7.a) ou feito com *pichico* (Figura 7.b), primeira falange de terneiro, potro ou ovelha (ACRI, 2011; PREMIANI e PREMIANI, 1975).

Figura 7. (a) Botão pampa trançado em couro; (b) botão pampa feito com *pichico*.



(a)



(b)

Fonte: adaptado de Premiani e Premiani (1975, p.133).

Em 20 de setembro de 1954, ou seja, seis meses após o início dos trabalhos de Caringi, a escultura já em gesso, com mais de 4 m de altura, estava instalada na entrada do Pavilhão do Rio Grande do Sul, na Feira Internacional do IV Centenário da Cidade de São Paulo (PAIXÃO CÔRTEZ, 1994). No discurso inaugural, João Kessler Coelho de Souza, orador oficial da solenidade e representante do Centro Cívico e Social da Produção do Rio Grande do Sul, assinalou que a inauguração do Pavilhão no Parque Ibirapuera era uma retribuição à construção do Pavilhão de São Paulo na Exposição Farroupilha, realizada em Porto Alegre, no Centenário Farroupilha, em 1935 (ASSIS, 1954). Continuando seu discurso enfatizou que:

No centro do Pavilhão, sombreado e altivo, nesta estátua do grande escultor Caringi, está representado o homem do Pampa, não mais em sua fase histórica de guerreiro, mas na vida atual, de laçador e de trabalhador. Vem assim, o Rio Grande evoluindo, para se apresentar diante do Brasil, como um Estado vanguardista das tradições, mas também pioneiro do progresso. (ASSIS, 1954, p.16).

Tanto na fala de Dante de Laytano, jurado do concurso, quando no discurso inaugural em São Paulo, observa-se a preocupação de que a escultura não representasse um gaúcho guerreiro, mas um gaúcho trabalhador. No discurso inaugural há também a preocupação em ser “vanguardista das tradições” e ao mesmo tempo “pioneiro do progresso”.

Inicialmente *O Laçador* seria doado para a capital paulista (PAIXÃO CÔRTEZ, 1994; ALVES, 2004), mas em 1958 o monumento foi adquirido pela Prefeitura Municipal de Porto Alegre (PMPA), na gestão do então prefeito Leonel Brizola, sendo então fundido em bronze na J. Rebellato, em São Paulo, pesando 3,8 toneladas e medindo 4,45 m de altura (PAIXÃO CÔRTEZ, 1994; CARTILHA, 2010, CADASTRO, 2011).

Caringi mantinha “ateliês no Rio de Janeiro e em São Paulo, perto das fundições preferidas. Vai e volta para Pelotas, onde permanece a família” (ASSIS BRASIL, 2008, p.15). Segundo Rebellato (2011), atual proprietário da J. Rebellato, hoje denominada Bronzes Rebellato, era comum as grandes esculturas serem modeladas nos galpões das fundições, evitando-se assim a dificuldade de transporte da obra até à fundição. Quanto à modelagem e ao processo de fundição a cera perdida da estátua *O Laçador*, o qual permanece basicamente o mesmo, Rebellato (2011) descreve as seguintes etapas (Quadro 1):

Quadro 1. Etapas do Processo de Fundição a Cera Perdida.

1	Criação do modelo em argila pelo artista.
2	Elaboração do molde ou forma de gesso ou negativo da peça que dependendo do tamanho do modelo pode ser dividida em várias partes.
3	Elaboração de uma cópia em gesso. (Esta cópia em gesso da estátua <i>O Laçador</i> foi exibida em 1954 no IV Centenário da Cidade de São Paulo).
4	Início do processo de fundição em bronze: preenchimento do molde de gesso com uma camada de cera que resulta na cópia em cera, ou modelo em cera ou positivo da peça. ( <i>O Laçador</i> foi fundido em bronze em 1958).
5	Colocação dos canais de vazamento na cópia em cera para permitir a entrada do bronze e a saída de gases. Os canais também são de cera.
6	Recobrimento da cópia em cera com várias camadas de material refratário cerâmico (mistura de areia e gesso) constituindo-se na forma de luto.
7	Aquecimento da forma de luto em forno a carvão para derretimento e retirada da camada de cera. (Este procedimento na época da fundição da estátua <i>O Laçador</i> demorava de 10 a 15 dias).
8	Derretimento do bronze a 1200-1500°.
9	Preenchimento da forma de luto (já sem a cera) com o bronze líquido.
10	Resfriamento lento para evitar rachaduras na peça fundida durante o processo de solidificação do bronze.
11	Retirada da peça fundida em bronze através da quebra da forma de luto.
12	Retirada das rebarbas, soldagem das partes e retoques necessários.
13	Limpeza da peça e banho de ácidos (sulfúrico, muriático, nítrico) conforme a coloração desejada seguido de aplicação de cera para conservação da pátina.

Fonte: Rebellato (2011).

A estátua em bronze “foi separada em quatro partes para viajar de caminhão até Porto Alegre” (TEIXEIRA, 2005, p.13). Chegando a 6,65 m com o pedestal de concreto, a escultura foi instalada no Largo do Bombeiro, criado em 1946 e situado na confluência das avenidas Farrapos, Ceará e dos Estados com a BR 116, na principal entrada da cidade (PAIXÃO CÔRTEZ, 1994; CARTILHA, 2010).

No dia 20 de setembro de 1958, às 10 h, dando continuidade às comemorações no feriado farroupilha iniciado às 8 h no *Monumento ao General Bento Gonçalves* (1935), também de autoria de Caringi, o vice-prefeito Sucupira Vianna inaugurou oficialmente o monumento *O Laçador* na capital gaúcha. Na ocasião, o prefeito Leonel Brizola havia se licenciado para concorrer ao governo do

Estado (PORTO, 1958; MADALENO, 1991). A Figura 8 mostra a estátua *O Laçador*, em 1999, no Largo do Bombeiro, onde permaneceu até 2007.

Figura 8. Estátua *O Laçador*, em 1999, no Largo do Bombeiro, onde permaneceu entre 1958 e 2007.



Fonte: Alves (2004, p.111).

Em matéria no jornal *Correio do Povo* (PORTO, 1958, p. 20), lê-se que a escultura simboliza “um dos tipos mais característicos do homem rural gaúcho” e também a “homenagem do Município aos heróis da Epopeia Farroupilha de 1935”. Nas palavras do orador oficial da solenidade, o tradicionalista Lauro Rodrigues, o peão de estância desempenhara importante papel na “formação geográfica, social e econômica” do Estado embora seus direitos ainda não fossem reconhecidos pelas leis trabalhistas. No discurso do vice-prefeito, “o peão de estância foi inegavelmente o marco na formação sociológica do pampa” embora continuasse “um ignorado no concerto econômico do Estado”. E o discurso segue:

Entrego ao Rio Grande de sempre, a homenagem da nossa geração ao mais humilde e maior desamparado dos homens rio-grandenses. E o “Laçador” aqui há de ficar, bombeando as vastidões da estrada e a amplidão das várzeas, sob o ruído trepidante do progresso, como um símbolo tradicionalista, nos reportando para o embretamento das mais justas aspirações sociais. Sei que cumpro, hoje, um grande anseio da coletividade tradicionalista, representada pelos seus Centros de Tradições, mas, mais do que isto, faço com que o presente resgate uma velha dívida para com a História. Que Deus proteja o nosso Rio Grande imperecível (PORTO, 1958, p.20).

No discurso político inaugural, novamente observa-se que *O Laçador* homenageia o homem trabalhador do campo e os heróis farroupilhas, contempla ainda o anseio dos tradicionalistas e também o progresso no seu “ruído trepidante”.

Em 1991, *O Laçador* foi eleito símbolo de Porto Alegre através do voto direto da população na campanha Eleja Porto Alegre, desenvolvida pelo Banco Itaú e pela Rede Brasil Sul de Telecomunicações. Quase 550 mil votos foram depositados nas urnas espalhadas pela cidade, valor que corresponderia a 35% da população da capital gaúcha (MADALENO, 1991). Paixão Côrtes (1994, p.33) relata que “a bem da verdade, [...] muitas pessoas depositaram mais de um voto nas urnas” denotando o entusiasmo dos porto-alegrenses “para a escolha de um símbolo”.

A divulgação da votação ocorreu em 26 de novembro de 1991 (Tabela 1), e no mesmo dia o vereador proponente, que contava com três anteprojetos conforme resultado da votação, solicitou na Câmara Municipal a instituição da estátua *O Laçador* como símbolo da capital gaúcha (MADALENO, 1991).

Tabela 1. Resultado da votação popular para eleição do símbolo de Porto Alegre.

<b>Candidatos a símbolo de Porto Alegre</b>	<b>Total de votos</b>	<b>Distribuição (%)</b>
O Laçador	175.953	32,1
Por do Sol do Guaíba	129.123	23,5
Rio Guaíba	36.018	6,6
Casa de Cultura Mário Quintana	29.523	5,4
Parque Farroupilha / Redenção	26.206	4,8
Rua da Praia	21.211	3,9
Usina do Gasômetro	17.931	3,3
Ponte de Pedra	14.092	2,6
Catedral	14.045	2,6
Parque Marinha do Brasil	12.188	2,2
Teatro São Pedro	9.919	1,8
Chalé da Praça XV	7.501	1,4
Outros (indicados pelos eleitores)	7.210	1,3
Parque Moinhos de Vento	6.596	1,2
Praça da Matriz	5.500	1,0
Praça da Alfândega	3.553	0,6
<b>TOTAL</b>	<b>548.757</b>	<b>100</b>

Fonte: adaptado de Madaleno (1991, p.40).

A oficialização ocorreu, em 1992, através da Lei Complementar 279 que institui *O Laçador* como símbolo de Porto Alegre (PAIXÃO CÔRTEZ, 1994). Em 2008, a Lei Estadual nº 12.992, declara a estátua *O Laçador* como “escultura-símbolo do Estado do Rio Grande do Sul” e “integrante do patrimônio histórico e cultural do Estado do Rio Grande do Sul”.

Em 2007, a estátua *O Laçador* foi transferida do Largo do Bombeiro para o Sítio do Laçador, situado na Avenida dos Estados em frente ao antigo terminal do Aeroporto Internacional Salgado Filho, permitindo assim a construção do Viaduto Leonel Brizola. No domingo, dia 11 de março, o processo de transferência foi acompanhado pela população, autoridades e tradicionalistas. A liberação da estátua da sua base de concreto revestido de granito levou mais de seis horas e mobilizou 20 funcionários da empresa Zandoná Guindastes. *O Laçador* foi enlaçado por cintas de poliéster amarradas em uma gaiola de aço e içado por guindaste (Figura 9) até um caminhão, sendo então conduzido por 600 m até o Sítio do Laçador. Permaneceu suspenso na gaiola, içado por guindaste, durante três dias, enquanto a nova base de concreto secava (CARTILHA, 2010; LAÇADOR, 2007; CAPITAL, 2007; MONUMENTO, 2007; ESTÁTUA, 2007).

Figura 9. (a) Retirada da estátua *O Laçador* do Largo do Bombeiro, (b) Içamento da estátua na chegada ao Sítio do Laçador, em 2007.



Fonte: adaptado de Guimarães (2007).

Contando com área de 4.000 m<sup>2</sup>, o Sítio do Laçador teve custo estimado em um milhão de reais, pagos pela PMPA em parceria com as empresas Ipiranga,

Gerda e Consórcio Pelotense. A Figura 10 mostra uma vista aérea do Sítio do Laçador e a Figura 11 mostra a estátua *O Laçador* que medindo 4,45 m de altura, sobre o pedestal atinge 6,65 m (CARTILHA, 2010). A esta altura deve ser acrescentado a medida da coxilha que mede aproximadamente 5 m de altura.

Figura 10. Vista aérea do Sítio do Laçador: a) centro cívico; b) coxilha com a estátua *O Laçador* sobre pedestal de concreto e, c) estacionamento.



Fonte: adaptado de Google Mapas (2012).

Figura 11. Em 2012, a estátua *O Laçador*, sobre pedestal de concreto e coxilha, no Sítio do Laçador, onde permanece desde 2007.



Mas por que uma estátua em homenagem ao gaúcho pampeano em pleno espaço urbano? Quem foi este gaúcho?

### 1.2.2 O Gaúcho Histórico

O gaúcho primitivo surgiu em terras platinas, ricas em pastagens e rebanhos de gado, e começou a esboçar-se como tipo social, a partir de 1536, data da primeira fundação de Buenos Aires (REVERBEL, 1986). Coni (1969) encontrou em um documento de 1617, na província argentina de Santa Fe, a expressão *mozos perdidos*, referindo-se a *mestizos*, filhos de espanhol com índia e a *criollos*, filhos de pai e mãe espanhóis nascidos na América, que ao afastarem-se da civilização, barbarizaram-se junto a índios charruas. Estes bandos que vagavam pelos pampas e roubavam gado das missões, dos estancieiros e dos índios para a extração do couro, foram chamados de *jugadores*, *quateros*, *vagabundos*, *changadores*, *malevolos* e *gauderios*.

No Rio Grande do Sul, a população era exclusivamente indígena até a chegada dos jesuítas que introduziram o gado, oriundo da capitania de São Vicente, atual São Paulo, em 1634. O couro do gado tornou-se a base da “civilização guasca”. O vocábulo guasca significa “tira de couro cru” e designava aquele que matava o gado para a extração do couro (REVERBEL, 1986, p. 15-16).

O século XVIII foi a idade do couro, pois este material era a principal matéria-prima “quando móveis, roupas e utensílios são confeccionados ou forrados de couro” (FLORES, 1998, p.17). Como não existiam cercas, a courama (extração do couro) era feita em campo aberto pelo coureador que trabalhava para os estancieiros ou, clandestinamente, pelo changador (CONI, 1969; FLORES, 1998). “Só extraíam couro e o sebo, abandonando a carne, que servia de banquete a corvos (urubus), aves de rapina e cachorros chimarrões” (ACRI, 1985, p.57).

A courama atinge o auge entre 1726 e 1734, quando se exportavam, anualmente, de 400 a 500 mil couros pelo porto de Colônia de Sacramento, fundado em 1680. A courama era “tão desordenada e bárbara” que naquela época “já fora prevista a total extinção do gado” (ACRI, 1985, p. 61). Fato que ocorreu nas vacarias portenhas, em 1715, sendo necessário trazer gado doméstico de outras bandas para a continuação da courama (CONI, 1969).

Azara (1784, p. 116) descreveu a courama em seu diário realizada por indivíduos que pilhavam o gado dos índios para vender o couro aos espanhóis e portugueses sendo então chamados de “*changadores y gauchos, que son las heces del Rio de la Plata y del Brasil*”:

*Se juntan una cuadrilla de gente por lo común perdida, facinerosa, y van donde hay ganado, y cuando hallan una punta ó tropa de él, se forman em media luna: los de los costados van uniendo el ganado, y el que va em medio lleva un palo largo guarnecido de una media luna bien afilada com que desjarretan todas las reses sin detenerse ninguno hasta que acabaron com las reses ó tienen las necessarias: entonces vuelven por el mismo camino, y el que desjarretó armado de una chuza da un chuzazo a cada rez que le penetra la entraña com lo que muere y se apean los demás para quitar el cuero, cargarlo y tenderlo com estacas (AZARA, 1784, p.117).*

Estes indivíduos, inicialmente chamados de changadores e, depois de gaudérios, “cortavam os campos, encarregando-se de coletar couros para os traficantes europeus” com quem se supriam de artigos dos quais necessitavam, visto que as coroas, lusitana e espanhola, entravavam o livre comércio, propiciando assim o contrabando que tinha como principal entreposto a Colônia de Sacramento (REVERBEL, 1986, p. 75-76).

Segundo Assunção (1969), apesar do *gaucho* (gaúcho platino) ser apresentado como beberão, raptor de mulheres, ladrão de campo, contrabandista ou vagabundo, o ofício destes *gauchos*, *changadores* ou *gauderios* enriqueceu fazendeiros e comerciantes com o contrabando de couro.

Em 1787, o *Diário Resumido do Dr. José Saldanha*, citado por Reverbel (1986, p.79), define o termo espanhol *gauches* como vagabundos ou ladrões de campo e registra conforme ortografia da época: “quais Vaqueiros, costumados a matar os Touros chimarroens, a sacar-lhes os couros, e a leva-los ocultamente as Povoaçãoens, para sua venda ou troca por outros gêneros”.

Contudo, o gaúcho “não era um folgazão como se apregoa – era um desgraçado, um pobre diabo”, que vagava entre as estâncias em busca de trabalho e vivia como um miserável. Sem condições de sustentar uma família, suas distrações eram o jogo, a cordeona, o álcool e a china (prostituta da campanha), forjando-se assim a sua fama de mulherengo (FREITAS, 1980, p.9).

Assim, os primitivos gaúchos podem ser definidos como grupos formados por portugueses, espanhóis, índios, negros e mestiços que se uniam na pilhagem das estâncias e na matança do gado para extração do couro na região do pampa sul-riograndense, argentino e uruguaio (FLORES, 2007). Quanto ao vocábulo gaúcho, “etimologicamente a palavra gaúcho é desconhecida”, surgindo na região platina como *gaucho* e no Rio Grande do Sul, como gaúcho (FLORES, 2001, p.276).

Em 1750, portugueses e espanhóis assinam o Tratado de Madri e o extremo sul do Brasil integra-se à coroa portuguesa que até meados do século XIX concede sesmarias a quem pudesse produzir para pagar o dízimo. Os sesmeiros:

Incorporaram-se à estrutura da sociedade rio-grandense de então, baseada no estabelecimento da estância, fundada, por sua vez, na dominação fundiária e na militarização de sua peonada, agregados, familiares e outros dependentes. Encastelado em sua sesmaria, como senhor feudal, o estancieiro tornou-se caudilho e instrumento da ocupação lusitana da antiga “terra de ninguém”. As terras que lhe eram concedidas seriam a garantia de sua fidelidade à coroa portuguesa (REVERBEL, 1986, p.90).

Além disso, entre a chegada dos açorianos (1752) e o fim do século XIX, “com o povoamento do território, a subdivisão dos campos, a intensificação da exploração rural, a imigração europeia em larga escala”, o gaúcho marginal com “fama de ladrão de gado, contrabandista de couros, desertor das milícias,” transforma-se no peão de estância e soldado do patrão caudilho (REVERBEL, 1986, p. 87-90). Quando o ciclo do couro acabou, este gaúcho primitivo desaparece, passando a integrar outros grupos sociais (ASSUNÇÃO, 1969) e, encontrava-se praticamente extinto em meados do século XIX (OLIVEN, 1992).

Durante a Revolução Farroupilha (1835-1845), o termo gaúcho ainda era pejorativo e designava “índios, negros fugidos, desertores, bandidos e vagabundos” que habitavam a campanha sul-rio-grandense, argentina e uruguaia (FLORES, 2002, p.225). Gradativamente, este gaúcho, “gaudério e marginal à sociedade”, desaparece como voluntário na Guerra do Paraguai (1864-1870) e mais tarde, como revolucionário ou alistando-se nas forças legalistas da Revolução Federalista (1893-95) (FLORES, 2007). Oliven coloca que:

Por volta de 1870, o estado experimentou modificações econômicas, caracterizadas pelo cercamento dos campos, o surgimento de novas raças de gado, e a disseminação de uma rede de transporte. Essas mudanças significaram uma grande modernização da área da Campanha, acarretando a simplificação das atividades da pecuária e a eliminação de certas atividades servis como as dos posteiros e dos agregados, que acabaram em grande parte sendo expulsos do campo. O surgimento dos frigoríficos estrangeiros e a decadência das charqueadas acentuaram esse processo a partir do final da Primeira Guerra Mundial. (1992, p.70).

No período entre 1889 e 1930, os crescentes processos de industrialização e de modernização das atividades agropecuárias determinaram o desemprego da mão de obra campeira que parte em busca de trabalho nas fábricas, passando a viver em “malocas” na periferia das cidades (FLORES, 2007, p.9).

Uma vez extinto o gaúcho marginal, a figura do gaúcho pode ser transformada em um herói mítico, símbolo da identidade regional (OLIVEN, 1992). O *Laçador* de Caringi venceu o concurso com o objetivo de ser uma representação “idealizada e estereotipada – muito adequada para um símbolo mítico” (ALVES, 2004, p.112, grifo do autor), tendo sido executado nos “habituais cânones da estatúária tradicional” (ALVES, 2004, p.37) conforme formação artística “acadêmica” de Caringi na Alemanha (GOMES, 1998, p.86).

Em 1928, aos 23 anos, Caringi embarcou como adido do Consulado Brasileiro, para Munique, onde estudou no atelier do escultor Hans Stangl (1888-1963). Coursou Escultura na Academia de Belas Artes de Munique, com Hermann Hahn (1868-1944) (Figura 12). Em 1936, em Berlim, especializou-se em Plástica Monumental, ministrado por Arno Brecker (1900-1991) (Figura 13), prosseguindo seus estudos na Itália, França, Grécia, Turquia, Balcãs e Escandinávia (GOMES, 1998; ALVES, 2004; ASSIS BRASIL, 2008).

Figura 12. Hermann Hahn apresentando sua obra *Monumento a Johann Wolfgang von Goethe*, em Munique, em 1913.



Fonte: adaptado de Chuckman's (2012).

Figura 13. Arno Brecker em seu atelier, em Berlim.



Fonte: adaptado de Europa (2012).

A obra de Caringi foi influenciada pelas vertentes estilísticas europeias da primeira metade do século XX, como a escultura de Rodin, o neoclassicismo, o expressionismo e o Art Déco, tornado-se, após retorno ao Brasil, “menos estilizada e mais naturalista” (ASSIS BRASIL, 2008, p.30). Caringi:

de Hahn, aprendeu a pôr em relevo as características de masculinidade no seu aspecto exterior, na posição, na estrutura dos membros e em toda a forma. De Stangl, o sentimentalismo expresso na sua obra, mesmo a monumental, onde os sentimentos e as emoções estão expressas nos movimentos, nos gestos amplos e teatrais e nos retratos intimistas mas plenos de emoção. De Brecker, Caringi herdou a capacidade de expressar a ideologia em obras discursivas e panfletárias [...] (GOMES, 1998, p.82).

Em 1941, Caringi retornou definitivamente para Pelotas, onde casou-se com Noemy de Assumpção Osório, com quem teve seis filhos. Em 1952, criou o Curso de Escultura da Escola de Belas Artes de Pelotas, atual Universidade Federal de Pelotas (UFPel). Em 1976, no Rio de Janeiro, ao contemplar sua obra *Cristo Crucificado*, hoje na Capela dos Jesuítas, também conhecida como Capela do Colégio Anchieta, em Porto Alegre, Caringi sofreu um acidente vascular cerebral vindo a falecer em Pelotas em 1981 (GOMES, 1998; ALVES, 2004; ASSIS BRASIL, 2008).

O *Laçador* é a obra mais conhecida de Caringi que “produziu uma série de obras públicas ligadas ao discurso engrandecedor dos feitos da nação e do estado, associando o espírito nacionalista à maneira grandiloquente de tratar os temas históricos e culturais” (BOHNS, 2007, p.100). Outras obras públicas de Caringi são: *General Bento Gonçalves* (1935), Porto Alegre/RS; *Sentinela Farroupilha* (1935), Pelotas/RS; *Bispo Dom Joaquim Ferreria de Melo* (1942), Pelotas/RS; *Almirante Saldanha da Gama* (1946), Rio de Janeiro/RJ; *J.J. Seabra* (1948), Salvador/BA; *Monumento Nacional ao Imigrante* (1954), Caxias do Sul/RS; *Coronel Pedro Osório* (1954), Pelotas/RS; *Monumento ao Colono* (1958), Pelotas/RS; *Monumento às Mães* (1959), Pelotas/RS; *Monumento às Mães* (1963), Alegrete/RS; *Monumento ao Expedicionário* (1964), Porto Alegre/RS; *Anita Garibaldi* (1964), Laguna/SC e *Gaspar Silveira Martins* (1970), Bagé/RS (ASSIS BRASIL, 2008, p.129-135).

Caringi especializou-se em escultura acadêmica com mestres alemães famosos pelo “realismo vigoroso e monumental, de uma grandiloquência à maneira de Miguel Ângelo” com volumes colossais, atitudes imperativas e expressões carrancudas. A Figura 14 mostra em (a) a expressão sisuda da estátua *General Bento Gonçalves* que resulta da contração da “musculatura da face, dos lábios ligeiramente crispados e do sobrolho levemente franzido” (DOBERSTEIN, 1995, p.83) e, em (b) esta mesma expressão sisuda na estátua *O Laçador*.

Figura 14. Expressão sisuda nas estátuas (a) *General Bento Gonçalves* e, (b) *O Laçador*.



(a)

(b)

Fonte: adaptado de Achutti (2005).

A Figura 15 mostra Caringi modelando em argila a figura masculina do *Monumento Nacional ao Imigrante* que foi inaugurado em bronze, em Caxias do Sul/RS, em 1954. Observa-se no *Imigrante*, expressão sisuda, osso malar e queixo proeminentes, peito e pescoço musculosos e mãos fortes, características idealizadas do gênero masculino e escolhidas por Caringi para representar o trabalhador da terra. Observa-se ainda “o tom elevado e as posturas e os gestos apologéticos tradicionais dos discursos identitários” presentes nas figuras nacionalistas de Caringi (GOMES, 2008, p.25).

Figura 15. Caringi modelando em argila a figura masculina do *Monumento Nacional ao Imigrante*, inaugurado em bronze em Caxias do Sul/RS, em 1954.



Fonte: Salis (2008, p.22).

Também na face e no corpo da estátua *O Laçador* (Figura 16), observa-se a idealização das características do gênero masculino, muito semelhantes à estátua do *Imigrante*, contudo, exaltando agora o mito do homem forte e rude do pampa. Ainda hoje, este estilo grandioso e imponente continua apropriado para fixar o mito do gaúcho no imaginário coletivo.

Figura 16. Estátua *O Laçador* e a idealização das características do gênero masculino escolhidas por Caringi para representar o mito do gaúcho.



Fonte: Salis (2008, p.79).

### 1.2.3 O Gaúcho Mítico

A literatura e a historiografia regional tenderam a representar o habitante sul-rio-grandense como um tipo social único e superior: o gaúcho. “Na construção social desta identidade está presente um passado glorioso no qual se forjou a figura do gaúcho”, cuja existência seria marcada pelas adversidades do clima, a presença do cavalo, a lealdade, a honra e a bravura ao enfrentar o inimigo nas guerras internas ou nas guerras de fronteira. A figura deste herói mítico foi incorporada ao inconsciente coletivo gaúcho através das ideias do regionalismo (OLIVEN, 1992).

Regionalismo é o “movimento cultural que caracteriza a identidade de uma região” através da “retomada de consciência de seus valores” opondo-se à dissolução das comunidades dentro de uma região ou de uma região dentro da nação (FLORES, 2001, p.512). Surgiu após a Independência do Brasil, quando “os intelectuais se propuseram a criar uma literatura nacional” buscando tema e linguagem regionais (FLORES, 2007, p.7). No Rio Grande do Sul o movimento cultural regionalista denominou-se gauchismo.

Dentro do gauchismo, o mito do gaúcho surgiu com a literatura romântica do século XIX (Quadro 2), influenciado pelas ideias de federação dos liberais moderados (chimangos) e dos farroupilhas que na Revolução Farroupilha lutaram contra os monarquistas e acreditavam no gaúcho como uma raça diferente dos demais brasileiros devido aos rigores do clima, à herança açoriana, à pecuária e à sociedade militarizada pelas lutas na fronteira (FLORES, 2007, p.6-9).

Quadro 2: Literatura romântica na formação do mito do gaúcho.

Ano	Título e autor
1847	romance <i>A Divina Pastora</i> / José Antônio do Vale Caldre e Fião
1849	romance <i>O Corsário</i> / José Antônio do Vale Caldre e Fião
1865	romance <i>A Campanha da Província do Rio Grande do Sul</i> /Carlos von Koseritz
1868	monólogo <i>O Gaúcho</i> / M. J. de Oliveira
1870	romance <i>O Gaúcho</i> / José de Alencar
1872	romance <i>O Vaqueano</i> / Apollinário Porto Alegre
1877	romance <i>Os Farrapos</i> / Luís Alves de Oliveira Belo
1898	romance <i>Recordações Gaúchas</i> / Luiz de Araújo Filho
1910	romance <i>Ruínas Vivas</i> / Alcides Maya
1912	livro <i>Contos Gauchescos</i> / Simões Lopes Neto
1913	livro <i>Lendas do Sul</i> / Simões Lopes Neto

Fonte: adaptado de Flores (2007).

O livro de contos *Terra Gaúcha* (1914), de Roque Callage, na linha positivista, encerra o ciclo de literatura romântica do regionalismo gaúcho. Seus contos têm pretensões de “ensaios sociológicos e folclóricos” e apresentam o gaúcho ancestral como um herói campeiro (FLORES, 2007, p.11). Conforme ortografia da época, Callage descreveu este gaúcho em artigo no jornal *Correio do Povo*:

Fora-se aquella imagem altiva e [...] rude que só aprendia pela cartilha do laço e do cavallo vivendo imbuida no heroismo dos farroupilhas [...] surgindo depois como heróe, como homem, como caudilho, como bandido ás vezes. [...] Essa época desapareceu. Estamos num final de atavismo. Num rapido succeder de eras, deixou de existir aquella figura athletica de rudeza selvagem, de bravura indomita (1911, p.2; Chirivino, 2011, p.20).

Em 1915, Amaro Juvenal, pseudônimo de Ramiro Barcelos, escreve o poemeto campestre *Antônio Chimango* no qual satiriza o governador castilhista Borges de Medeiros, que enquanto positivista acreditava na modernização através da industrialização, transformando-o em um anti-herói gaúcho na forma de um capataz despreparado na lida com a peonada e bem mandado pelo patrão, numa referência a Júlio de Castilhos (FLORES, 2001; 2007).

Voltando um pouco no tempo, em 1858, no Rio de Janeiro, foi fundada a Sociedade Sul-Riograndense, entidade que agrupava intelectuais preocupados com o folclore gaúcho. Em 1868, com a fundação do Partenon Literário, em Porto Alegre, um grupo de intelectuais dentre os quais se destacava Apollinário Porto Alegre (LAMBERTY, 1989), passa a escrever sobre o gauchismo em contos, poesias e romances (FLORES, 2001).

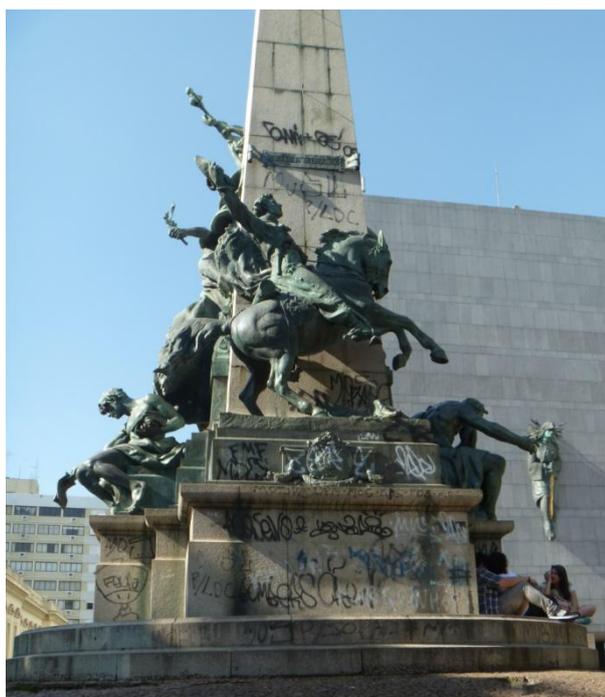
Em 1883, João Cezimbra Jacques, republicano e positivista que havia sido soldado voluntário na Guerra do Paraguai, publicou ensaios sobre os *Costumes do Rio Grande do Sul*. Em 1894, chegava do Uruguai a notícia da fundação da entidade tradicionalista *La Crioulla*. Em 1898, Cezimbra fundou o Grêmio Gaúcho de Porto Alegre, entidade voltada ao culto das tradições gaúchas. Seguiram-se a criação de outras agremiações gaúchas na capital e no interior do Rio Grande do Sul na passagem do século XIX ao XX (LAMBERTY, 1989; OLIVEN, 1992; GOLIN, 2004).

Em 1887, Júlio de Castilhos propôs a comemoração do Dia do Gaúcho em 20 de setembro (LAMBERTY, 1989; OLIVEN, 1992). Neste dia, em 1835, os rebeldes farroupilhas acamparam em frente aos portões de Porto Alegre, na Praça do Portão,

atual Praça Conde de Porto Alegre, aguardando a chegada do Cel. Bento Gonçalves para seguirem até a Câmara Municipal, dando início à Revolução Farroupilha (FLORES, 2001). Enquanto positivista Júlio de Castilhos acreditava que “o passado é a fonte em que o presente se inspira para delinear o futuro” (OLIVEN, 1992, p.73) e, em 1891, instalou a “ditadura positivista” continuada por Borges de Medeiros até 1928 quando Getúlio Vargas assume o poder (FLORES, 2007, p.9). A filosofia positivista, criada pelo francês Auguste Comte, foi traduzida pelos brasileiros “na ideia de um despotismo esclarecido encarado como a melhor estratégia de organizar a sociedade”. Comte “era favorável a *pequenas pátrias*” levando os positivistas brasileiros a defenderem o federalismo (OLIVEN, 1992, p.73, grifo do autor), doutrina política que se “caracteriza pela autonomia das unidades provinciais ou estaduais, integradas pela soberania da União” (FLORES, 2001, p.242).

Neste contexto, a morte prematura de Júlio de Castilhos, em 1903, possibilitou a inclusão de um gaúcho a cavalo no monumento em sua homenagem. Dentro do conjunto escultórico *Monumento a Júlio de Castilhos* (1913), que foi fundido em bronze em Paris, há uma “estátua equestre com um gaúcho saudando a República” (Figura 17), em tamanho natural. Inaugurado na Praça da Matriz, este monumento é do escultor carioca Décio Villares (1851-1931) (ALVES, 2004).

Figura 17. Estátua equestre no *Monumento a Júlio de Castilhos*, com pichações no obelisco de granito, em 2012.



A doutrina positivista tinha como utopia a sociedade industrial em detrimento da agropecuária (FLORES, 2007). Embora os positivistas fossem avessos aos costumes e valores do homem do campo, considerando-os “primitivos, bárbaros, incompatíveis com uma sociedade moderna, civilizada, ordenada e progressista”, essa rejeição passou por uma reformulação nos anos de 1920 e 1930 (DOBERSTEIN, 2002, p.319-320).

Até a Primeira Guerra Mundial (1914-18) a nossa elite urbana sentia-se mais próxima da cultura europeia do que da cultura brasileira. Entusiasmada com a modernização proporcionada pela contínua evolução tecnológica, compartilhava a crença em um progresso ilimitado, sobretudo quando a revolução industrial atingiu plenamente a América na virada do século XIX para o século XX. Neste momento predominavam as ideias de universalidade e de atemporalidade, em oposição às ideias do regionalismo (DOBERSTEIN, 1995). Contudo:

Com a eclosão da I Guerra Mundial (1914-18) e todos os horrores que se seguiram, desapareceu no mundo ocidental aquela confiança depositada nos destinos da humanidade. A crise econômica dos anos 20 dilapidou muitas fortunas. A violência urbana, a inflação e a carestia de vida aumentaram consideravelmente. Junto com isso os conflitos entre socialistas e nazi-fascistas. As instituições se abalaram e em quase todo o mundo ocidental uma onda de nacionalismo xenófobo começou a solapar aquelas atitudes e padrões provenientes do humanismo liberal universalista. [...] No Rio Grande do Sul a crise geral se particularizou, agravada pela retração dos investimentos e pela falta de transportes. Aproveitando a insatisfação geral devido à continuidade da crise, as oposições gaúchas pegaram em armas na revolução de 1923. [...] Ao final da mesma, o governo positivista fez concessões que anteriormente seriam inadmissíveis. A esse declínio do positivismo, no Rio Grande do Sul, correspondeu o começo da dissolução daquela ideologia do primado urbano sobre o rural, do universal sobre o regional, do herói letrado sobre o herói armado (DOBERSTEIN, 1995, p.79-80).

Neste contexto, na década de 20, os intelectuais retomam o gauchismo e firmam o mito do gaúcho como ancestral do sul-rio-grandense em obras com linguajar e temática local. *Os Gaúchos*, em 1920 de Múcio Teixeira, é um estudo em dois volumes sobre a vida e a cultura no pampa e onde o gaúcho é “guasca largado, [...] valente, franco e generoso”. Em 1925, o livro de contos *No Galpão*, de Darcy Azambuja, trata do cotidiano de gaúchos tais como peões de estância, carreteiros e tropeiros, retratando-os com valores e sentimentos elevados. No mesmo ano, o livro de versos gauchescos *Tropilha Crioula*, de Vargas Netto, exalta o gaúcho “valente,

machão e hospitaleiro” e seu modo de vida em campo aberto (FLORES, 2007, p.11). Publicados em 1925, Doberstein (2002) cita *Querência*, de Vieira Pires; *No Pago*, de Clementino Barnasque e *Alma Bárbara*, de Alcides Maia. Em 1926, o autor cita *Vocabulário Gaúcho*, de Roque Callage e, em 1927, *Minha Terra* de Ruy Cirne Lima e *Cousas do Meu Pago*, de Pery de Castro. Estas obras literárias discorriam “sobre os costumes, mentalidades e tradições gauchescas” e “valorizavam o homem e a vida do campo”, sendo então lançadas no mercado “com ampla repercussão no público e na crítica” (DOBERSTEIN, 2002, p.317).

Augusto Meyer, inicialmente com tendência regionalista, introduziu uma feição gauchesca na poesia moderna. Estreou, em 1920, com o livro de poesias *A Ilusão Querida*, sendo sua principal obra o livro de poesias *Poemas de Bilu* (1929). Escreveu críticas, ensaios literários e sobre o folclore: *Guia do Folclore Gaúcho* (1951), *Cancioneiro Gaúcho* (1952) e *Seleção em Prosa e Verso* (1973) (BIOGRAFIAS, 2011; ACADEMIA BRASILEIRA DE LETRAS, 2011).

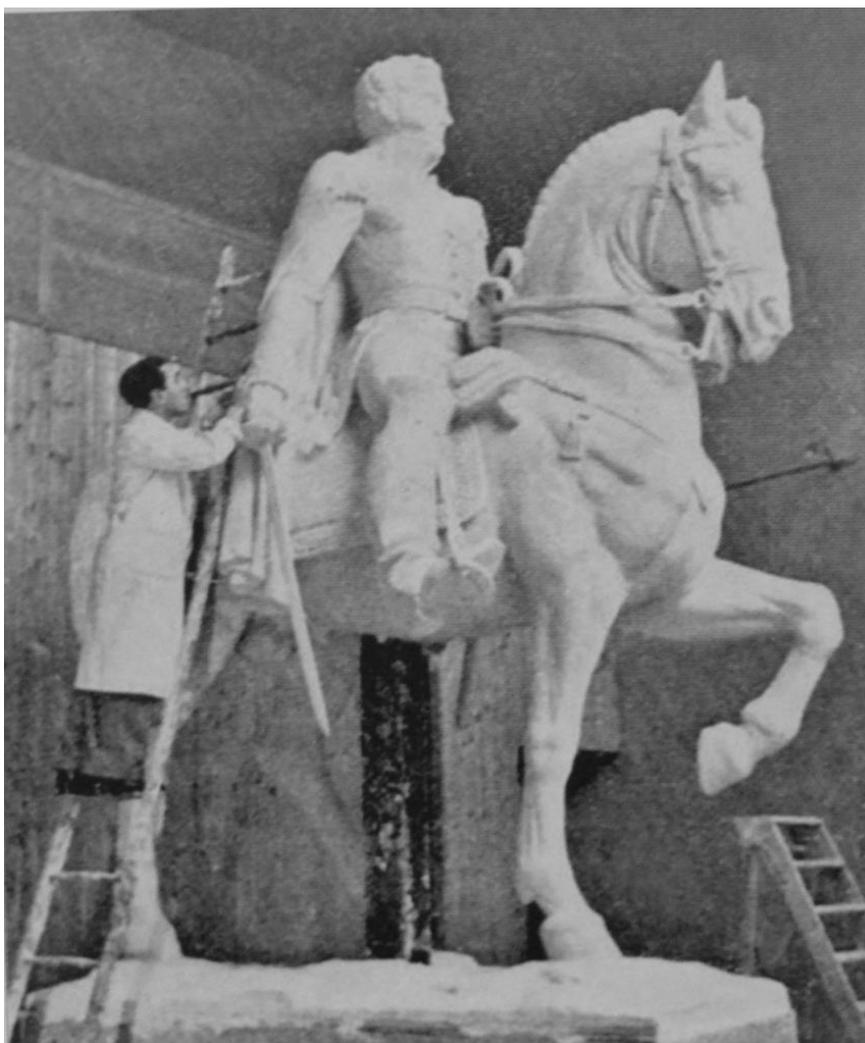
Já na segunda fase do modernismo (1930-1945), Érico Veríssimo escreve o romance regionalista *O Tempo e o Vento* (1949), no qual mistura ficção e fatos históricos numa representação da formação do povo sul-rio-grandense. A narrativa ocorre entre 1745 e 1945 na trilogia *O Continente*, *O Retrato* e *O Arquipélago*. No romance, em 1828, Rodrigo Cambará chega à fictícia cidade de Santa Fé, onde desposa Bibiana, neta de Ana Terra. Rodrigo representa o gaúcho aventureiro e livre, extrovertido e valentão, carismático e mulherengo, guerreiro destemido que morre como rebelde na Revolução Farroupilha.

Nas artes visuais do Rio Grande do Sul, a temática do regionalismo já havia sido desenvolvida na pintura de Pedro Weingartner (1856-1929) e na obra de José Lutzenberger (1882-1951), prosseguindo mais tarde, com o Grupo de Bagé (nos anos de 1940-50), a escultura de Vasco Prado (1914-1998) e, culminando nos anos de 1950 com a escultura de Caringi (BOHNS, 2007; GOMES, 2008).

Na estatuária, o gauchismo somente aconteceu no início da década de 1930, pois até então eram celebrados os “heróis letrados, em traje a rigor” (DOBERSTEIN, 1995, p.79). Em 1929, estabeleceu-se concurso público para brasileiros visando à criação de uma escultura em homenagem ao General Osório. O vencedor foi o escultor paulista Leão Velloso (1899-1966) e a escultura equestre, em bronze, com 4 metros de altura, foi confeccionada no Rio de Janeiro, cidade onde o artista morava, e inaugurada em 1933, na Praça da Alfândega, Porto Alegre (ALVES, 2004).

Para o Centenário Farroupilha, foi aberta novamente concorrência pública, em 1934, novamente somente para brasileiros, visando a representação do líder maior da Revolução Farroupilha, o General Bento Gonçalves. Inscreveram-se Leão Velloso e Caringi (DOBERSTEIN, 2002). O vencedor do concurso foi Caringi que veio a Porto Alegre por este motivo, visto que residiu na Alemanha entre 1928 e 1940, onde posteriormente a escultura foi modelada em argila, copiada em gesso e então fundida em bronze na Fundição Noack (Figura 18). O monumento foi inaugurado no Parque Farroupilha, até então chamado de Campo da Redenção, em janeiro de 1936 no final da Exposição do Centenário Farroupilha e, em 1941, transferido para a Praça Piratini, na junção das avenidas Azenha e João Pessoa, Porto Alegre (ALVES, 2004).

Figura 18. Caringi finalizando a cópia em gesso do *Monumento ao General Bento Gonçalves*, na Alemanha, em 1935.



Fonte: Alves (2004, p.108).

Também no ano de 1935, a escultura *El Gaucho Oriental* (Figura 19.a), obra do escultor uruguaio Federico Escalada Pons (1888-1960), fundida em bronze em Montevideo, foi doada pela comunidade uruguaia domiciliada em Porto Alegre por ocasião do Centenário da Revolução Farroupilha. Em tamanho natural, a obra foi inaugurada no Parque Farroupilha, Porto Alegre. Enquanto *El Gaucho Oriental* mostra-se em posição descontraída, outra escultura de Escalada, também em bronze, *El Peón de Estância* (Figura 19.b), em Montevideo, demonstra uma atitude mais laborativa com laço e boleadeiras (ALVES, 2004). Para Doberstein (2002), o posicionamento de *El Gaucho Oriental*, voltado para o pampa e de costas para a Europa, reforça seu conteúdo regionalista.

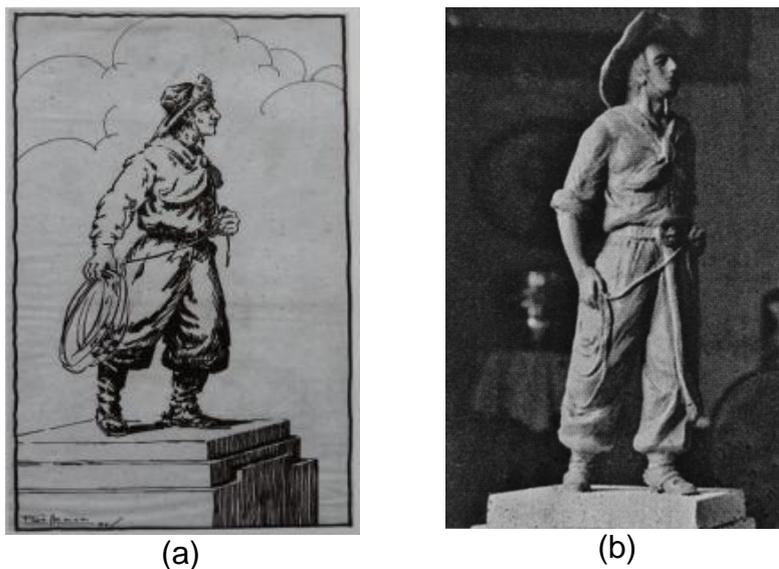
Figura 19. Esculturas pedestres de Escalada, em bronze: (a) *El Gaucho Oriental*, Porto Alegre; (b) *El Peón de Estância*, Montevideo.



Fonte: (a) autora do presente trabalho (2012); (b) Monedasuruguay (1992).

Em 1936, houve outra proposta para criação de uma estátua pedestre em homenagem ao gaúcho. No Acervo do Memorial da Câmara Municipal de Porto Alegre encontram-se desenhos e a fotografia de uma maquete em argila como esboços da obra intitulada *Laçador*, de autoria de Francisco Bellanca (1895-1974), que foi um dos primeiros artistas formados na Escola de Belas Artes, atual Instituto de Artes da UFRGS (ALVES, 2004; RAMOS e GOMES, 2008) (Figura 20).

Figura 20. Estudos de Francisco Bellanca para proposição da escultura intitulada *Laçador* (1936): (a) desenho; (b) fotografia de maquete em argila.



Fonte: adaptado de Alves (2004, p.227).

Houve ainda outra tentativa para criação de uma estátua representando o gaúcho, seria o *Bombeador*. Bombeiro ou bombeador, no léxico gaúcho, significa: “1. Espião ou explorador de campo inimigo; 2. Indivíduo que observa os atos de outrem” (OLIVEIRA, 2005, p.51). Em 1946, foi criado O Largo do Bombeiro, em Porto Alegre, para acolher o *Bombeador*, de autoria do gaúcho João Marcos Teixeira Bastos (1899-1959) atendendo encomenda do prefeito Loureiro da Silva. “Bastos, com cigarro de palha na boca, vestindo chiripá, com o peito desnudo, junto a esqueletos de ferro, argila, panos molhados, andaimes e desenhos no chão” modelou uma estátua equestre com o ginete vestindo chiripá, com a mão direita espalmada à testa de modo a proteger os olhos da luminosidade, vislumbrando “o horizonte, isto é, *bombeando* [...] tal qual faziam os gaúchos primitivos que iam à frente das tropas militares ou revolucionárias”, espreitando o inimigo. Modelada em argila e “depois de concluída em gesso”, a obra foi encaminhada para um armazém do cais do porto para então ser transportada até o Rio de Janeiro onde seria fundida em bronze pela empresa Irmãos Zani. Contudo, por motivos político-administrativos, a obra em gesso foi abandonada no porto (PAIXÃO CÔRTEZ, 1994, p.52, grifo do autor).

Em 1937, Vargas inicia o Estado Novo e a favor do nacionalismo declara no art. 1º do Decreto-Lei nº. 25/1937, como patrimônio histórico e artístico “o conjunto dos bens móveis e imóveis [...] cuja conservação seja de interesse público, quer por sua vinculação a fatos memoráveis da história do Brasil, quer por seu excepcional

valor arqueológico ou etnográfico, bibliográfico ou artístico”. Contudo, segundo Flores (2001; 2007) este regime nacionalista de cunho positivista, mas ditatorial, prejudicou o movimento regionalista. É bem conhecido o episódio no qual Vargas, um mês após a sua posse, em cerimônia oficial no Rio de Janeiro, mandou queimar as bandeiras estaduais. Este centralismo econômico, político e cultural, imposto pelo Estado Novo (OLIVEN, 1992), termina em 1945, quando Getúlio é deposto.

Com o fim da Segunda Guerra Mundial, chega ao Brasil o *american way of life* com a invasão de mercadorias e produtos culturais como revistas, filmes, músicas no rádio ou ainda a Coca-Cola (OLIVEN, 1992). O Brasil continua se modernizando através da industrialização e a migração do campo para a cidade se acentuou, criando “um novo protagonista no cenário político: as massas urbanas que seriam interpeladas como agentes sociais pelo populismo” (OLIVEN, 1992, p.41).

A construção do gaúcho mítico, símbolo da identidade gaúcha, foi possível porque, poetas, romancistas e contistas buscaram autenticidade do mito em referências históricas e na utilização de arquétipos universais do herói civilizador, tais como coragem, ousadia, lealdade, honestidade, virilidade, espírito de luta contra o mal e amor a terra. Estes atributos heroicos estão presentes no imaginário coletivo e na mitologia de todas as civilizações e o mito, que é uma interpretação de determinada realidade, ao ser contado de geração em geração, torna-se coletivo e anônimo, sendo finalmente confundido com a tradição (FLORES, 2007).

Diante do exposto, é possível concluir que a escultura monumental de um peão de estância no meio urbano, na década de 1950, aconteceu dentro do contexto histórico do regionalismo gaúcho, também denominado gauchismo. Uma vez extinta a figura do gaúcho marginal em meados do século XIX, passou a ser possível a sua idealização, ancorado na nostalgia de um passado heroico como reação às constantes mudanças de um mundo cada vez mais urbano, industrializado, moderno e hostil.

O presente trabalho propõe a valorização de um produto local, qual seja a reprodução em escala reduzida da estátua *O Laçador*, símbolo mítico do gaúcho. Para tanto, o primeiro passo é a digitalização 3D desta estátua localizada em espaço público e que medindo 6,65 m com o pedestal encontra-se ainda sobre uma coxilha de aproximadamente 5 m de altura. A equipe do LdSM/UFRGS buscou então adquirir experiência digitalizando tridimensionalmente a estátua *Cahy*.

#### 1.2.4 A Estátua *Cahy*

A escolha da estátua *Cahy* para digitalização 3D pela equipe do LdSM/UFRGS, previamente à digitalização da estátua *O Laçador*, baseou-se no fato de que a mesma representa uma figura humana em escala natural e encontra-se em espaço público, na Praça Dom Sebastião, Porto Alegre. Esta estátua faz parte do conjunto de um dos primeiros chafarizes monumentais instalados na capital gaúcha, intitulado *Guaíba e Afluentes* o qual tinha como objetivo a homenagem a estes rios por ocasião das obras da recém-inaugurada Companhia Hidráulica Porto-Alegrense. Instalado na Praça da Matriz (Figura 21), em 1866, trazia como figura central uma estátua masculina representando a alegoria da liberdade republicana, a qual ainda no período monárquico adornava uma fonte pública na capital da província que proclamara, em 1836, a República do Piratini. O projeto, inspirado na obra *A Fonte dos Quatro Rios* (1648-1651), de Bernini (1598-1680), na Praça Navona, em Roma, foi de José Obino, arquiteto italiano radicado em Porto Alegre. Além da figura central, que também representava o rio Guaíba, havia duas ninfas (réplicas) representando os rios Caí e Sinos e dois netunos (réplicas) representando os rios Gravataí e Jacuí. As cinco peças em mármore branco foram encomendadas em 1864 da região de Carrara e os nomes dos rios foram inscritos nas bases das estátuas *Afluentes* provavelmente ao chegarem a Porto Alegre e conforme ortografia da época: *Cahy*, *Sino*, *Gravatahy* e *Jacuchy* (SPALDING, 1967; FRANCO, 1988; ALVES, 2004; CARTILHA, 2010).

Figura 21. Em Porto Alegre, chafariz *Guaíba e Afluentes*, na Praça da Matriz ainda sem árvores, em 1880. À direita, o Teatro São Pedro e ao fundo, o rio Guaíba.



Fonte: Bastos (2012).

Por volta de 1910, o chafariz *Guaíba e Afluentes* (Figura 22) foi desmontado e substituído pelo *Monumento a Júlio de Castilhos*, inaugurado em 1913. Em 1923, o chafariz foi vendido a particulares e, em 1924, as quatro estátuas foram recompradas pela prefeitura. Por volta de 1936, foram instaladas em dois canais de água, na Praça Dom Sebastião, conforme Figura 23. (a) e (b). Por sua vez, a estátua *Guaíba*, foi fotografada em espaço particular em 2003 (Figura 23. c) (ALVES, 2004).

Figura 22. Chafariz *Guaíba e Afluentes*, na Praça da Matriz, Porto Alegre, em 1910.



Fonte: Alves (2004, p.19).

Figura 23. Estátuas (a) *Cahy* e (b) *Gravatahy*, na Praça Dom Sebastião, Porto Alegre, na década de 1970; (c) estátua *Guaíba* fotografada em espaço particular em 2003.



(a)

(b)

(c)

Fonte: (a) e (b) Alves (2004, p.20); (c) Ibidem (p. 100).

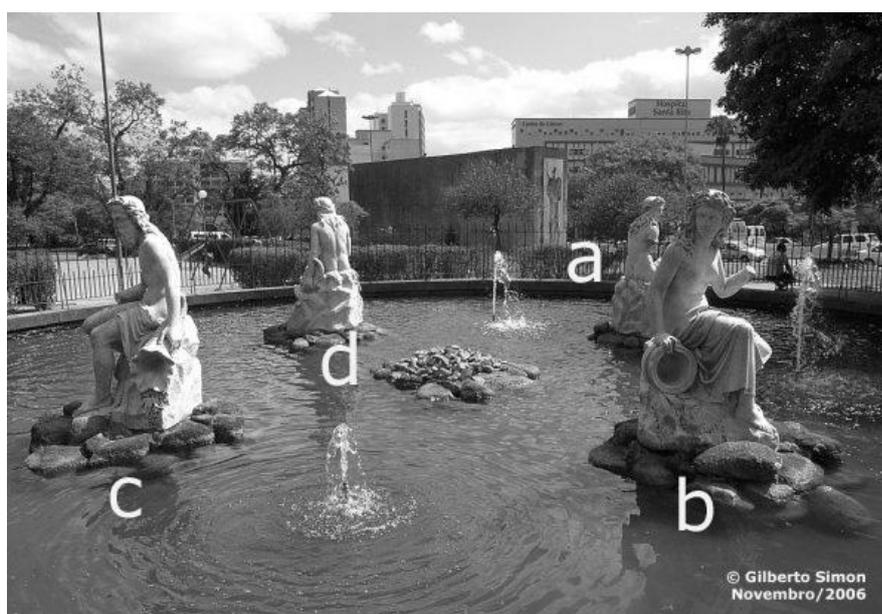
Em 1983, devido à gravidade dos danos causados por sucessivos vandalismos, os *Afluentes do Guaíba* foram novamente recolhidos para um depósito da PMPA (Figura 24) (ALVES, 2004). Em 1996, as quatro estátuas retornam à Praça Dom Sebastião, reagrupadas em círculo, com espelho d'água e protegidas por gradil (Figura 25), lembrando a ordenação original do antigo chafariz na Praça da Matriz.

Figura 24. *Afluentes do Guaíba* recolhidos em um depósito da PMPA, em 1983.



Fonte: Alves (2004, p.20).

Figura 25. *Afluentes do Guaíba*: a) *Cahy*, b) *Sino*; c) *Gravatahy* e d) *Jacuchy*, com espelho d'água e gradil, na Praça Dom Sebastião, Porto Alegre, em 2006.



Fonte: adaptado de Simon (2011).

A Figura 26 mostra, em 2011, os *Afluentes do Guaíba* danificados pelas intempéries e vandalismos, sendo a estátua *Cahy* a mais mutilada, situação já registrada no artigo *Beleza Ferida* (1996).

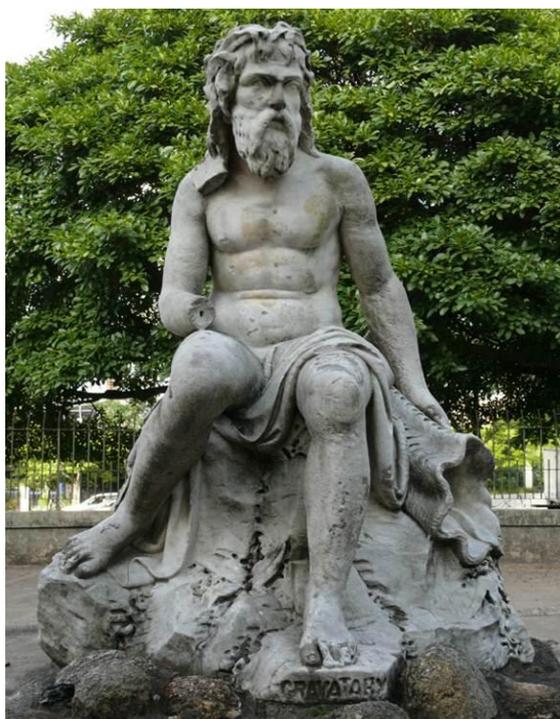
Figura 26. *Afluentes do Guaíba*: duas ninfas em réplica (a) *Cahy* e (b) *Sino*; dois netunos em réplica (c) *Gravatahy* e (d) *Jacury*, na Praça Dom Sebastião, Porto Alegre, em 2011.



(a)



(b)



(c)



(d)

Em 2011, os *Afluentes do Guaíba* encontravam-se sem o espelho d'água e sem o portão do gradil que lhes serviria de proteção. A Figura 27 mostra uma adolescente apoiada na estátua *Gravatahy* ao ser fotografada pela amiga. A Figura 28.(a), em 2011, mostra o flagrante da referida adolescente sentada na estátua *Sino* e, em (b) o braço esquerdo da estátua *Sino* quebrado, fato ocorrido na madrugada de 25 de outubro de 2012 (ESTÁTUAS, 2012).

Figura 27. *Afluentes do Guaíba* sem o portão do gradil e adolescente apoiada na estátua *Gravatahy* ao ser fotografada pela amiga, na Praça Dom Sebastião, Porto Alegre, em 2011.



Figura 28. (a) Adolescente sentada na estátua *Sino*, em 2011; (b) estátua *Sino* com braço esquerdo quebrado, em 25 de outubro de 2012, na Praça Dom Sebastião, Porto Alegre.



(a)

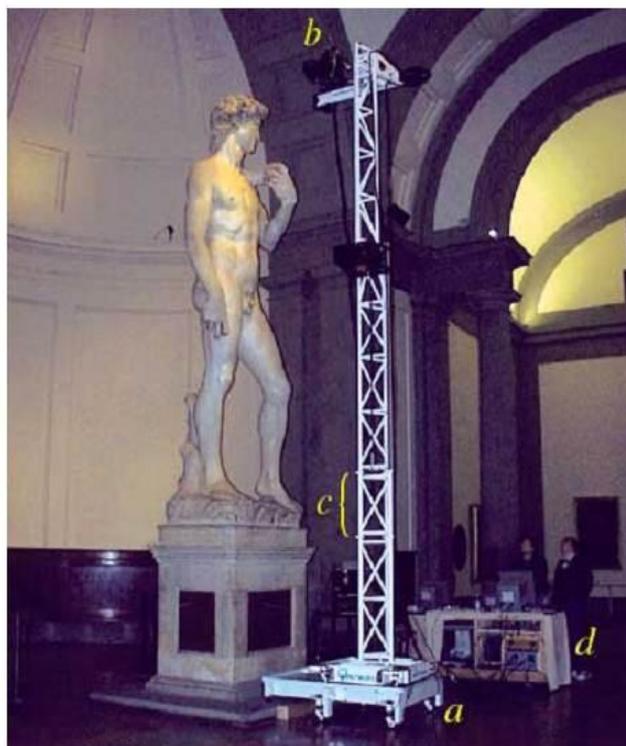


(b)

### 1.2.5 Digitalização Tridimensional

A digitalização 3D é uma ferramenta da tecnologia contemporânea que possibilita a criação de modelos virtuais 3D que permitem análises de superfície, medidas de desgaste, centro de gravidade, construção de protótipos (SILVA, 2010). Os diversos tipos de tecnologia de digitalização 3D e suas aplicações tem se expandido nas últimas décadas. São exemplos as “esculturas digitais” da *InterSculpt*, bienal de arte organizada pelo instituto francês *Ars Mathématica* desde 1993 (FLORES, 2001; INTERSCULPTUR, 2011) e as pesquisas de patrimônio histórico na cripta bizantina de Santa Catarina, na Itália (BERALDIN et al., 2012). Na museologia, são exemplos, a documentação de obras pelo *Centre for Research and Restoration of the Museums*, na França (LAHANIER et al., 2003) e *The Digital Michelangelo Project* (1998/99), realizado pelas equipes da *Stanford University* e da *University of Washington*, que digitalizaram 10 esculturas de Michelangelo, incluindo a estátua *David* (1501-1504). A tecnologia utilizada na digitalização 3D da estátua *David*, a qual mede 5,17 m de altura excluído o pedestal, foi um scanner móvel com sistema de triangulação a laser (LEVOY et al., 2000) (Figura 29).

Figura 29. Digitalização 3D da estátua *David*, *Galleria dell'Accademia*, Florença, em 1998/99: (a) plataforma; (b) scanner; (c) seção extensível da plataforma e (d) computador.



Fonte: Levoy et al. (2000, p.6).

O modelo virtual 3D criado a partir da digitalização 3D da estátua *David* foi disponibilizado para fins de estudo para estudantes, artistas e entusiastas e, também possibilitou a confecção de uma estatueta em resina com 38 cm de altura (KOLLER e LEVOY, 2005). Ao contrário da pintura, em que há um só original, uma escultura pode pressupor múltiplos, como por exemplo, no século XIX, as réplicas em mármore das ninfas *Cahy* e *Sino* e dos netunos *Gravatahy* e *Jacuhy*. Provavelmente o caso mais conhecido de reprodução de uma escultura sejam as inúmeras cópias, em diversos tamanhos e materiais, da estátua *O Pensador* (1903), bronze de Auguste Rodin (1840-1917), autorizadas pelo *Musée Rodin*, em Paris, que cuida do espólio do artista (SAÍDAS, 2000).

O presente trabalho exemplifica uma possibilidade de ação do designer em um projeto de Design e Território, onde a requalificação e a reprodução em cerâmica da estatueta *O Laçador*, através da utilização de ferramentas tecnológicas 3D e da utilização de matéria-prima de origem natural (argila) incorporada com um resíduo industrial (pó de aciaria), poderia valorizar um produto local e, desta maneira, contribuir com o desenvolvimento social e econômico da comunidade, bem como com a preservação ambiental. Consciente de que todo produto usa matérias-primas, por vezes finitas, e que os processos produtivos resultam em resíduos que necessitam descarte adequado, o designer deve também pensar no impacto ambiental gerado na confecção de novos produtos.

### **1.3 Resíduos Sólidos**

A geração de resíduos é inerente à atividade humana e é exacerbada pelo contínuo processo de industrialização nos países desenvolvidos e, mais recentemente, nos países que compõem o BRICS (Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul). Embora as indústrias sejam indispensáveis ao progresso das nações, são diretamente responsáveis pela poluição do meio ambiente quando não gerenciam seus resíduos. Foi internacionalmente noticiado e criticado o desligamento dos Estados Unidos, principal emissor dos gases de efeito estufa, do Protocolo de Kyoto, em 2001, sob alegação de prejuízo econômico. Assim, um dos maiores desafios da sociedade contemporânea é atender às crescentes necessidades de consumo da população mundial que no final de 2011 atingiu sete bilhões de habitantes com uma entre sete pessoas sobrevivendo com fome (WORLD, 2012) e, simultaneamente, minimizar a degradação ambiental.

Nos últimos anos, empresas privadas europeias e norte-americanas têm investido em pesquisa e tecnologia na área de reciclagem (MENEZES; NEVES; FERREIRA, 2002) que inclui reutilização de resíduos como matéria-prima e fonte energética, inertização de elementos tóxicos bem como desenvolvimento de novos produtos com valor agregado. No Brasil, mais de 70% do resíduo industrial é descartado em lixões domésticos, sejam municipais ou clandestinos (FURTADO, 2005), apesar da Lei nº 6.938/1981 que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente na qual ficou definido como poluidor a pessoa física ou jurídica responsável pela degradação ambiental e a quem cabe indenizar ou reparar os danos causados ao meio ambiente e a terceiros. Para uma adequada política ambiental seria necessário informações sistematizadas e confiáveis sobre a geração e destinação de resíduos industriais, contudo estes dados ainda são deficientes no Brasil (ABETRE, 2006) contrariando a Resolução CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) nº313/2002 sobre a obrigatoriedade deste inventário.

No cenário mundial, a Organização das Nações Unidas (ONU) organizou a primeira conferência sobre proteção ambiental em 1972, em Estocolmo, seguindo-se novo encontro em Nairóbi, em 1982. Dez anos depois, no Rio de Janeiro, com a participação de 179 países, ocorreu a Eco 92 ou Rio 92, encontro no qual consolidou-se o conceito de sustentabilidade, onde aliam-se o desenvolvimento socioeconômico com a preservação ambiental em oposição ao modelo econômico da modernidade que acredita na produção de bens acima das questões sociais e considera a natureza uma fonte inesgotável de recursos (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2012). Em 2002, seguiu-se em Johanesburgo novo encontro conhecido como Rio+10. Em 2012, ocorre novamente no Rio de Janeiro, a Rio+20, com a participação de 191 países signatários de um documento com 25 temas em 53 páginas que frustrou ONGs e ambientalistas pela não discussão de assuntos como, por exemplo, o direito de escolha reprodutivo da mulher, a limitação da produção de energia nuclear ou a regulação do uso das águas oceânicas, bem como quanto à indefinição de valores e metas para os países mais ricos financiarem o desenvolvimento sustentável dos países mais pobres. A Rio+20 ocorre em momento de lenta recuperação norte-americana da crise econômica de 2008 e da atual recessão europeia, dificultando-se assim os avanços nas negociações de cooperação internacional (AMBIENTALISTAS, 2012; ONGs, 2012; DOCUMENTO, 2012; LONGA, 2012).

No Brasil, em 1998, entrou em vigor a Lei nº 9.605, conhecida como Lei dos Crimes Ambientais que dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. Sancionada em 2010, a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS (Lei nº 12.305), a ser regulamentada e implementada até 2014, define a responsabilidade compartilhada entre fabricantes, comerciantes, consumidores e governo relativamente à reciclagem ou à destinação final dos resíduos sólidos. Tem como principais objetivos a logística reversa, na qual o consumidor devolve os resíduos do produto para o estabelecimento comercial que os repassa para o fabricante; a não geração, redução, reutilização e tratamento de resíduos sólidos; diminuição do uso dos recursos naturais no processo de produção; a ênfase na educação ambiental, a coleta seletiva do lixo urbano, a reciclagem, a criação de empregos e, sobretudo, a inclusão social.

Ao encontro desta legislação, em junho de 2012, a prefeitura do Rio de Janeiro desativou o seu maior lixão, o Aterro Metropolitano de Gramacho, situado sobre um mangue às margens da Baía da Guanabara e onde foi depositado o lixo urbano de cinco municípios por mais de três décadas. A verba de R\$ 23 milhões foi dividida entre os 1603 catadores que atuavam no local, conforme lista entregue pela Associação de Catadores de Gramacho. Por outro lado, até setembro de 2012, somente 10% das prefeituras do Brasil estavam com seus estudos prontos ou em fase de finalização para o fechamento dos seus lixões e implantação da logística reversa até 2014 (MAIOR, 2012; LIXÃO, 2012a; LIXÃO, 2012b; RESÍDUOS, 2012).

As vantagens econômicas e ambientais da reciclagem de resíduos estão interligadas, pois as reduções de extração ou de aquisição de matérias-primas refletem-se na redução de custos, do consumo energético e das emissões gasosas bem como reduzem o montante de resíduos e os custos com a disposição final destes resíduos que necessitam acondicionamento e transporte ao aterro industrial.

A seguir investiga-se o processo de sinterização cerâmica que mostra-se capaz de incorporar e inertizar diversos materiais incluindo elementos tóxicos.

### 1.3.1 Sinterização Cerâmica

Frequentemente a cerâmica está associada a produtos como tijolos, telhas e placas de revestimento, ou ainda à cerâmica utilitária como louça de mesa, louça sanitária, adornos e estatuetas, entre outros. Estes produtos fazem parte da cerâmica tradicional e são fabricados a partir de matérias-primas naturais, como

argila, calcita, dolomita, feldspato, filito, quartzo, talco, etc., os quais tem formulação química imprecisa e por vezes encontram-se contaminados com matéria orgânica e outras impurezas. Existe ainda a cerâmica avançada na qual as matérias-primas são sintetizadas com rígida formulação química, como a alumina e o carbetto de silício entre outros óxidos metálicos.

Segundo a Associação Brasileira de Cerâmica (2011) a “cerâmica compreende todos os materiais inorgânicos, não metálicos, obtidos geralmente após tratamento térmico em temperaturas elevadas” e pode ser classificada em:

- Cerâmica Tradicional: cerâmica vermelha (tijolos, blocos, telhas, elementos vazados, lajes, tubos e argilas expandidas); materiais de revestimento ou placas cerâmicas (azulejos, pastilhas, porcelanato, grês, lajota, pisos em geral, etc.); cerâmica branca (louça sanitária, louça de mesa, isoladores elétricos); cerâmica artística (decorativa ou utilitária); cerâmica técnica para fins diversos (químico, elétrico, térmico e mecânico); materiais refratários; isolantes térmicos; fritas e corantes; abrasivos; vidro, cimento e cal.
- Cerâmica Avançada: cerâmica de alta tecnologia tais como biocerâmicas; vitrocerâmicas; fibras ópticas; monocristais; cerâmica eletrônica, nuclear e aeroespacial.

O termo argila, principal matéria-prima da cerâmica tradicional, refere-se aos argilominerais na forma de silicatos hidratados de alumínio, com estrutura cristalina estratificada, denominados filossilicatos. É característica da argila, ou dos argilominerais, adquirir plasticidade ao serem misturados com água que “funciona como lubrificante entre as camadas que são mantidas unidas por forças eletrostáticas” (PADILHA, 2007, p.217), ou ainda, ao absorver certa quantidade de água, a argila adquire plasticidade suficiente para ser modelada, característica que é temporariamente perdida com a secagem e permanentemente perdida com o processo de queima (ARAÚJO, 2007).

As principais etapas de processamento na cerâmica tradicional são:

- Preparação da matéria-prima: as matérias-primas plásticas (argilas) e não plásticas (quartzo e feldspatos) são trituradas, moídas, peneiradas e misturadas para comporem o pó atomizado (com umidade entre 2% e 3% em

peso), a massa plástica (com umidade próxima a 25% em peso) ou a barbotina (massa líquida com umidade próxima a 40% em peso ou mais) (COSTA, 2009).

- Conformação ou modelagem: esta etapa depende do tipo de peça a ser conformada. Placas de revestimento são conformadas pela técnica de prensagem do pó atomizado; tijolos são conformados pela técnica de extrusão de massa plástica, enquanto louça de mesa, louça sanitária, estatuetas e adornos são conformados por colagem de barbotina em moldes porosos de gesso ou de resina.
- Queima ou sinterização: após a secagem, as peças “a verde” (cruas) são submetidas ao cozimento em temperaturas que variam de aproximadamente 800°C a 1700°C. Segundo Reed (1985), sinterização é o termo usado para descrever a consolidação do produto durante a queima.

Em geral, o processo de sinterização causa a redução na área superficial das partículas devido a sua coalescência (união) com concomitante redução da porosidade, resultando na retração linear e densificação do material, bem como aumento da resistência mecânica (GERMAN, 1985; CALLISTER, 2006).

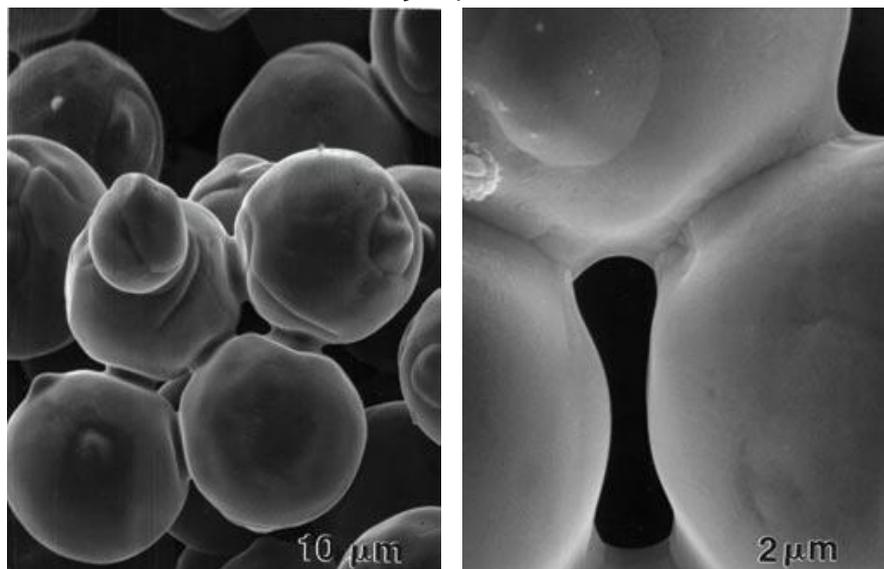
O fenômeno da sinterização ocorre quando 1/2 da temperatura de fusão, segundo German (1985), ou quando 1/2 a 2/3 da temperatura de fusão, segundo Reed (1995), é atingida, causando difusão atômica (na sinterização por fase sólida) ou fluxo viscoso (na sinterização por fase líquida também denominada vitrificação).

Assim, existem basicamente dois tipos de sinterização: por fase sólida e por fase líquida. Na sinterização por fase sólida, mais comum no processamento de materiais por metalurgia do pó e na cerâmica avançada, nos quais a temperatura pode chegar a 1700°C, ocorre a formação de pescoços entre partículas adjacentes através do mecanismo de transporte de massa por difusão atômica. Além disso, um contorno de grão se forma dentro de cada pescoço e cada interstício entre partículas se torna um poro. À medida que o processo de sinterização avança, os poros se tornam menores e adquirem formas mais esféricas (CALLISTER, 2006).

A sinterização por fase sólida pode ser dividida em três estágios (TOMANDL e RODEL, 1985 apud LENGELER, 2006):

- Estágio Inicial: ocorre a formação de pescoço nos pontos de contato das partículas (Figura 30). Pode haver algum rearranjo na distribuição das partículas. A densificação chega à ordem de 50% a 60%.
- Estágio Intermediário: os poros e as partículas são compactados formando uma malha de interseção com os limites de grãos. A superfície do pescoço pode ser englobada por outro pescoço em crescimento. A densificação chega à ordem de 92% a 95%.
- Estágio Final: os poros adquirem forma esférica e contêm gases. Pode ocorrer o crescimento dos grãos.

Figura 30. Micrografias obtidas em MEV: formação de pescoço entre partículas de níquel, com sinterização por fase sólida.



Fonte: German (2002).

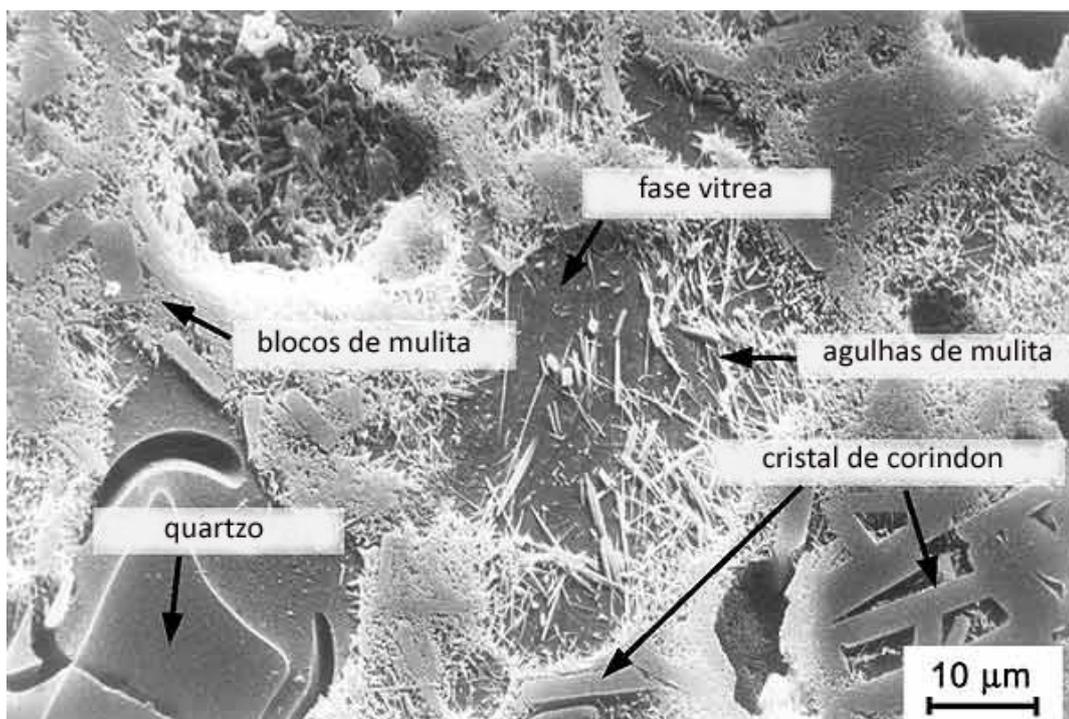
Na sinterização por fase líquida, também denominada vitrificação, é comum na cerâmica tradicional em geral e, sobretudo, na fabricação de porcelanas. Quando a mistura composta de dois ou mais componentes atinge determinada temperatura, ocorre a formação de uma fase líquida através da fusão de um dos constituintes (com ponto de fusão mais baixo em relação aos demais) ou através de uma reação eutética entre os componentes da mistura (SILVA e ALVES JÚNIOR, 1998). O silício e o alumínio, constituintes da argila, são materiais refratários, ou seja, são resistentes a altas temperaturas, enquanto os materiais fundentes ao serem

agregados à argila promovem a diminuição do ponto de fusão da mistura, tais como os óxidos de potássio, sódio, chumbo, boro, manganês, ferro e zinco entre outros (BRUGUERA, 1984; FOURNIER, 2000; MULLINGER e JENKINS, 2008). A formação de uma fase líquida (fase vítrea) facilita a sinterização ao promover a difusão atômica das partículas embebidas no líquido para as regiões do pescoço. A fase líquida também facilita a sinterização ao deslocar as partículas de modo a alcançarem um melhor empacotamento (acomodação). Finalmente, o fluxo viscoso ao resfriar-se e solidificar-se, torna-se uma matriz vítrea que une as partículas (CALLISTER, 2006).

O sistema clássico de sinterização por fase líquida ocorre em 3 etapas (GERMAN, 1985; TOMANDL e RODEL, 1985 apud LENGLER, 2006):

- Rearranjo de partículas: quando a temperatura ultrapassa o ponto de fusão de algumas partículas, ocorre a formação de uma fase líquida que se espalha (fluxo viscoso), molhando as partículas sólidas que deslizam e juntam-se devido à pressão capilar exercida pelo líquido. Ocorre uma rápida densificação que é dependente da quantidade de líquido formado (estima-se que seja necessária a formação de 35% de líquido para obtenção de densificação total com porosidade igual a zero); do tamanho das partículas (partículas mais finas resultarão em melhor rearranjo) e da solubilidade do sólido no líquido (as partículas podem ser atraídas ou repelidas pelo líquido).
- Solução-reprecipitação: ocorre difusão atômica facilitada pelo fluxo viscoso e formação de pescoços, crescimento de grãos e acomodação de partículas. Quando a fase líquida reage com as partículas sólidas, as partículas menores são dissolvidas e reprecipitadas em partículas maiores. Se a fase líquida não dissolver quantidades substanciais de partículas sólidas, o rearranjo cessa quando as partículas formarem um “esqueleto”, uma malha consistente.
- Estado Sólido: ocorre o crescimento de pescoços e coalescência (união das partículas sólidas), crescimento de grãos formando uma estrutura rígida de partículas, eliminação dos poros ou surgimento de poros fechados junto aos contornos de grão. A microestrutura sinterizada consiste de grãos sólidos em contato com a matriz vítrea (fase líquida solidificada) que une os demais constituintes conforme mostra a Figura 31.

Figura 31. Micrografia obtida em MEV: fase vítrea unindo os principais componentes da microestrutura de uma porcelana sinterizada.



Fonte: adaptado de Breviary (2012).

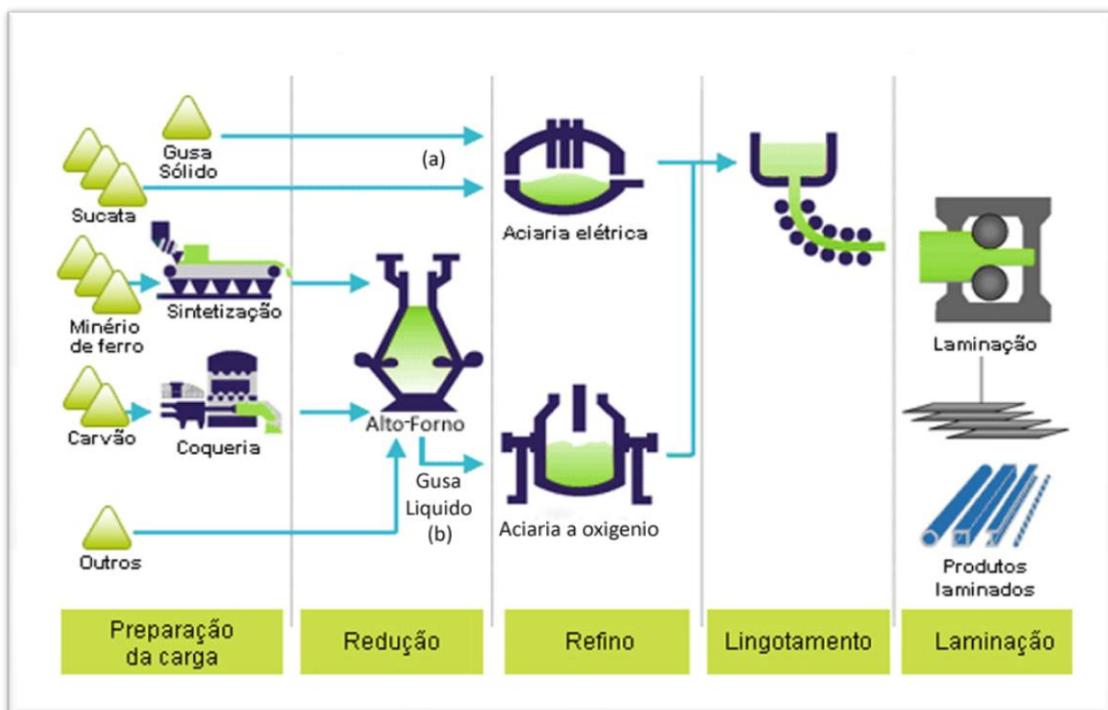
Portanto, as cerâmicas tradicionais são materiais predominantemente constituídos por fases cristalinas embebidas em uma fase vítrea (COSTA, 2009). Outra característica da microestrutura das cerâmicas tradicionais é a larga distribuição do tamanho das partículas, apresentando assim microestruturas bastante heterogêneas (PADILHA, 2007) com “um vasto espectro de composições, motivo pelo qual permitem a presença de materiais residuais de vários tipos, mesmo em porcentagens significantes” (MENEZES et al., 2002, p.304). Desta característica microestrutural, decorre a possibilidade de incorporar e inertizar elementos tóxicos em massas cerâmicas tradicionais, ricas em sílica e/ou fundentes, capazes de promover o fenômeno de vitrificação e resultar em estabilidade química do novo material frente às condições ambientais. Deste modo, a sinterização cerâmica tem-se consolidado como uma alternativa para disposição de resíduos perigosos, podendo inclusive conter quantidades substanciais de metais pesados, orgânicos poluentes ou mesmo elementos radioativos (BASEGIO, 2006).

A seguir investiga-se a natureza do resíduo pó de aciaria a ser incorporado na barbotina para confecção da estatueta *O Laçador*.

### 1.3.2 Resíduo Pó de Aciaria

Partindo-se de pesquisas prévias, investigou-se a utilização do pó de aciaria, resíduo sólido da produção de aço, como possível matéria-prima para confecção da estatueta *O Laçador*. O aço é, basicamente, uma liga metálica do tipo ferro-carbono com teor de carbono entre 0,008 e 2,14% (CALLISTER, 2006) e sua fabricação pode ser dividida em cinco etapas: preparação da carga, redução, refino, lingotamento e laminação (REMY, GAY, GONTHIER, 2002; ZANONI, 2004; METALLURGY, 2011), conforme ilustra a Figura 32 descrita a seguir:

Figura 32. Fluxo simplificado das cinco etapas da produção de aço: preparação da carga, redução, refino, lingotamento e laminação e, (a) sucata e gusa sólida como matérias-primas da aciaria elétrica e (b) gusa líquido como matéria-prima da aciaria a oxigênio.

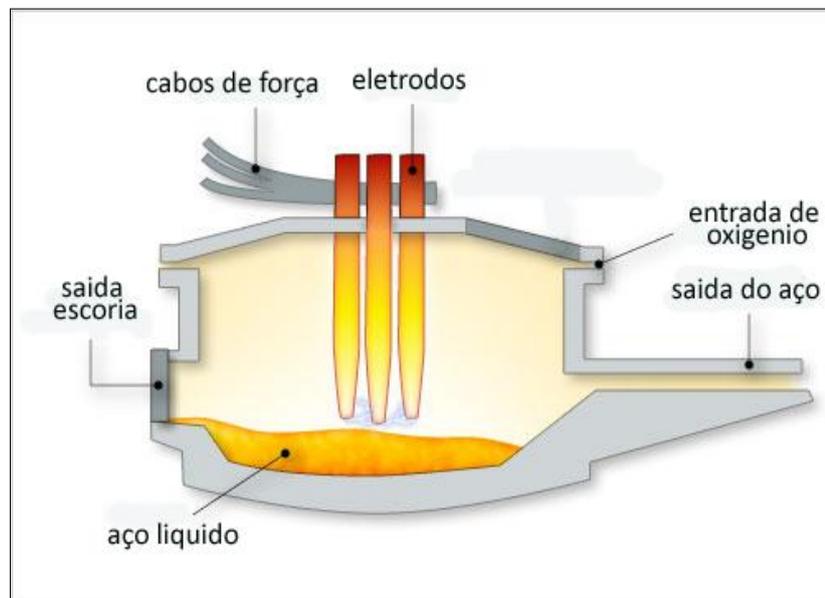


Fonte: adaptado de Instituto Aço Brasil (2012).

- Preparação da carga: o minério de ferro em estado de óxido é britado e aglomerado na planta de sinterização formando o sinter, enquanto na coqueria, o carvão mineral é destilado em coque.
- Redução: ocorre no Alto-Forno onde o ferro-gusa é obtido através da redução do oxigênio contido no minério de ferro pela combinação com o carbono contido no coque.

- Refino: ocorre na aciaria onde o ferro-gusa é transformado em aço, mediante a retirada de parte do carbono, do silício, do manganês, do fósforo e outras impurezas. Existem vários processos para produção de aço sendo a aciaria elétrica e a aciaria a oxigênio os mais utilizados:
  - Na aciaria elétrica, o Forno Elétrico a Arco (Figura 33) recebe a carga fria, assim denominada porque é composta de sucata e ferro-gusa sólido (Figura 32.a), e opera pela formação de um arco elétrico entre três eletrodos de grafite e a carga fria que é então fundida em aço líquido.

Figura 33. Esquema ilustrativo de um Forno Elétrico a Arco.



Fonte: adaptado de Te Ara (2012).

- Na aciaria a oxigênio, o Forno Básico a Oxigênio recebe o ferro-gusa ainda líquido (Figura 32.b) e, através da injeção de oxigênio promove reações exotérmicas (oxidação do carbono e outros elementos) que dispensam fontes externas de calor. A aciaria a oxigênio que também é chamada aciaria LD ou ainda conversor LD. A sigla LD refere-se às cidades austríacas de Linz e Donawitz onde este tipo de forno foi empregado pela primeira vez na década de 1950 (KHRUSHCHEV, 2007).

- Lingotamento: o aço refinado e líquido é resfriado e solidifica-se em moldes (lingotes) para então ser cortado em tarugos.
- Laminação: os tarugos são deformados e transformados em produtos siderúrgicos utilizados pela indústria como chapas grossas e finas, bobinas, vergalhões, arames, perfilados, tubos, barras etc.

Conforme o processo de produção do aço, as usinas siderúrgicas podem ser classificadas como integradas quando operam as etapas de redução, refino, lingotamento e laminação ou semi-integradas quando operam somente nas etapas de refino, lingotamento e laminação (INSTITUTO AÇO BRASIL, 2012). A aciaria a oxigênio que utiliza ferro-gusa líquido geralmente está presente nas usinas siderúrgicas integradas, enquanto a aciaria elétrica que utiliza o ferro-gusa sólido em pequenas usinas geralmente está presente nas usinas semi-integradas.

A aciaria elétrica, ou mais especificamente, o resíduo pó de aciaria (*EAF dust*, em inglês) retido nos filtros do sistema de exaustão do Forno Elétrico a Arco é objeto de estudo deste trabalho. Cabe esclarecer que o resíduo retido no sistema de lavagem dos gases na aciaria a oxigênio denomina-se lama de aciaria (*steel sludge*, em inglês) e que ambas as aciarias produzem um resíduo sobrenadante ao aço líquido denominado escória, agregado de diversos elementos que não interessam à produção do aço.

Na aciaria elétrica, a principal matéria-prima é a sucata ferrosa proveniente do rejeito industrial e da obsolescência de bens como automóveis, eletrodomésticos, máquinas, equipamentos, etc. O processo de seleção da sucata visa composição química compatível com o tipo de aço a ser produzido; limpeza e exclusão de materiais não ferrosos como borracha, areia, madeira; densidade entre 0,4 e 2,2 t/m<sup>3</sup>; baixo teor de contaminantes como cobre, níquel, enxofre, fósforo; fusibilidade; semelhança entre as cargas e baixo custo. O segundo item da carga fria é o ferro-gusa sólido, como recurso para aporte do elemento ferro e em teores de até 30%. A cal (CaO), terceiro item da carga fria, é utilizada na proporção de cerca de 40 kg por tonelada de sucata ferrosa, sendo necessária para promover reações metalúrgicas de remoção de impurezas como fósforo e enxofre bem como reduzir o ataque químico da escória ao revestimento do refratário do forno (ZANONI, 2004).

As etapas do processamento do aço na aciaria elétrica podem ser divididas, segundo Zanoni (2004) e Votorantim Siderurgia (2012), em:

- **Preparação da Carga:** a sucata prensada e cortada é estratificada junto com o ferro-gusa e a cal no cesto que levará a carga fria para dentro do Forno Elétrico a Arco. A sucata mais leve é colocada como camada superior para facilitar a penetração dos eletrodos na carga no início da fusão.
- **Carregamento do Forno Elétrico a Arco:** esta etapa dá início à corrida do processo. A abóbada do forno é aberta, o cesto com a carga fria é colocado dentro do forno e aberto para permitir a saída da carga. O cesto é retirado, a abóbada é fechada e os eletrodos descem até a carga fria.
- **Perfuração e Fusão da Carga:** com os três eletrodos tocando a carga fria, o disjuntor do Forno Elétrico a Arco é acionado, energizando o transformador que desencadeia a ignição dos arcos entre os eletrodos e a fusão da carga fria. Para auxiliar a queda da sucata lateral são utilizadas lanças de oxigênio pela porta da escória ou por bicos injetores nas paredes laterais do forno. Também são utilizados queimadores de gás ou óleo para ajudar na derrubada e fusão da carga. No final tem-se aço líquido e escória oxidante sobrenadante com impurezas como manganês, fósforo e enxofre.
- **Refino Oxidante:** a descarburização do aço líquido acontece pela injeção de oxigênio e/ou pela reação com o FeO formado por oxidação. Nesta etapa ocorre também a desfosforação e a desgaseificação, basicamente de CO e CO<sub>2</sub>.
- **Retirada da Escória Oxidante:** durante o processo de fusão, o forno bascula permitindo a remoção de escória sobrenadante, impedindo assim que os óxidos formados retornem ao aço líquido.
- **Refino Redutor ou Refino Secundário:** pode ocorrer no Forno Elétrico a Arco ou no Forno Panela (Forno Elétrico a Arco de menor potência) onde ocorre a desoxidação, a dessulfuração, a adição de ligas metálicas para o ajuste da composição química conforme teor especificado pelo tipo de aço, bem como o ajuste da temperatura para o lingotamento.
- **Vazamento:** esta etapa finaliza a corrida do processo. O aço refinado e líquido é vazado em moldes de resfriamento (lingotes) para solidificar-se e ser cortado na forma de tarugos que são transportados para a laminação.

Pó de aciaria ou pó de exaustão é um resíduo sólido da indústria siderúrgica retido nos filtros do sistema de exaustão do Forno Elétrico a Arco durante a etapa de refino na aciaria elétrica. Para que ocorra a fusão da sucata com o ferro-gusa são necessárias temperaturas acima de 1600°C que causam também a volatilização de vários metais como ferro, zinco, chumbo, cádmio, cromo, manganês, entre outros. Quando a temperatura diminuiu na abóbada do forno e nos ductos de veiculação, o material volatilizado oxida e condensa, sendo mecanicamente transportado para os filtros do sistema de exaustão (NYIRENDA, 1991; VIGANO et al., 2004; MACHADO et al., 2006; LENZ e MARTINS, 2007).

Resíduos sólidos são definidos como:

Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviável em face à melhor tecnologia disponível (ABNT NBR 10004:2004, p.1).

A ABNT NBR 10004:2004 classifica os resíduos sólidos em:

- Resíduos de Classe I – Perigosos: apresentam periculosidade (risco à saúde pública e ao meio ambiente) ou apresentam ao menos uma das seguintes características: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade.
- Resíduos de Classe II – Não Perigosos: não apresentam periculosidade à saúde pública ou ao meio ambiente.
- Resíduos de Classe II A – Não Inertes: são aqueles resíduos que não se enquadram nas classificações de Classe I ou Classe II B, mas podem apresentar propriedades tais como combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água.
- Resíduos de Classe II B – Inertes: quando submetidos ao ensaio de solubilização, conforme ABNT NBR 10006:2004, não apresentam nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos valores constantes no anexo G da ABNT NBR 10004:2004.

O resíduo pó de aciaria é classificado como Classe I – Perigoso, conforme anexo B – Resíduos Perigosos de Fontes Específicas, da ABNT NBR 10004:2004. Lê-se, neste anexo (p. 26), sob o código de identificação K061, a descrição que enquadra o pó de aciaria: “lodos e poeiras provenientes do sistema de controle de emissões de gases empregado na produção de aço primário em fornos elétricos”.

Considerando-se a característica de toxicidade, um resíduo é assim considerado quando, baseado em ensaio de lixiviação conforme ABNT NBR 10005:2004, o extrato de sua amostra contiver qualquer um dos contaminantes em concentração superior aos valores especificados no anexo F da ABNT 10004:2004. A classificação do resíduo pó de aciaria como Classe I – Perigoso justifica-se porque este resíduo pode apresentar elementos como cádmio, chumbo e cromo em concentrações superiores aos limites permitidos pelo referido anexo.

Segundo esta classificação, o pó de aciaria deve ser obrigatoriamente depositado em Aterro Industrial (Aterro Classe I), construído e operado conforme especificações da ABNT NBR 10157:1987, o que resulta em um aumento de seis vezes nos custos de disposição final (HAGNI;HAGNI; DEMARS, 1991).

Em 2010, o Brasil produziu 32.928 milhões de toneladas de aço bruto dos quais 7.812 milhões de toneladas foram produzidas em aciaria elétrica, enquanto a produção mundial foi de 1.417.264 bilhão de toneladas de aço bruto, sendo 410.726 milhões de toneladas produzidas em aciaria elétrica (WORLD STEEL ASSOCIATION, 2012).

Youcai e Stanford (2000) referem que a produção de uma tonelada de aço no Forno Elétrico a Arco gera cerca de 10 a 15 kg do resíduo pó de aciaria, Machado et al. (2006) referem cerca de 12 a 14 kg deste resíduo por tonelada de aço, enquanto Palencia et al. (1999) encontraram a média de 17,5 kg. Outros estudos referem cerca de 15 a 20 kg de pó de aciaria por tonelada de aço produzida (HAGNI, HAGNI, DEMARS, 1991; LECLERC et al., 2002; SOFILIC et al., 2004; JANKE; SAVOV; VOGEL, 2006; LAFOREST e DUCHESNES, 2006; SOUZA et al., 2010; MACHADO et al., 2011) e Gwézennec et al. (2005) referem de 15 a 25 kg deste resíduo por tonelada de aço produzida. Assim, considerando-se a média de 15 a 20 kg de pó de aciaria por tonelada de aço bruto produzido, a siderurgia brasileira gerou cerca de 117.180 a 156.240 toneladas de pó de aciaria em 2010.

A reutilização direta do pó de aciaria no processo siderúrgico ainda não é rotineira pois necessitaria a formação de material granulado, em equipamento

específico, a fim de viabilizar a manipulação do resíduo pulverulento, bem como tecnologia para exclusão e/ou tratamento das impurezas indesejáveis na aciaria (NYIRENDA, 1991; BERNARDES e BERNARDES, 2012).

Pesquisas de reaproveitamento do resíduo pó de aciaria têm sido realizadas e podem ser divididas em dois grupos: processo de recuperação dos metais e processo de estabilização dos elementos tóxicos. A recuperação de metais, mais comumente do zinco, elemento com valor econômico significativo usado no processo de galvanização do aço-carbono (MACHADO, 2006), ocorre através dos processos de pirometalurgia e hidrometalurgia (HAGNI et al., 1991). O processo de estabilização dos elementos tóxicos decorre da capacidade dos materiais cerâmicos de incorporação de outros materiais na matriz cerâmica, vítrea ou cimenteira, permitindo assim o reaproveitamento de diversos resíduos.

Os resíduos da aciaria ainda apresentam a vantagem de serem materiais fundentes (MENEZES et al., 2002, p. 305), ou seja, têm como principal característica “produzir diminuição na temperatura de maturação do corpo cerâmico, possibilitando redução do consumo energético”, devido à presença do ferro e zinco (BRUGUERA, 1984; FOURNIER, 2000; MULLINGER e JENKINS, 2008).

Na revisão de pesquisas prévias, encontrou-se que Basegio et. al. (2012) incorporaram percentuais de 0%, 2% e 5% em peso de pó de aciaria em massa de cerâmica vermelha. Os corpos de prova foram conformados em prensa uniaxial com 20 MPa e a temperatura de queima foi 900°C, 950°C e 1000°C. Os resultados indicaram que o pó de aciaria contribui para o aumento da sinterabilidade do material. Os ensaios de lixiviação e solubilização indicaram inertização dos elementos tóxicos e os ensaios de avaliação dos efluentes gasosos não indicaram a presença de elementos tóxicos em quantidade potencialmente perigosa.

Montedo et al. (2003) incorporaram percentuais de 0%, 2%, 3%, 5% e 10% em peso de pó de aciaria em massa de cerâmica vermelha. Os corpos de prova foram extrusados a vácuo e a temperatura de queima foi 970°C. Os resultados obtidos também indicaram que o pó de aciaria contribui para o aumento da sinterabilidade do material. A incorporação de até 3% em peso do resíduo agregou ganhos nas características finais do produto, mas com 5% em peso do resíduo ocorreu o aparecimento de manchas superficiais no material sinterizado. A quantidade de 10% em peso do resíduo pode ser incorporada quando o produto for esmaltado, cobrindo assim as eflorescências (manchas na superfície da cerâmica).

Oliveira e Holanda (2004a) incorporaram resíduo sólido do setor siderúrgico, provavelmente pó de aciaria conforme composição química apresentada, nos percentuais de 0%, 0,5%, 1%, 1,5%, 2%, 2,5% e 3% em peso do resíduo em argila caulínica utilizada em cerâmica vermelha. Os corpos de prova foram extrusados a vácuo e as temperaturas de queima foram 850°C, 900°C, 950°C, 1000°C e 1050°C. Os resultados obtidos não alteraram a coloração de queima da cerâmica e foram compatíveis com produtos de cerâmica vermelha como tijolos, blocos cerâmicos, lajotas e telhas. Nos ensaios de lixiviação e solubilização, Oliveira e Holanda (2004b) não encontraram nenhum risco ao meio ambiente.

Pelino et al. (2002) incorporaram até 50% em peso do resíduo pó de aciaria em matriz vítrea formada por sucata de vidro além de areia utilizada como fonte de óxido de silício. A vitrificação foi testada em cadinhos de alumina em temperaturas de 1450°C e 1500°C. Os autores concluíram que a estabilização através da vitrificação foi possível quando o teor de óxido de silício ficou acima de 33%.

Observa-se, na bibliografia consultada, que o resíduo pó de aciaria foi testado incorporado à cerâmica vermelha em baixa temperatura (a cerca de 1000°C) ou em vidro em alta temperatura (entre 1450°C e 1500°C), mas não foi testado quando incorporado à argila refratária na temperatura de 1220°C, condição que poderia resultar em produtos cerâmicos classificados como grês e porcelanato (Tabela 2).

Tabela 2. Comparação de trabalhos prévios com o presente trabalho em relação à quantidade de pó de aciaria incorporado em matéria-prima cerâmica.

<b>Pesquisas Prévias e Presente Trabalho</b>	<b>Pó de Aciaria (% em peso)</b>	<b>Temperatura de Queima (°C)</b>	<b>Tipo de Material Cerâmico</b>
Basegio et al. (2012)	até 5	900-1000	Cerâmica Vermelha
Montedo et al. (2003)	até 10	970	Cerâmica Vermelha
Oliveira e Holanda (2004)	até 3	850-1050	Cerâmica Vermelha
Pelino et al. (2002)	até 50	1450-1500	Vidro
Presente Trabalho	até 50	1220	Cerâmica Refratária

Produtos em cerâmica refratária do tipo grês e porcelanato podem apresentar suficiente resistência mecânica para confecção da estatueta *O Laçador* em temperaturas inferiores as exigidas pela porcelana, tipo de massa cerâmica bastante utilizada na fabricação de pequenas estatuetas ou bibelôs.

O capítulo seguinte descreve a metodologia utilizada no presente trabalho.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Digitalização Tridimensional com Scanner 3D a Laser Móvel

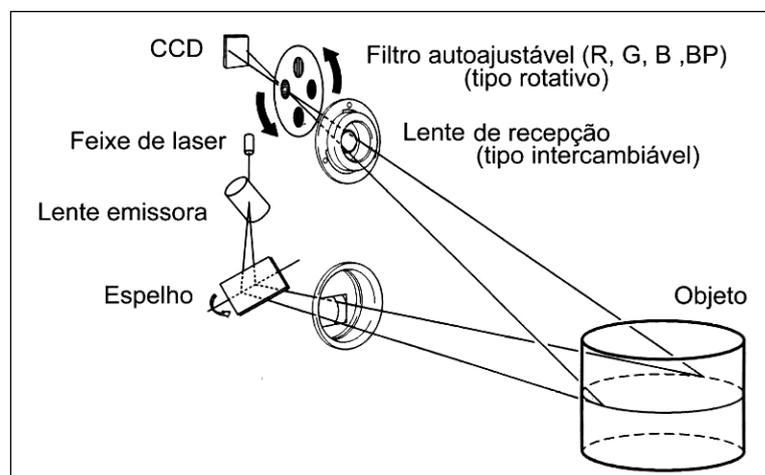
Os sistemas de digitalização 3D geram diversas nuvens de pontos que mapeiam a superfície do objeto. A seguir este mapeamento necessita ser modelado e transformado em um arquivo 3D virtual através de software específico podendo então ser utilizado na construção de protótipos e/ou aperfeiçoamento de produtos, controle de qualidade, armazenamento virtual de dados e documentos, estudo sobre superfícies, projetos de conservação e restauro, entre outras aplicações.

Na digitalização 3D das estátuas *Cahy* e *O Laçador*, a equipe do LdSM/UFRGS utilizou o Scanner 3D a Laser Móvel, marca Konica Minolta, modelo 3D Vivid 9i, que funciona a laser, portanto sem contato com o objeto e, pesando aproximadamente 15 kg, pode ser considerado móvel. A seguir o modelo virtual 3D das estátuas foi modelado pela equipe no software Geomagic Studio.

No processo de digitalização, o scanner deve ser posicionado sobre tripé próprio; necessita um notebook com duas entradas USB, além de uma fonte de energia elétrica. O equipamento tem potência elétrica de 60 W e emite laser de cor vermelha com comprimento de onda de 690 nm e potência máxima de 30 mW. Na aplicação em campo, o excesso de luminosidade sobrepõe o laser, mas pode ser controlado com o uso de lonas (SILVA et al., 2010).

A digitalização 3D ocorre pelo princípio de medição por triangulação que utiliza um sistema de eixos X, Y, Z, conforme citam Silva et al. (2010) (Figura 34):

Figura 34. Princípio de digitalização 3D por triangulação, equipamento Vivid 9i.



Fonte: Silva (2011, p.52).

- Eixo X: um feixe pontual de laser é emitido dentro do scanner 3D a Laser Móvel e, ao atravessar uma lente cilíndrica ainda dentro do scanner, torna-se uma linha horizontal (eixo X) de laser que é projetada sobre o objeto a ser digitalizado (Figura 35).

Figura 35. Linha horizontal de laser (eixo X) projetada sobre a estátua *O Laçador*.



Fonte: Equipe do LdSM/UFRGS (2011).

- Eixo Y: o ângulo de incidência desta linha horizontal de laser é controlado por um espelho galvanizado (dentro do scanner) o qual possui um eixo de rotação capaz de varrer verticalmente (eixo Y) a superfície do objeto.
- Eixo Z: a luz refletida pelo objeto passa através de uma lente focalizadora até incidir em um sensor para captação de imagens e então, através do triângulo formado é convertida na medida de distância (eixo Z).

A escolha do tipo de lente a ser utilizada no processo de digitalização com o Scanner 3D a Laser Móvel depende da área a ser mapeada e da precisão desejada, ou seja, “quanto maior a precisão da lente utilizada, menor será a área adquirida” (SILVA et al., 2010, p.61). Assim, a resolução ou precisão é função da distância entre o objeto e o scanner e geralmente fica na faixa de 500 mm e 2500 mm. Para a digitalização das estátuas optou-se pela lente do tipo *WIDE*, no modo *EXTEND* (que alcança distâncias de até 2500 mm), conforme a Tabela 3:

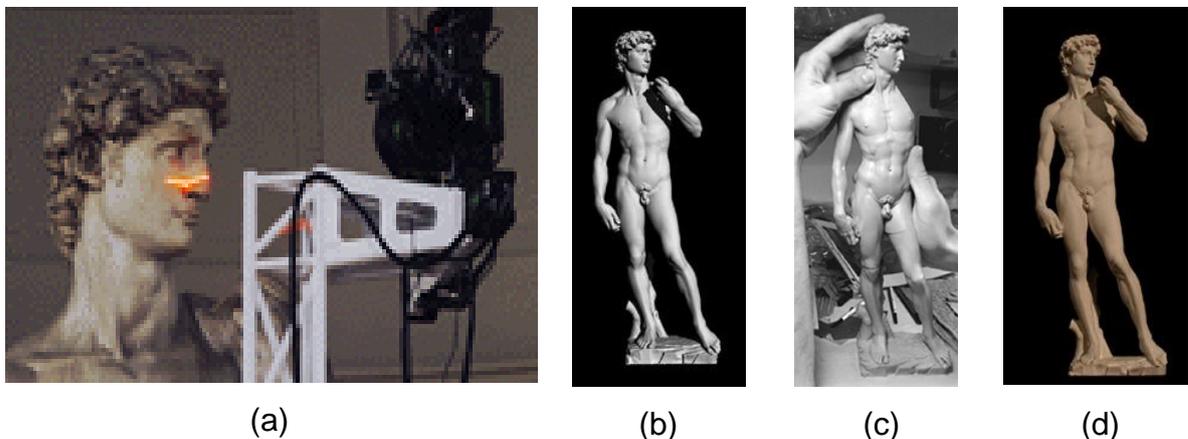
Tabela 3: Características da lente *WIDE*, modo *EXTEND*, utilizada no Scanner 3D a Laser Móvel no processo de digitalização 3D das estátuas *Cahy* e *O Laçador* (em mm).

Distância Focal	8
Limite de Captura X	até 1495
Limite de Captura Y	até 1121
Limite de Captura Z	até 1750
Exatidão (X,Y, Z)	0,4
Precisão Z	0,1

Fonte: adaptado de KONICA MINOLTA (2006, p.52).

Cada varredura a laser resulta em um conjunto de milhares de pontos denominado nuvem de pontos que mapeiam ponto a ponto a superfície do objeto. A manipulação em software específico transforma as nuvens de pontos em malha de triângulos que geram modelos virtuais 3D descritos em coordenadas (X, Y, Z) e que podem ser exportados para prototipagem do objeto em impressora 3D (SILVA et al., 2010). Por exemplo, na digitalização 3D da estátua *David*, *The Digital Michelangelo Project* realizou 400 varreduras resultando em um modelo virtual 3D com 2 bilhões de polígonos e com resolução de 0,25 mm (distância entre os pontos adquiridos) capaz de captar as marcas no mármore deixadas pelo cinzel de Michel Ângelo. A seguir este modelo virtual 3D foi reduzido para 1,25 milhões de polígonos e exportado para impressora 3D. O protótipo físico foi confeccionado em impressora de cera com 38 cm de altura, seguindo-se a moldagem em látex e fundição das estatuetas em resina (Figura 36) (LEVOY, 2004; KOLLER e LEVOY, 2005).

Figura 36. Processo de reprodução da estátua *David*: a) varredura a laser durante digitalização 3D; b) modelo virtual 3D; c) protótipo físico; d) estatueta em resina.



Fonte: Koller e Levoy (2005, p.77).

## 2.2 Prototipagem Rápida em Impressora 3D

Prototipagem Rápida é o nome dado às tecnologias utilizadas na fabricação de protótipos físicos 3D a partir de um modelo 3D virtual produzido em software CAD (*Computer Aided Design*). O modelo 3D virtual deve ser exportado em formato compatível com o programa que controla a impressora 3D utilizada na prototipagem (RODRIGUES et. al., 2010).

O modelo virtual 3D escalado para 25 cm de altura da estatueta *O Laçador*, foi exportado em formato STL para impressora 3D, marca ZCorporation, modelo Spectrum Z510 Full Color System, do Instituto Nacional de Tecnologia, no Rio de Janeiro. Dentro da impressora há um depósito de pó (no caso foi utilizado gesso) o qual é percorrido por um braço com quatro cabeçotes que depositam um líquido aglutinante. Outro braço puxa nova camada de pó e assim sucessivas camadas horizontais constroem o protótipo que, finalmente, é recoberto com resina adquirindo então maior resistência. A impressora permite construir objetos de até 25,4 cm x 35,6 cm x 20,3 cm (ZCORPORATION, 2007, 2012), sendo a estatueta *O Laçador* prototipada na posição deitada, a fim de maximizar a velocidade de impressão.

## 2.3 Confeção da Estatueta *O Laçador*

No presente trabalho a confecção da estatueta *O Laçador*, confeccionada na técnica de colagem de barbotina, seguiu as seguintes etapas:

- Caracterização das matérias-primas: argila e pó de aciaria.
- Confeção, sinterização e caracterização dos corpos de prova de argila incorporada com 0%, 20%, 30%, 40% e 50% em peso de pó de aciaria.
- Escolha da formulação de barbotina incorporada com até 30% em peso do resíduo pó de aciaria conforme resultados dos ensaios de laboratório.
- Confeção do molde de gesso para colagem de barbotina utilizando-se como matriz o protótipo obtido a partir da prototipagem em impressora 3D.
- Colagem da barbotina: primeira fundição com porcelana Biscuit Volpetiz de modo a testar a funcionalidade do molde de gesso.
- Formulação e colagem de barbotinas incorporadas com 30%, 20%, 15%, 10% e 5% em peso do resíduo pó de aciaria.
- Secagem e sinterização da estatueta *O Laçador*.

### 2.3.1 Caracterização das Matérias-Primas: Argila e Pó de Aciaria

Para realização deste trabalho foram utilizados as seguintes matérias-primas: argila proveniente do município de Pantano Grande/RS e pó de aciaria proveniente dos filtros do sistema de exaustão do Forno Elétrico a Arco de uma siderurgia brasileira.

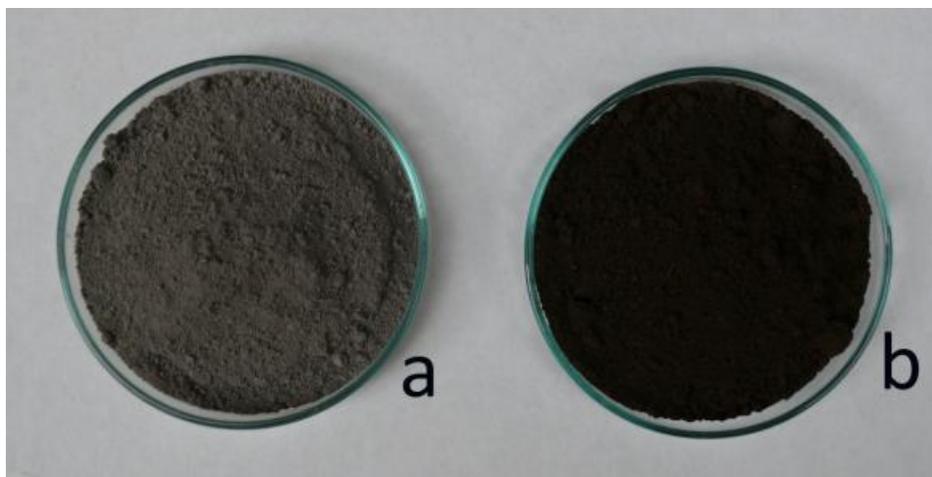
A argila apresentava-se em estado úmido com coloração preta (Figura 37) sendo então submetida ao processo de secagem em estufa a 80°C por 24 horas, homogeneizada em moinho de bolas tipo periquito por 30 minutos e peneirada em malha 80 (abertura de 180 µm), apresentando então coloração cinza (Figura 38. a).

Figura 37. Argila em estado úmido com coloração preta.



O pó de aciaria apresentava-se na forma de pó com coloração marrom escuro, sendo submetido à secagem em estufa a 80°C por 24 h e então peneirado em malha 80 (abertura de 180 µm) (Figura 38. b).

Figura 38. Matérias-primas após preparo: (a) argila; (b) pó de aciaria.



Para testar a refratariedade da argila, teste desnecessário para o resíduo pó de aciaria que já foi submetido na aciaria à temperatura de cerca de 1600°C, foram confeccionados cones pirométricos com argila pura para comparação com cones pirométricos comerciais. Cones são indicadores das condições internas do forno e são confeccionados e numerados a partir de materiais cerâmicos que deformam quando atingem determinada temperatura, em determinado tempo. Na marca Brascone, utilizada neste trabalho, cone 6 corresponde a 1222°C e cone 7, a 1240°C. Como a temperatura pretendida neste estudo é 1220°C, o ensaio foi realizado a 1240°C (cone 7) de modo a confirmar a refratariedade da argila pura.

Para a confecção do cone de argila pura, esta matéria-prima foi estampada em matriz de aço utilizando-se solução aquosa com ligante álcool polivinílico (PVA) a 10%, conforme ABNT NBR 6222:1995. O cone foi então seco em estufa a 80°C por 24 h e, junto ao cone 7, foi sinterizado a 1240°C em forno elétrico, marca SKUTT, modelo KM-1018-3", com taxa de aquecimento de 2°C/min, partindo da temperatura ambiente e perfazendo um ciclo de queima de aproximadamente 10 horas.

#### *2.3.1.1 Análise Granulométrica e Área Superficial*

A análise granulométrica das matérias-primas foi realizada pelo método de difração a laser em granulômetro, marca Cilas, modelo 1180, no LACER/UFRGS.

A difração a laser baseia-se no princípio de difração de Fraunhöffer, no qual quanto menor o tamanho da partícula, maior o ângulo de difração de um feixe luminoso que atravessa uma população de partículas. Essa técnica não mede partículas individuais, mas calcula estatisticamente a distribuição do tamanho das partículas conforme padrões de difração pré-estabelecidos (REED, 1995; PAPINI, 2003; INSTRUTÉCNICA, 2011).

A análise da área superficial foi realizada pelo método BET no equipamento, marca Quantachrome, modelo Nova 1000, no LACER/UFRGS.

O método BET baseia-se no modelo de Brunauer, Emmett e Teller, os quais propuseram, em 1938, que uma nova camada de gás adsorvido sobre um material não começa a se formar sobre uma camada de gás anterior ainda incompleta. Assim, a área superficial pode ser calculada medindo-se a formação de uma monocamada de um gás adsorvido, geralmente nitrogênio, na superfície da partícula. Ou seja, a área superficial da partícula será o número de moléculas de gás adsorvidas em uma monocamada sobre a superfície da partícula (JOUSTEN, 2008).

### 2.3.1.2 *Análise Química*

A composição química das matérias-primas foi obtida por fluorescência de raios X (FRX), em espectômetro, marca Shimadzu, modelo XRF 1800, no LACER/UFRGS.

A fluorescência de raios X utiliza sinais de raios X para excitar os elementos individuais presentes em uma amostra desconhecida. Cada elemento emite seus raios X característicos (fluorescentes) que são detectados e analisados qualitativa e quantitativamente em software específico (SHIMADZU DO BRASIL, 2007).

A perda ao fogo (PF), que representa a perda da umidade e da matéria orgânica, foi determinada por calcinação a 1000°C até massa constante, no LACER/UFRGS.

### 2.3.1.3 *Análise Minerológica*

A caracterização da composição mineralógica das matérias-primas para identificação das fases cristalinas foi realizado através da difração de raios X (DRX) utilizando-se o método do pó em difratômetro, marca Philips, modelo X'Pert MPD, no LACER/UFRGS.

Esta técnica baseia-se no fenômeno de que um feixe de raios X, ao incidir sobre um determinado cristal, é difratado da maneira constante, pois segundo a lei de Bragg, a relação entre o ângulo de difração e a distância entre os planos do cristal que a originam são característicos para cada fase cristalina. Assim, a difração de raios X identifica as fases cristalinas presentes na amostra desconhecida comparando-as com as fases cristalinas de materiais conhecidos em software específico (REED, 1995; ALBERS et al., 2002).

## 2.3.2 *Confecção, Sinterização e Caracterização dos Corpos de Prova*

Uma vez que as matérias-primas foram preparadas e caracterizadas, seguiram-se as etapas de formulação, prensagem, secagem, queima e caracterização dos corpos de prova (ou amostras). Foram elaboradas 10 unidades para cada uma das cinco formulações estudadas, quais sejam incorporações na argila de 0%, 20%, 30%, 40% e 50% em peso do resíduo pó de aciaria, conforme mostra a Tabela 4.

Tabela 4: Formulações dos corpos de prova (ou amostras) com 10 unidades para cada formulação (% em peso).

Argila	100	80	70	60	50
Pó de Aciaria	0	20	30	40	50

Os corpos de prova foram conformados com pressão de compactação de 20 MPa em prensa hidrostática uniaxial com matriz retangular de 60 x 20 mm. Como agente plastificante foi utilizado álcool polivinílico (PVA) a 10%. A seguir, as amostras foram secas em estufa a 80°C, por 24 h, e então, sinterizadas a 1220°C em forno elétrico, marca SKUTT, modelo KM-1018-3", com taxa de aquecimento de 2°C/min, partindo-se da temperatura ambiente e perfazendo um ciclo de queima de aproximadamente 10 horas. As 10 amostras para cada formulação assim sinterizada foram caracterizadas em relação às propriedades físicas e mecânicas através dos ensaios de absorção de água, porosidade aparente, densidade aparente, retração linear e resistência mecânica no LACER/UFRGS.

A obtenção dos parâmetros de absorção de água, porosidade aparente e densidade aparente basearam-se na norma ASTM C373-88 (2006). As amostras foram pesadas a seco e então imersas em água deionizada por 24 h. A seguir, a água superficial foi removida com um pano úmido e então as amostras foram novamente pesadas determinando-se assim a massa úmida. Para a realização da massa imersa, utilizou-se o princípio de Arquimedes o qual enuncia que um corpo imerso em um fluido é submetido, por parte do fluido, a uma força vertical para cima, cuja intensidade é igual ao peso do fluido deslocado pelo corpo (LIMA e CONCEIÇÃO, 2010). A massa imersa foi obtida com o auxílio de uma haste metálica que forneceu sustentação às amostras imersas. Para medida das massas foi utilizado uma balança digital, marca Marte, modelo AL 500, com precisão de quatro casas decimais.

### 2.3.2.1 Absorção de Água

Os materiais cerâmicos caracterizam-se pela presença de espaços vazios, denominados poros, que podem ser abertos quando conectados com a superfície exterior ou, ao contrário, fechados quando não conectados com o exterior sendo, neste caso, impermeáveis.

O parâmetro de absorção de água é a medida da quantidade de água que a amostra absorve através do preenchimento dos seus poros abertos.

A absorção de água (AA) foi determinada aplicando-se a Equação 1.

$$A = \frac{M_u - M_s}{M_s} \times 100 \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

AA = absorção de água (%)

$M_u$  = massa do corpo de prova úmido (g)

$M_s$  = massa do corpo de prova seco (g)

### 2.3.2.2 Porosidade Aparente

A porosidade aparente também é um parâmetro relacionado à absorção de água sendo medida pela razão entre os poros abertos e o volume total da amostra, ou seja, é a fração volumétrica de poros abertos na microestrutura da amostra.

A porosidade aparente (PA) foi determinada aplicando-se a Equação 2.

$$PA = \frac{M_u - M_s}{M_u - M_i} \times 100 \quad \text{Equação 2}$$

Onde:

PA = porosidade aparente (%)

$M_u$  = massa do corpo de prova úmido (g)

$M_s$  = massa do corpo de prova seco (g)

$M_i$  = massa do corpo de prova imerso em água (g)

### 2.3.2.3 Densidade Aparente

Densidade é a razão entre massa e volume, ou seja, é a medida do grau de concentração de massa em determinado volume. Se um corpo é maciço, a relação entre sua massa e volume geométrico coincide com a sua densidade. Mas se o corpo é poroso, a densidade é menor. A densidade aparente é a razão entre a massa da amostra e seu volume total exterior, ou seja, a densidade aparente

considera a porosidade aberta da amostra. Segundo Reed (1995), densidade aparente é a razão entre a massa e o volume das partículas e interstícios abertos.

A densidade aparente (DA) foi determinada aplicando-se a Equação 3.

$$DA = \frac{M_s}{M_u - M_i} \times d_{\text{água}} \quad \text{Equação 3}$$

Onde:

DA = densidade aparente (g/cm<sup>3</sup>)

M<sub>s</sub> = massa do corpo de prova seco (g)

M<sub>u</sub> = massa do corpo de prova úmido (g)

M<sub>i</sub> = massa do corpo de prova imerso em água (g)

d<sub>água</sub> = densidade da água (g/cm<sup>3</sup>)

#### 2.3.2.4 Retração Linear de Queima

A retração linear de queima é a razão entre a diferença no comprimento da amostra antes e depois da queima. Foi obtida medindo-se o comprimento dos corpos de prova antes e após a sinterização utilizando-se paquímetro com fundo de escala de 150 mm e resolução de 0,02 mm, e foi determinada matematicamente aplicando-se a Equação 4.

$$RLQ = \frac{L_a - L_d}{L_a} \times 100 \quad \text{Equação 4}$$

Onde:

RLQ = retração linear de queima (%)

L<sub>a</sub> = comprimento do corpo de prova antes da sinterização (mm)

L<sub>d</sub> = comprimento do corpo de prova após a sinterização (mm)

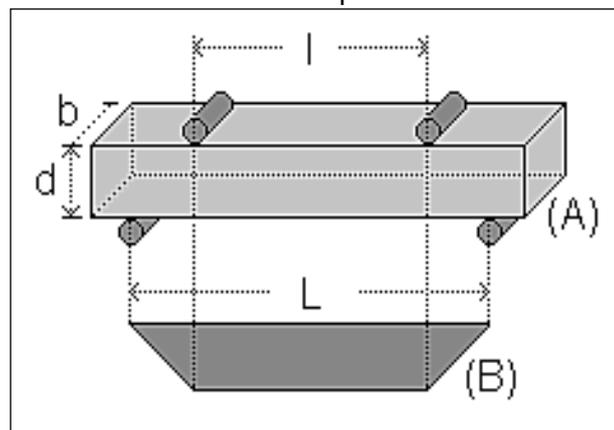
#### 2.3.2.5 Resistência Mecânica

A resistência mecânica foi investigada através do ensaio de flexão a quatro pontos em máquina universal de ensaios, marca Shimadzu, com velocidade de aplicação de carga de 0,5 mm/m sobre amostras de dimensões aproximadas de 60 x

20 x 7 mm. Este ensaio corresponde à aplicação de tensão de compressão no lado superior da amostra e tensão de tração no lado inferior da amostra, com carga que parte de um valor inicial igual a zero e aumenta gradualmente até a ruptura da amostra.

A Figura 39 apresenta, esquematicamente, em (A) o posicionamento de uma amostra entre os quatro apoios na máquina universal de ensaios e, em (B) as medidas utilizadas na Equação 5.5 que determina a tensão máxima de ruptura.

Figura 39. Representação esquemática em (A) do posicionamento da amostra no ensaio de flexão a quatro pontos e, em (B) medidas utilizadas na Equação 5 para determinação da tensão máxima de ruptura da amostra.



Fonte: Teloken (2011).

Assim a resistência mecânica foi determinada aplicando-se a Equação 5 que segue a representação esquemática apresentada na Figura 39.

$$\sigma = \frac{3}{2} \times \frac{P(L - l)}{(b \times d^2)} \quad \text{Equação 5}$$

Onde:

$\sigma$  = tensão máxima de ruptura (MPa);

P = carga máxima aplicada (N);

b = largura do corpo de prova (mm);

d = altura do corpo de prova (mm);

l = distância entre os apoios superiores (mm);

L = distância entre os apoios inferiores (mm);

### 2.3.2.6 Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

As micrografias das amostras de argila incorporada com 0%, 20% e 50% em peso de pó de aciaria, fraturados durante o ensaio de resistência mecânica, foram observadas no MEV, marca Hitachi, modelo TR3000, no LdSM/UFRGS. As amostras foram analisadas com feixe de elétrons sob tensão de 15 kv.

Diferentemente da microscopia óptica, na qual as imagens se formam por radiação emitida pela luz ao incidir no objeto observado, no MEV as imagens são virtuais, ou seja, são a transcodificação da energia emitida pelas partículas que incidem e são refletidas pela superfície da amostra. Assim, o princípio de funcionamento do MEV consiste em um feixe de elétrons que parte do eletrodo negativo em direção ao eletrodo positivo mediante a aplicação de uma diferença de potencial que pode variar de 0,5 a 30 KV, atingindo a amostra ao ser deslocado por lentes condensadoras (MICROSCOPIA, 1995). Da incidência do feixe de elétrons na amostra, resulta uma série de radiações que ao serem captadas e analisadas fornecem informações que caracterizam a amostra. Entre estas radiações estão os elétrons secundários (*SE- secondary electrons*), elétrons retroespalhados (*BSE-backscattering electrons*), raios X, elétrons Auger e os fótons. Os sinais de maior interesse para a formação da imagem são os elétrons secundários que fornecem imagem da topografia da superfície da amostra e são os responsáveis pela obtenção das imagens de alta resolução, e os elétrons retroespalhados que fornecem imagens características da variação de composição (MALISKA, 2011).

Enquanto o MEV proporciona imagens em alta resolução ampliadas em até 300.000 vezes, o sistema de energia dispersiva (*EDS - energy dispersive sistem*) possibilita a identificação química do mineral bem como o mapeamento por imagem dos elementos desejados. Embora não tenha sido utilizado no presente trabalho, cabe comentar que o EDS, equipamento acoplado ao MEV, possibilita “a determinação da composição qualitativa e semiquantitativa das amostras, a partir da emissão de raios X característicos” (DUARTE, 2003, p.5). Quando o feixe de elétrons incide sobre a amostra, os elétrons mais externos e os íons absorvem energia e mudam de níveis energéticos. Ao retornarem para a posição inicial, liberam energia a qual é emitida em comprimento de onda no espectro de raios X. Como os elétrons de um determinado átomo possuem energias distintas, é possível determinar quais os elementos químicos presentes (MICROSCOPIA, 1995).

### 2.3.2.7 *Ensaio de Compatibilidade Ambiental: Lixiviação e Solubilização*

A avaliação ambiental foi realizada por meio de ensaios de lixiviação e de solubilização nas amostras sinterizadas, de argila incorporada com 0%, 20% e 50% em peso do resíduo pó de aciaria, assumindo-se que as concentrações das amostras de 30% e 40% em peso do resíduo não apresentariam resultados fora dos limites a serem encontrados nas amostras de 0%, 20% e 50% em peso do resíduo.

No ensaio de lixiviação, conforme ABNT NBR 10005:2004, para saber-se qual a solução de extração a ser utilizada no ensaio, adiciona-se 96,5 ml de água deionizada a uma amostra (no caso de argila pura) pesando 5 g, triturada e passante em peneira de malha 9,5 mm. Após agitação magnética por 5 minutos, esta amostra de argila pura apresentou pH menor que 5. Seguindo-se a norma, a solução de extração a ser utilizada é a solução nº 1 (solução de ácido acético glacial e NaOH 1N, em 900 ml de água deionizada, com pH entre  $4,93 \pm 0,05$ ). Esta solução, na quantidade de 1 litro, foi colocada em garrafa do agitador com 100 g dos corpos de prova de argila pura, triturados e passantes em peneira de malha 9,5 mm.

O procedimento foi repetido com os corpos de prova incorporados com 20% e 50% em peso do resíduo pó de aciaria. Contudo, após agitação magnética por 5 minutos, as amostras de 5 g apresentaram pH maior que 5. Seguindo-se a norma, foi adicionado 3,5 ml de HCl 1N e as soluções foram aquecidas a 50°C durante 10 minutos. O pH final medido nas referidas amostras foi maior de 5, logo, a solução de extração a ser utilizada é a solução nº 2 (solução de ácido acético glacial, em 900 ml de água deionizada, com pH entre  $2,88 \pm 0,05$ ). Esta solução, na quantidade de 1 litro, foi colocada em garrafa do agitador com 100 g dos corpos de prova incorporados com 20% em peso do resíduo pó de aciaria e, igualmente, na quantidade de 1 litro, foi colocada em garrafa do agitador com 100 g dos corpos de prova incorporados com 50% em peso do resíduo, sendo os referidos corpos de prova, triturados e passantes em peneira de malha 9,5 mm.

A seguir, as três garrafas do agitador (contendo os corpos de prova de argila incorporada com 0%, 20% e 50% em peso do resíduo pó de aciaria), foram mantidas sob agitação por 18 horas, com rotação de 30 rpm, em agitador rotativo para não voláteis, marca Tecnal, modelo TE-743, no LACER/UFRGS. Após este período, as soluções foram filtradas utilizando-se bomba de exaustão, resultando nos extratos lixiviados.

No ensaio de solubilização, conforme ABNT NBR 10006:2004, utiliza-se 250 g de material fragmentado e passante em peneira de malha 9,5 mm em 1 litro de água deionizada. O conteúdo é agitado por 5 minutos e então deve repousar por 7 dias. Após este período, as soluções são filtradas utilizando-se bomba de exaustão, resultando nos extratos solubilizados.

A seguir, os extratos lixiviados e os extratos solubilizados das amostras de argila pura e das amostras incorporadas com 20% e 50% em peso do resíduo pó de aciaria, foram encaminhados para análise química em aparelho ICP-OES, marca Perkin Elmer, modelo Optima 7300, no Laboratório de Análises Químicas/UFRGS.

### 2.3.3 Escolha da Formulação de Barbotina para Confecção da Estatueta *O Laçador*

A escolha da formulação de barbotina incorporada com até 30% em peso do resíduo pó de aciaria baseou-se nos resultados dos ensaios de laboratório aos quais foram submetidos os corpos de prova, quais sejam, ensaios de propriedades físicas e mecânicas, bem como ensaios de compatibilidade ambiental (lixiviação e solubilização).

### 2.3.4 Confecção do Molde de Gesso

Moldes de gesso possibilitam conformar peças com geometria complexa tais como louça de mesa, louça sanitária, adornos e estatuetas, através da técnica de colagem de barbotina.

No presente trabalho, o protótipo obtido a partir da digitalização 3D foi utilizado como matriz na confecção do molde de gesso então constituído de 14 tacelos. O gesso utilizado foi o gesso comum ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), também denominado Gesso de Paris, que é sulfato de cálcio semidesidratado (FOURNIER, 2000). Para a confecção de um molde de gesso poroso, de modo a absorver a água da barbotina, foi utilizado aproximadamente 1000 ml de água para 1250 g de gesso conforme recomendam Fournier (2000), Gale (2001) e Mattison (2003), colocando-se o gesso na água a fim de reduzir o levantamento de pó. Sabão líquido foi utilizado para desmoldar o protótipo e isolar os 14 tacelos entre si, pois substâncias gordurosas poderiam obstruir os poros dos tacelos. Por fim, cada molde de gesso permite a reprodução de aproximadamente 60 ou 80 cópias, momento em que o molde começa a perder os detalhes do objeto a ser reproduzido.

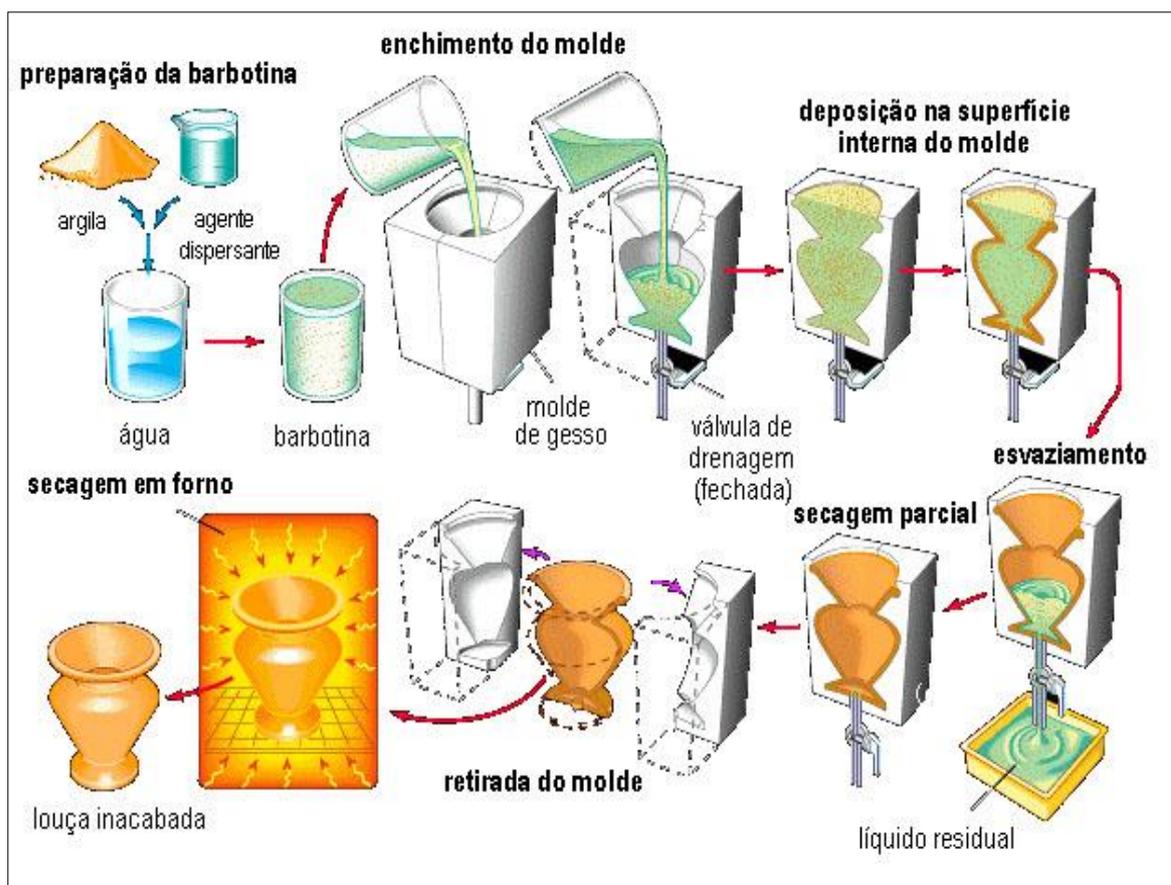
### 2.3.5 Colagem de Barbotina

Nesta técnica de fundição ou conformação com massa cerâmica líquida, uma suspensão de água e partículas cerâmicas, denominada barbotina, é vertida em um molde poroso que remove por capilaridade a parte líquida, resultando na aproximação das partículas cerâmicas que se depositam (“colam”) na superfície interna do molde formando assim uma parede. Obtendo-se a espessura desejada desta parede, o excedente de barbotina é drenado de modo a obter-se uma peça oca. Após tempo suficiente para desprender-se do molde, a peça é desmoldada e deve, inicialmente, secar em temperatura ambiente e, a seguir, em estufa a aproximadamente 80°C. O processo de secagem evita a tendência da peça úmida de rachar ou de “explodir” durante a sinterização, quando a água tem seu volume aumentado ao transformar-se em vapor d'água. No presente trabalho, a primeira fundição foi realizada com porcelana da antiga fábrica Biscuit Volpetiz de modo a testar a funcionalidade do molde de gesso.

As etapas da fundição por colagem de barbotina são descritas abaixo e ilustradas na Figura 40:

- Preparação da barbotina: mistura de água, argila e dispersante.
- Enchimento do molde de gesso com a barbotina que deve ser despejada de maneira contínua dentro do molde de gesso. Nos moldes industriais pode haver uma válvula de drenagem que deve ficar fechada neste momento.
- Deposição das partículas cerâmicas formando uma parede na face interna do molde (tempo médio de 20 a 30 minutos ou até que a parede da peça tenha a espessura desejada).
- Esvaziamento do excesso de barbotina de modo a obter-se uma peça oca através da abertura da válvula de drenagem ou virando-se o molde de gesso de cabeça para baixo.
- Secagem parcial dentro do molde (este tempo pode variar de alguns minutos a algumas horas).
- Retirada da peça do molde ou desmoldagem e secagem ao ar livre.
- Secagem da peça em forno tipo estufa. O tempo na estufa depende do tamanho da peça e do grau de umidade.
- Louça inacabada ou peça “a verde” que segue para a primeira sinterização. Uma segunda queima é necessária se a esmaltação for desejada.

Figura 40. Etapas da técnica de colagem da barbotina.



Fonte: adaptado de Encyclopédia (2012).

### 2.3.6 Formulação e Colagem de Barbotinas Incorporadas com Pó de Aciaria

Na fundição por colagem de barbotina, a referida barbotina deve estar defloculada. Quando o pH de uma suspensão é nulo (ponto isoelétrico) os pós suspensos floculam (aglomeram) espontaneamente devido às forças atrativas de Van der Waals, resultando em uma suspensão muito viscosa que decanta. Por outro lado, modificando-se o pH de uma suspensão com a adição de uma base ou um ácido, as partículas tornam-se elétrica e identicamente carregadas resultando na sua mútua repulsão. Se as forças repulsivas são suficientes para superar as forças de atração a barbotina ficará defloculada (REED, 1995; CATAFESTA et al., 2007).

A floculação e a decantação das partículas sólidas são controladas com o uso de aditivos denominados dispersantes ou defloculantes, sendo o silicato de sódio o mais utilizado. Contudo, pouco dispersante será ineficiente e, em excesso, poderá comportar-se como aglutinante, floculando novamente a barbotina (CATAFESTA et al., 2007) “devido à subida da força iônica do meio” (COSTA, 2009, p.13). A

quantidade ideal de dispersante pode ser determinada através da curva de defloculação a qual mede o ponto de menor viscosidade de uma suspensão quando misturada ao dispersante. Baixa viscosidade significa maior defloculação resultando em melhor escoamento (vazão por gravidade) da barbotina no molde de gesso.

A viscosidade é a medida da fricção interna de um fluido. Esta fricção ocorre quando algumas moléculas do fluido se movem em relação a outras moléculas. Quanto maior o atrito, maior é a quantidade de força necessária para provocar este movimento chamado de cisalhamento (BROOKFIELD, 2012). Assim, no escoamento de fluidos, existem forças internas de atrito que oferecem resistência ao movimento das moléculas. Estas forças de atrito que impedem o fluido de escorregar entre si são chamadas de viscosidade. Ou seja, a viscosidade é uma medida da resistência ao movimento de um fluido (BERTULANI, 2012).

No presente trabalho, os ensaios para determinação das curvas de defloculação foram realizados no LACER/UFRGS, em viscosímetro rotacional, marca Brookfield, modelo DV-II+, que mede a viscosidade através do torque necessário para rotacionar uma ponta de prova (*spindle*) imersa na amostra em uma velocidade constante (ZEGARRA, 2007). Após homogeneização de 70% em peso de pó de argila e 30% em peso de pó de aciaria, em agitador com hélice, marca Fisatom, modelo 713 A, foi acrescentado 40%, 45% e 50% em peso de água, constituindo-se assim três barbotinas, cada uma com as seguintes concentrações de defloculante: 0%, 0,2%, 0,4%, 0,6% e 0,8% em peso de silicato de sódio neutro, marca Farmaquímica. A taxa de cisalhamento utilizada foi  $0,7 \text{ s}^{-1}$ . A seguir, devido à dificuldade de escoamento da barbotina incorporada com 30% em peso do resíduo pó de aciaria, seguiu-se a pesquisa com teores de 20%, 15%, 10% e 5% em peso do referido resíduo.

### 2.3.7 Secagem e Sinterização da Estatueta *O Laçador*

Após o processo de secagem, iniciado em temperatura ambiente e finalizado em estufa a  $80^{\circ}\text{C}$  por 24 h, a estatueta foi sinterizada a  $1220^{\circ}\text{C}$  em forno elétrico, marca SKUTT, modelo KM-1018-3", com taxa de aquecimento de  $2^{\circ}\text{C}/\text{min}$  partindo da temperatura ambiente e perfazendo um ciclo de queima de aproximadamente 10 horas. O capítulo seguinte discute os resultados encontrados.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Digitalização Tridimensional com Scanner 3D a Laser Móvel

A saída em campo para digitalização 3D da estátua *Cahy*, e posteriormente para estátua *O Laçador*, seguiram os procedimentos descritos no Apêndice A e contaram com a autorização da Supervisão de Parques, Praças e Jardins da Secretaria Municipal do Meio Ambiente (Anexos A e B). Na digitalização da estátua *Cahy*, contou-se com o apoio de dois seguranças da Proseg/UFRGS, fundamental para a segurança da equipe, do equipamento e do automóvel que ficou com o interruptor acionado para fornecer energia. Na digitalização da estátua *O Laçador*, contou-se com o apoio da Coordenação de Memória Cultural da Secretaria da Cultura de Porto Alegre que patrocinou o caminhão-cesto da empresa Darcy Pacheco de modo a aproximar o scanner da estátua, providenciou o apoio da Guarda Municipal e autorizou a prototipagem da estatueta *O Laçador* (Anexo C).

##### 3.1.1 A Estátua *Cahy*

A digitalização 3D da estátua *Cahy* foi realizada em 1º de dezembro de 2010 pela equipe do LdSM/UFRGS, entre às 18:30 h e 20:30 h, horário ainda diurno nesta época do ano em Porto Alegre e no qual se fez necessário a utilização de lona para controle da luminosidade conforme a Figura 41.(a). A Figura 41.(b) mostra no monitor do scanner a área que está sendo digitalizada.

Foram necessárias 33 digitalizações (varreduras a laser), obtendo-se assim o mapeamento ponto a ponto da área superficial. A seguir as 33 nuvens de pontos foram manipuladas no software Geomagic Studio, no LdSM/UFRGS. O excesso das bordas das nuvens foi deletado para permitir melhor encaixe e após esta limpeza o conjunto de nuvens contava com mais de 4 milhões de pontos. Após filtragem, o modelo 3D foi convertido em malha triangular com aproximadamente 2 milhões de triângulos. O erro médio de montagem foi menor que 1 mm, valor de resolução considerado adequado em função das dimensões da estátua (cerca de 1,5 m de altura). A Figura 42 mostra o modelo virtual 3D da estátua *Cahy*: em (a) a malha triangular na cor azul, padrão oferecido pelo software e, em (b) a imagem virtual 3D renderizada com simulação de mármore branco, colaboração do prof. Everton Amaral da Silva.

Figura 41. Digitalização 3D da estátua *Cahy*: (a) uso de lona para controle da luminosidade; (b) imagem no monitor do scanner mostrando a face posterior da estátua *Cahy*.



(a)



(b)

Fonte: Equipe do LdSM/UFRGS.

Figura 42. Modelo virtual da estátua *Cahy*: (a) malha triangular; (b) modelo renderizado.



(a)



(b)

Fonte: Equipe do LdSM/UFRGS.

### 3.1.2 A Estátua *O Laçador*

A digitalização 3D da estátua *O Laçador* foi realizada em 10 de agosto de 2011. Devido à altura da estátua (4,45 m), somada à altura do pedestal (2,20 m), à altura da coxilha do Sítio do Laçador (aproximadamente 5 m) e à distância imposta a qualquer veículo pela mureta que circunda a coxilha, fez-se necessário um caminhão-cesto com braço telescópico de 25 m de modo a aproximar o scanner da estátua (Figura 43). Para digitalização a cerca de 1 m (Figura 44), distância considerada segura para o operador do scanner posicionado no cesto e para integridade da estátua *O Laçador*, optou-se pela lente *WIDE*.

As atividades iniciaram às 20 h e estenderam-se até às 6 h. Optou-se pelo horário noturno, pois não seria viável o controle da luminosidade com a utilização de lonas. Contudo, constatou-se que a escuridão impede a visualização no monitor do scanner da área do objeto que está sendo digitalizado, problema solucionado com o foco de luz de uma lanterna portátil (Figura 45). Em 07 de setembro de 2011, com o apoio da Guarda Municipal, a equipe do LdSM/UFRGS retornou ao Sítio do Laçador para complementar a digitalização 3D da parte inferior da estátua não sendo necessário a presença do caminhão-cesto. A equipe trabalhou das 20 h às 22 h, perfazendo então um total de 12 horas para digitalização 3D da estátua *O Laçador*.

Figura 43. Aproximação entre o scanner e a estátua *O Laçador* com auxílio do caminhão-cesto com braço telescópico de 25 m.



Fonte: Equipe do LdSM/UFRGS.

Figura 44. Digitalização a 1 m de distância entre o scanner e a estátua *O Laçador*.



Fonte: Equipe do LdSM/UFRGS.

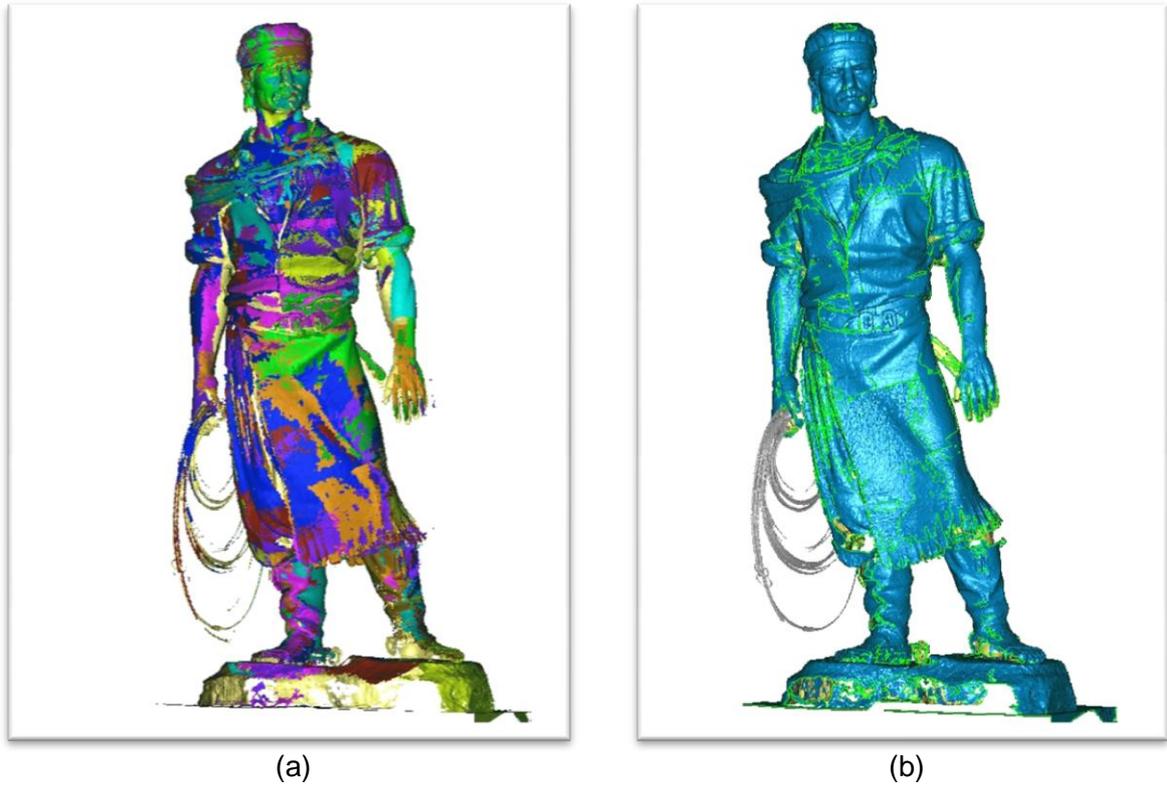
Figura 45. À noite, utilização de lanterna portátil para iluminação da área a ser digitalizada.



Fonte: Equipe do LdSM/UFRGS.

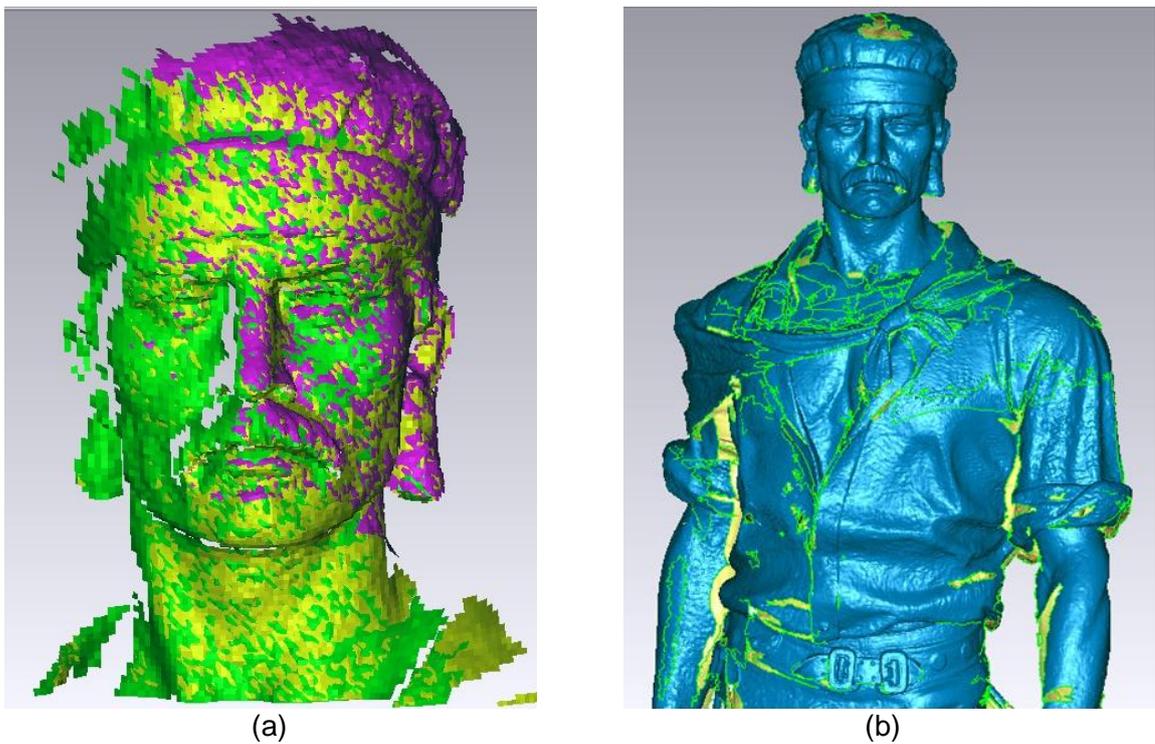
A seguir, a equipe do LdSM/UFRGS iniciou a modelagem virtual 3D no software Geomagic Studio. A Figura 46.(a) mostra a sobreposição das diversas nuvens de pontos com cores oferecidas aleatoriamente pelo software Geomagic Studio e, em (b) a malha triangular em construção. A Figura 47.(a) mostra a sobreposição de três nuvens de pontos na construção da face da estátua e em (b) a malha triangular incompleta, onde a cor azul corresponde à camada interna e a cor amarela, à camada externa.

Figura 46. Construção do modelo virtual 3D da estátua *O Laçador* : (a) sobreposição das nuvens de pontos em cores oferecidas pelo software e, em (b) malha triangular incompleta.



Fonte: Equipe do LdSM/UFRGS.

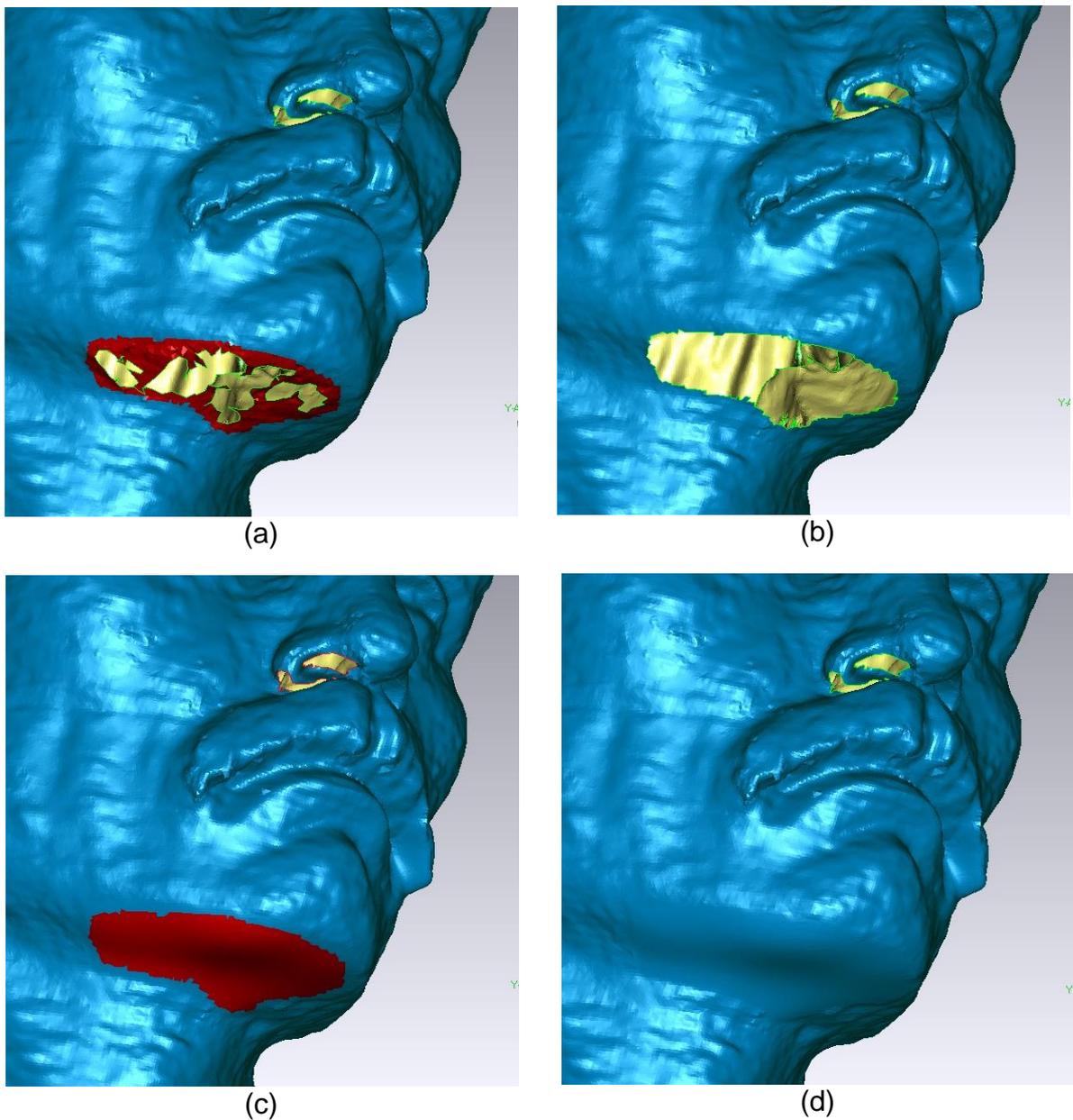
Figura 47. Detalhe da construção do modelo virtual 3D da estátua *O Laçador* : (a) sobreposição de três nuvens de pontos na face da estátua ; (b) malha triangular incompleta, onde a cor azul corresponde à camada interna e a cor amarela, à camada externa.



Fonte: Equipe do LdSM/UFRGS.

Devido às saliências e reentrâncias que existem nas superfícies dos objetos, formam-se “sombras” durante o processo de digitalização tridimensional ou, devido ao desalinhamento das nuvens de pontos resultam cavidades na malha triangular. A criação do modelo virtual 3D inclui o fechamento individual destas cavidades. A Figura 48 ilustra os procedimentos utilizados para o fechamento de uma cavidade durante o processo de modelagem computacional 3D da estátua *O Laçador*:

Figura 48. Detalhe do fechamento de cavidade: (a) em vermelho, a ferramenta “laço” seleciona o contorno da cavidade com bordas irregulares; (b) as bordas da cavidade são limpas através do comando “*delete*”; (c) em vermelho, o programa sugere a curvatura para fechamento da cavidade; (d) fecha-se a malha através do comando “*enter*”.



Fonte: Equipe do LdSM/UFRGS.

Para digitalização 3D da estátua *O Laçador* foram necessárias duas saídas de campo com o Scanner 3D a Laser Móvel conforme já mencionado. Em 10 de agosto de 2011, a equipe do LdSM/UFRGS realizou 81 varreduras a laser da estátua, obtendo o mapeamento ponto a ponto da área superficial com a aquisição de 25.837.968 pontos. Em 07 de setembro de 2011, a equipe complementou o mapeamento da parte inferior da estátua com 26 varreduras e aquisição de 3.380.115 pontos.

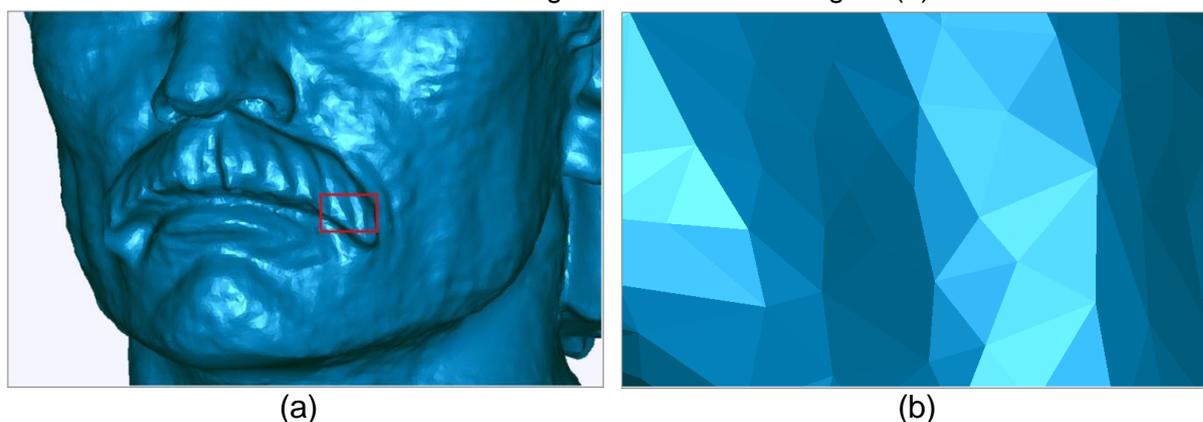
Conforme Tabela 5, o resultado obtido nas duas saídas de campo totalizou 207 nuvens de pontos com 29.218.083 pontos adquiridos e resolução (distância média entre os pontos adquiridos) de 1,66 mm. A seguir, através de manipulação computacional as 207 nuvens de pontos tiveram suas bordas “limpas” e alinhadas, formando uma única nuvem que foi então filtrada, reduzida e transformada em malha triangular com 6.682.989 pontos filtrados, resolução de 3,61 mm e 13.361.282 triângulos (Figura 49).

Tabela 5: Informações numéricas da malha triangular do modelo virtual 3D da estátua *O Laçador* no software Geomagic Studio.

Nuvens de Pontos	207
Nº de Pontos Adquiridos	29 218 083
Resolução de Aquisição	1,66 mm
Nº de Pontos Filtrados	6 682 989
Resolução Após Filtro	3,61 mm
Nº de Triângulos	13 361 282

Fonte: Equipe do LdSM/UFRGS.

Figura 49. Malha triangular: (a) detalhe da face da estátua *O Laçador*, (b) ampliação da área assinalada com retângulo vermelho na imagem (a).



Fonte: Equipe do LdSM/UFRGS.

Para que a malha triangular ficasse mais “leve” e pudesse ser manipulada no hardware disponível, a malha com 13.361.282 triângulos foi reduzida para 7.203.794 triângulos com resolução de 3,78 mm (Tabela 6). Esta malha triangular reduzida é o modelo virtual 3D da estátua *O Laçador* e, sendo formatada em STL, poderia ser exportado para uma impressora 3D e gerar a prototipagem física da estátua em tamanho real. Finalmente para prototipagem de uma estatueta com 25 cm de altura, a malha triangular reduzida foi redimensionada passando a denominar-se malha escalada. Para fins de cálculo, o número de triângulos foi arbitrado em aproximadamente 5 milhões, resultando em malha escalada com 5.042.364 triângulos e resolução de 0,21 mm (Tabela 6). Este modelo virtual 3D, com malha escalada (Figura 50), foi então formatado em STL a fim de permitir a prototipagem física da estatueta *O Laçador* com 25 cm de altura em impressora 3D.

Tabela 6: Informações numéricas da malha reduzida e da malha escalada do modelo virtual 3D da estátua *O Laçador* no software Geomagic Studio.

	<b>Malha Reduzida</b>	<b>Malha Escalada</b>
Nº de Triângulos (Malha Final)	7 203 794	5 042 364
Resolução Após Filtro	3,78 mm	0,21 mm

Fonte: Equipe do LdSM/UFRGS.

Figura 50. Três vistas da malha triangular escalada da estátua *O Laçador*.

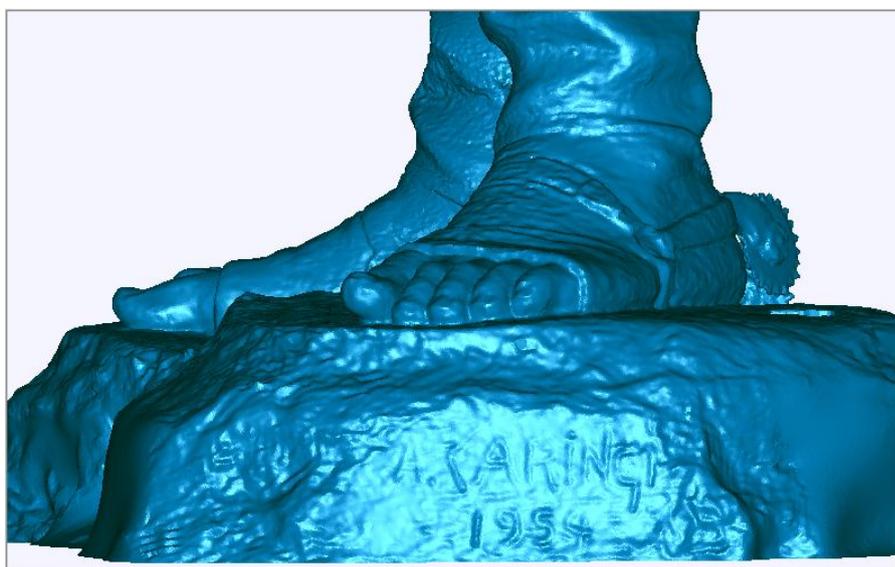


Fonte: Equipe LdSM/UFRGS.

A estátua *O Laçador* segura um laço na mão direita. Contudo, o formato longo e estreito desta peça, que aparece esboçada no modelo virtual 3D (Figura 46. a), evidenciou a necessidade de maior número de digitalizações em campo e maior tempo de modelagem virtual no software específico. Considerando-se que o laço original de cobre foi furtado sendo, no momento, substituído por um cabo de aço, optou-se então pela não confecção do laço no presente trabalho.

No modelo virtual 3D com malha triangular escalada para 25 cm, a Figura 51 mostra a assinatura de Antonio Caringi, na base da estátua, datada de 1954, quando a obra foi criada em gesso.

Figura 51. Assinatura de Caringi datada de 1954 no modelo virtual 3D com malha escalada.



Fonte: Equipe do LdSM/UFRGS.

A modelagem do arquivo virtual 3D ressaltou a presença de pronunciadas características da estética masculina no corpo e na face da estátua *O Laçador*, também observadas em outras obras de Caringi, em especial, na figura masculina do *Monumento Nacional ao Imigrante*. A face da estátua *O Laçador* (Figura 52) apresenta as regiões genianas (bochechas) levemente côncavas; regiões do masseter (região mandibular posterior) bem desenvolvidas; região mentoniana levemente projetada; sulco lábio mentoniano pronunciado; presença de bigode e expressão sisuda (TERRAZAS, 2012; SOUZA PINTO, 2012). Neste sentido, pode-se afirmar que a sólida formação acadêmica de Caringi quanto aos preceitos da plástica monumental, permitiu ao escultor escolher, dentro de seu repertório formal, características masculinas para representação do herói mítico do pampa.

Figura 52. (a) Vista frontal e (b) vista lateral esquerda da face da estátua *O Laçador* evidenciando pronunciadas características da estética masculina.



(a)



(b)

Fonte: Equipe do LdSM/UFRGS.

### 3.2 Prototipagem Rápida em Impressora 3D

O protótipo da estatueta *O Laçador*, com 25 cm de altura (Figuras 53 e 54), evidenciou o cuidado de Caringi com a perspectiva, fenômeno da percepção visual no qual linhas paralelas parecem se unir na linha do horizonte. Colunas gregas e grandes esculturas seriam percebidas desta maneira caso não tivessem a perspectiva corrigida. Caringi aumentou a parte superior do corpo da estátua (observa-se a cabeça proporcionalmente maior e os pés proporcionalmente menores que o corpo) uma vez que a estátua deve ser vista de baixo para cima, ou seja, sobre o seu pedestal onde atinge a altura de 6,65 m.

Figura 53. (a) Vista frontal e (b) vista lateral direita do protótipo da estatueta *O Laçador*.



(a)



(b)

Fonte: fotografias do protótipo realizadas em estúdio e cedidas por Daniel Terres.

Figura 54. (a) Vista posterior e (b) vista lateral esquerda do protótipo da estatueta *O Laçador*.



(a)

(b)

Fonte: fotografias do protótipo realizadas em estúdio e cedidas por Daniel Terres.

A possibilidade de manusear fisicamente o protótipo da estatueta *O Laçador*, também evidenciou a riqueza de detalhes criados por Caringi, em especial na anatomia e no panejamento. Contudo, observa-se na Figura 54. (b) que a assinatura de Antonio Caringi foi suprimida no protótipo com 25 cm de altura, detalhe que pode ser visto no modelo virtual 3D escalonado conforme mostrou a Figura 51.

A prototipagem da estatueta *O Laçador* também permitiu a comparação com as estatuetas encontradas no comércio local, livres interpretações da obra de Caringi realizadas por artistas e artesãos sem o auxílio da tecnologia de digitalização tridimensional, conforme mostram as Figura 55.

Figura 55. (a) Vista frontal e (b) vista dorsal de uma estatueta em gesso encontrada no comércio local em comparação com o protótipo *O Laçador*.



(a)



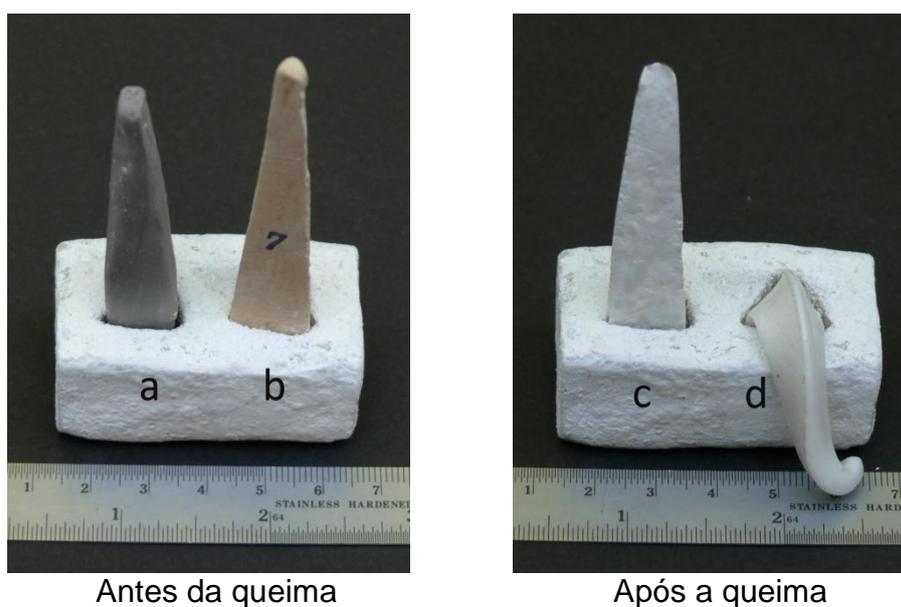
(b)

### 3.3 Confeção da estatueta *O Laçador*

#### 3.3.1 Caracterização das Matérias-Primas: Argila e Pó de Aciaria

Inicialmente a argila foi testada quanto à refratariedade através de cones pirométricos, teste desnecessário para o resíduo pó de aciaria que já foi submetido na aciaria à temperatura de aproximadamente 1600°C. A Figura 56 mostra os cones antes da queima em: (a) cone confeccionado com argila pura ainda com coloração escura e (b) cone comercial 7. Após queima de 1240°C em: (c) cone de argila pura refratário a 1240°C e com coloração branca indicando perda de matéria orgânica e (d) cone comercial 7, não refratário a 1240°C, situação compatível com sua constituição química que determina sua deformação na referida temperatura.

Figura 56. Cones pirométricos antes da queima: (a) argila pura e (b) cone 7. Após queima de 1240°C: (c) cone de argila pura (refratário) e (d) cone 7 (deformado).



#### 3.3.1.1 Análise Granulométrica e Área Superficial

A análise de difração a laser (Tabela 7) mostrou que a argila e o pó de aciaria têm tamanho médio de partícula de 6,82  $\mu\text{m}$  e 2,19  $\mu\text{m}$ , respectivamente. Estes resultados são coerentes com a bibliografia consultada: o tamanho das partículas dos materiais mais convencionais utilizados no processamento cerâmico, varia entre 50 nm e 1 cm (REED, 1995) e o tamanho das partículas do resíduo pó de aciaria variam de menos de 1  $\mu\text{m}$  até mais de 300  $\mu\text{m}$  embora a maioria das partículas encontram-se entre 1 e 6  $\mu\text{m}$  (HAGNI; HAGNI; DEMARS, 1991).

Tabela 7. Granulometria e área superficial das matérias-primas.

<b>Diâmetro das Partículas</b>	<b>Argila</b>	<b>Pó de Aciaria</b>
<b>D<sub>10</sub></b>	0,93 µm	0,44 µm
<b>D<sub>50</sub></b>	4,73 µm	1,44 µm
<b>D<sub>90</sub></b>	16,36 µm	5,08 µm
<b>Diâmetro Médio</b>	6,82 µm	2,19 µm
<b>Área Superficial</b>	38,0 m <sup>2</sup> /g	6,727 m <sup>2</sup> /g

Fonte: Equipe do LACER/UFRGS.

Materiais com diâmetros idênticos podem apresentar diferentes distribuições de partículas. Por isso, além do diâmetro médio, a distribuição do tamanho das partículas também é dado em D<sub>10</sub>, D<sub>50</sub> e D<sub>90</sub>, que correspondem, respectivamente, a 10%, 50% e 90% da quantidade de partículas que apresentam diâmetros menores do que o valor encontrado no ensaio (PAPINI, 2003).

Na Tabela 7, observa-se que 10% das partículas de argila apresentam granulometria inferior a 0,93 µm, 50% apresentam granulometria inferior a 4,73 µm e 90% apresentam granulometria inferior a 16,36 µm. As partículas de pó de aciaria mostram-se ainda mais finas, pois 10% apresentam granulometria inferior a 0,44 µm, 50% apresentam granulometria inferior a 1,44 µm e 90% apresentam granulometria inferior a 5,08 µm. A baixa granulometria do resíduo pó de aciaria facilita sua utilização como matéria-prima no processo cerâmico, pois economiza energia ao dispensar a etapa de moagem na preparação das matérias-primas.

Ainda na Tabela 7, observa-se que a área superficial média da argila e do pó de aciaria são 38,0 m<sup>2</sup>/g e 6,7 m<sup>2</sup>/g, respectivamente. A granulometria mede a distribuição do tamanho das partículas e influencia as propriedades pós-queima como porosidade, absorção de água e resistência mecânica. A energia superficial necessária para as reações químicas de sinterização é inversamente proporcional ao diâmetro da partícula, ou seja, partículas pequenas tem proporcionalmente maior área superficial e, portanto, maior potencial de reatividade durante a sinterização.

### 3.3.1.2 Análise Química

Na Tabela 8 observam-se os resultados da fluorescência de raios X (FRX) os quais indicam que a amostra de argila é composta principalmente por óxido de silício

(58,50%) e óxido de alumínio (25,02%), enquanto que o pó de aciaria é composto principalmente por óxido de ferro (51,34%) e óxido de zinco (18,68%). Observa-se que o pó de aciaria em estudo contém óxido de cromo (2,51%) e óxido de chumbo (1,95%) classificando-se como Resíduo Perigoso - Classe I, conforme ABNT NBR 10004:2004. A perda ao fogo (PF) foi de 11,73% para a argila e 6,14% para o resíduo pó de aciaria.

Tabela 8. Composição química das matérias-primas obtidas por FRX (%).

<b>Argila</b>		<b>Pó de Aciaria</b>	
Si O <sub>2</sub>	58,5	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	51,34
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	25,02	ZnO	18,68
K <sub>2</sub> O	1,66	CaO	5,64
TiO <sub>2</sub>	0,96	SiO <sub>2</sub>	5,35
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,88	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,51
CaO	0,54	MnO	2,47
SO <sub>3</sub>	0,32	PbO	1,95
MgO	0,19	MgO	1,32
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,08	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,2
ZrO <sub>2</sub>	0,06	SO <sub>3</sub>	1,12
Rb <sub>2</sub> O	0,01	K <sub>2</sub> O	0,83
SrO	0,01	CuO	0,38
ZnO	0,01	NiO	0,35
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,01	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,34
-	-	MoO <sub>3</sub>	0,26
-	-	Na <sub>2</sub> O	0,12
PF	11,73	PF	6,14
Total	99,98	Total	100

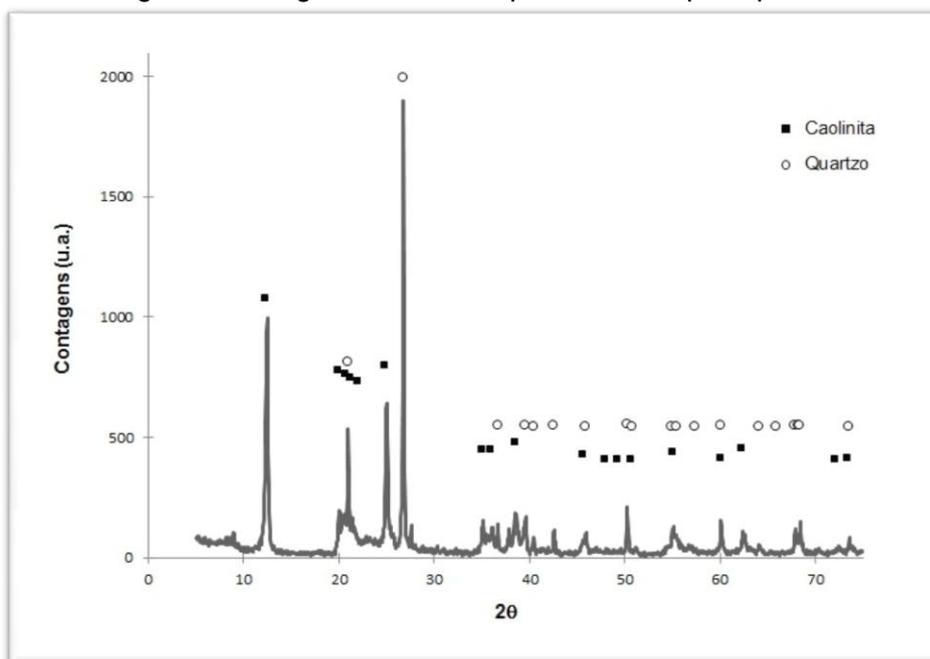
Fonte: Equipe do LACER/UFRGS.

A composição do pó de aciaria elétrica varia segundo o tipo de aço a ser produzido (aço carbono ou aço inoxidável), a natureza da sucata, a quantidade de sucata e ainda, as adições que constituem parte da carga dos fornos. Na produção de aço carbono, objeto deste estudo, o pó residual possui teores de Zn e Pb mais elevados em relação à produção de aço inoxidável (SILVA, 2006).

### 3.3.1.3 Análise Mineralógica

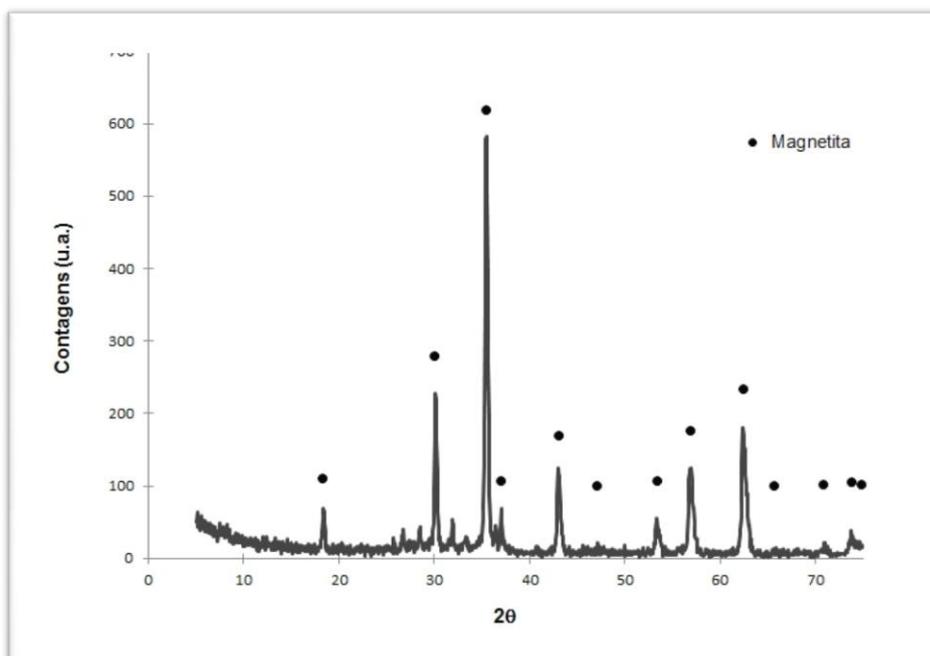
Na caracterização por difração de raios X (DRX) observa-se que a caulinita ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) e o quartzo ( $\text{SiO}_2$ ) são as principais fases cristalinas da argila (Figura 57), enquanto a magnetita ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) é a principal fase cristalina do pó de aciaria (Figura 58).

Figura 57. Difratoograma da argila: caulinita e quartzo como principais fases cristalinas.



Fonte: Equipe do LACER/UFRGS.

Figura 58. Difratoograma do pó aciaria: magnetita como principal fase cristalina.



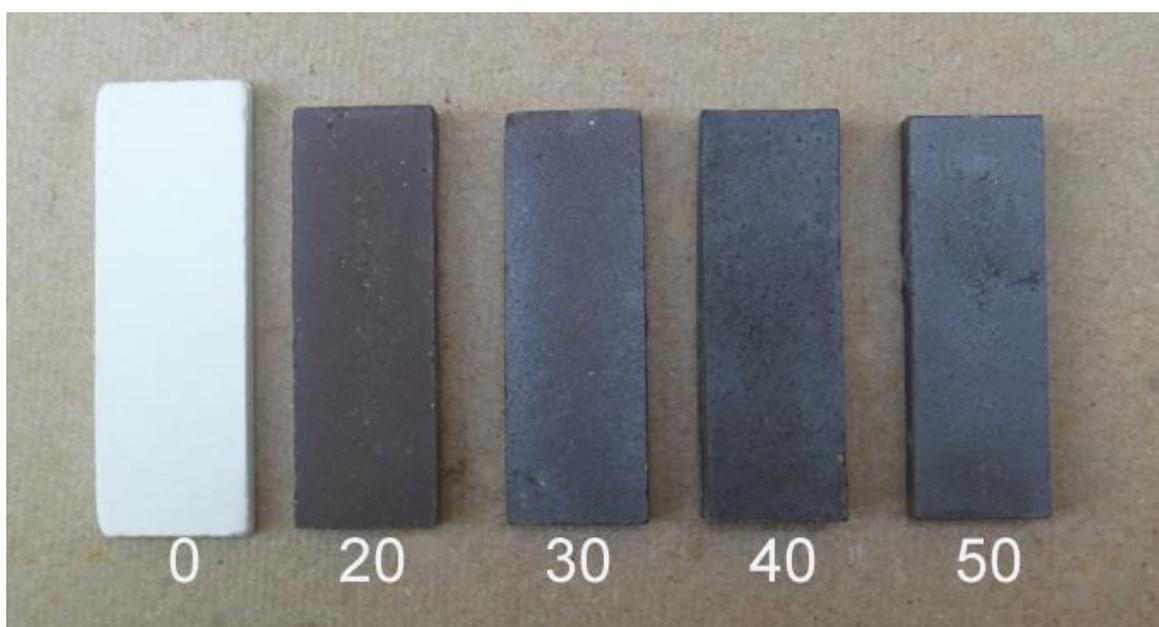
Fonte: Equipe do LACER/UFRGS.

### 3.3.2 Confecção, Sinterização e Caracterização dos Corpos de Prova

Na Figura 59 observa-se a coloração dos corpos de prova após sinterização a 1220°C:

- A amostra (0) constituída de argila pura apresentou coloração branca, indicando volatilização da matéria orgânica durante o processo de sinterização.
- A amostra (20) incorporada com 20% em peso do resíduo pó de aciaria apresentou coloração marrom escura.
- As amostras (30), (40) e (50), incorporadas respectivamente com 30%, 40% e 50% em peso do resíduo pó de aciaria apresentaram coloração cinza escura com leve brilho metalizado.
- As amostras (40) e (50), incorporadas respectivamente com 40% e 50% em peso do resíduo pó de aciaria apresentaram formação de pequenas bolhas indicando excesso de fundente aportado pelo resíduo.

Figura 59. Amostras sinterizadas a 1220°C de argila incorporada com: (0) 0% em peso; (20) 20% em peso; (30) 30% em peso; (40) 40% em peso e (50) 50% em peso do resíduo pó de aciaria.



### 3.3.2.1 Absorção de Água

A Tabela 9 apresenta os resultados dos ensaios de absorção de água que representam o aumento de peso do material úmido em relação ao material seco por preenchimento dos poros abertos com água e que caiu de 12,28% nas amostras de argila pura para zero nas formulações incorporadas com pó de aciaria.

Observa-se ainda que as amostras incorporadas com 30%, 40% e 50% em peso do resíduo pó de aciaria apresentaram absorção de água inferior a 0,2%, atendendo ao critério para classificação como Porcelana, embora não apresentem translucidez de corpo com 2 mm de espessura conforme especifica a Norma BS 5416:1990 da British Standards Institution citada por Costa (2009).

No processo de sinterização os poros abertos tendem ao formato esférico tornando-se poros fechados. Um corpo cerâmico com baixo grau de sinterabilidade terá muitos poros abertos que serão preenchidos pela água, enquanto um corpo compactado pela sinterização terá o percentual de poros abertos tendendo à zero.

Tabela 9. Resultados dos ensaios de Absorção de Água para amostras de argila incorporadas com 0%, 20%, 30%, 40% e 50% em peso do resíduo pó de aciaria.

Amostra	Incorporação do resíduo pó de aciaria (% em peso)				
	0	20	30	40	50
01	12,12	0,51	0,03	0,02	0,02
02	12,04	0,62	0,05	0,01	0,01
03	12,03	1,07	0,05	0,01	0
04	11,67	0,64	0,05	0,01	0,03
05	12,79	0,78	0,05	0,02	0,01
06	12,65	0,59	0,04	0	0
07	12,74	0,68	0,06	0,01	0
08	11,94	0,68	0,05	0	0,01
09	12,31	0,69	0,03	0,03	0
10	12,49	0,55	0,04	0,03	0,01
<b>Média</b>	<b>12,28</b>	<b>0,68</b>	<b>0,04</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>
Desvio Padrão	0,38	0,16	0,01	0,01	0,01

\*dados da tabela em %

### 3.3.2.2 Porosidade Aparente

A Tabela 10 apresenta os resultados dos ensaios de porosidade aparente que representam o percentual volumétrico de porosidade aberta e que caiu de 24,25% de argila pura para 1,81% nas amostras com 20% em peso de pó de aciaria e para zero nas demais formulações, resultados estes compatíveis com o ensaio anterior.

Tabela 10. Resultados dos ensaios de Porosidade Aparente para amostras de argila incorporadas com 0%, 20%, 30%, 40% e 50% em peso do resíduo pó de aciaria.

Amostra	Incorporação do resíduo pó de aciaria (% em peso)				
	0	20	30	40	50
01	23,82	1,37	0,08	0,05	0,06
02	23,75	1,65	0,13	0,03	0,02
03	23,61	2,83	0,13	0,03	0,00
04	23,46	1,70	0,12	0,03	0,08
05	24,98	2,06	0,13	0,05	0,03
06	24,86	1,57	0,11	0,00	0,00
07	24,98	1,79	0,16	0,03	0,00
08	23,85	1,8	0,13	0,00	0,03
09	24,43	1,83	0,08	0,08	0,00
10	24,79	1,46	0,10	0,08	0,02
<b>Média</b>	<b>24,25</b>	<b>1,81</b>	<b>0,12</b>	<b>0,04</b>	<b>0,02</b>
Desvio Padrão	0,61	0,41	0,03	0,03	0,03

\*dados da tabela em %

### 3.3.2.3 Densidade Aparente

A Tabela 11 apresenta os resultados do ensaio de densidade aparente que é a razão entre a massa da amostra por seu volume total exterior, ou seja, consideram-se também os poros abertos. Os resultados indicam que houve densificação das amostras incorporadas com o resíduo pó de aciaria, especialmente quando compara-se a média das amostras de argila pura (1,97 g/cm<sup>3</sup>), com a média das amostras incorporados com 50% em peso do resíduo pó de aciaria (2,93 g/cm<sup>3</sup>).

Tabela 11. Resultados dos ensaios de Densidade Aparente para amostras de argila incorporadas com 0%, 20%, 30%, 40% e 50% em peso do resíduo pó de aciaria.

Amostra	Incorporação do resíduo pó de aciaria (% em peso)				
	0	20	30	40	50
01	1,96	2,67	2,56	2,69	3,03
02	1,97	2,67	2,56	2,71	2,72
03	1,96	2,64	2,64	2,73	2,99
04	2,01	2,67	2,63	2,72	2,88
05	1,95	2,66	2,64	2,69	2,95
06	1,96	2,65	2,84	2,7	2,91
07	1,96	2,63	2,55	2,75	2,94
08	1,99	2,63	2,63	2,77	2,9
09	1,98	2,67	2,6	2,73	3,04
10	1,98	2,63	2,65	2,76	2,9
<b>Média</b>	<b>1,97</b>	<b>2,65</b>	<b>2,64</b>	<b>2,72</b>	<b>2,93</b>
Desvio Padrão	0,17	0,00	0,02	0,00	0,08

\*dados da tabela em g/cm<sup>3</sup>

### 3.3.2.4 Retração Linear de Queima

A Tabela 12 apresenta os resultados dos ensaios de retração linear de queima que relaciona as dimensões da amostra antes e após a queima. Os resultados mostram que a retração linear aumentou de 7,17% nas amostras de argila pura para valores da ordem de 16% nas amostras incorporadas com o resíduo pó de aciaria.

Tabela 12. Resultados dos ensaios de Retração Linear para amostras de argila incorporadas com 0%, 20%, 30%, 40% e 50% em peso do resíduo pó de aciaria.

Amostra	Incorporação do resíduo pó de aciaria (% em peso)				
	0	20	30	40	50
01	7,27	16,98	16,85	16,87	16,88
02	7,26	16,85	16,88	16,83	16,85
03	7,27	16,88	16,86	16,85	16,87
04	7,11	16,89	16,85	16,87	16,84
05	7,12	16,99	16,88	16,84	16,87
06	7,09	16,93	16,87	16,84	16,88
07	7,11	16,99	16,86	16,87	16,88
08	7,26	16,94	16,86	16,88	16,87
09	7,11	16,99	16,86	16,83	16,93
10	7,09	17,01	16,87	16,89	16,93
<b>Média</b>	<b>7,17</b>	<b>16,95</b>	<b>16,86</b>	<b>16,86</b>	<b>16,88</b>
Desvio Padrão	0,08	0,06	0,10	0,02	0,03

\*dados da tabela em %

### 3.3.2.5 Resistência Mecânica

Os materiais cerâmicos apresentam elevada dureza e quando submetidos a altos índices de tensão mecânica, apresentam-se quebradiços (frágeis) com fraturas do tipo não dúctil, pois suas fortes ligações iônicas não possibilitam o rearranjo atômico para deslocamento das discordâncias e consequente deformação do material. A presença de defeitos, especialmente de poros que “atuam como defeitos” (BIGELLI, 2005, p.103), mas também os contornos de grão e as microfissuras são pontos de concentração de tensões que desencadearão a ruptura do material cerâmico. Assim, quanto mais porosa for a amostra, menor será sua resistência mecânica.

A Tabela 13 apresenta os resultados dos ensaios de resistência mecânica que corresponde ao maior índice de tensão por unidade de área que uma amostra pode resistir sem romper. Observa-se que há um aumento significativo da resistência mecânica nas amostras contendo o resíduo pó de aciaria. As amostras de argila pura tem o valor médio de resistência mecânica na ordem de 21 MPa, enquanto as amostras contendo o resíduo pó de aciaria apresentam valores em torno de 40 MPa chegando a 46 MPa quando incorporadas com 50% em peso do resíduo.

Tabela 13. Resultados dos ensaios de Resistência Mecânica para amostras de argila incorporadas com 0%, 20%, 30%, 40% e 50% em peso do resíduo pó de aciaria.

Amostra	Incorporação do resíduo pó de aciaria (% em peso)				
	0	20	30	40	50
01	21,98	41,40	37,09	40,90	51,86
02	-	39,21	38,8	37,95	37,56
03	22,68	-	39,15	42,37	48,30
04	22,38	40,90	40,46	40,60	53,24
05	21,45	40,78	44,45	41,02	42,64
06	18,14	34,77	38,32	40,00	48,14
07	20,35	44,81	36,03	48,80	50,17
08	21,63	46,39	40,95	43,04	43,17
09	21,36	48,72	41,15	45,65	43,77
10	20,54	44,00	43,10	23,08	43,95
<b>Média</b>	<b>21,17</b>	<b>42,33</b>	<b>39,95</b>	<b>40,34</b>	<b>46,28</b>
Desvio Padrão	1,37	4,16	2,6	6,8	4,86

\*dados da tabela em MPa

A Tabela 14 resume os valores médios dos resultados dos ensaios de absorção de água (AA), porosidade aparente (PA), densidade aparente (DA), retração linear (RL) e resistência mecânica (RM), considerando-se 10 amostras para cada formulação de argila incorporada com 0%, 20%, 30%, 40% e 50% em peso de resíduo pó de aciaria. Os resultados encontrados nas amostras incorporadas com o resíduo quando comparados com os resultados encontrados nas amostras de argila pura, quais sejam, redução da porosidade, densificação do material, aumento da retração linear e da resistência mecânica, são compatíveis com as características geralmente apresentadas pelos produtos cerâmicos quando submetidos à sinterização com fase líquida (vitrificação) e, ainda indicam que o resíduo pó de aciaria promoveu como fundente o processo de sinterização.

Tabela 14. Média dos resultados dos ensaios de Absorção de Água (AA), Porosidade Aparente (PA), Densidade Aparente (DA), Retração Linear (RL) e Resistência Mecânica (RM), considerando-se 10 amostras para cada formulação de argila incorporada com 0%, 20%, 30%, 40% e 50% em peso do resíduo pó de aciaria.

Incorporação do Resíduo Pó de Aciaria (% em peso)	AA (%)	PA (%)	DA (g/cm <sup>3</sup> )	RL (%)	RM (MPa)
0	12,28	24,25	1,97	7,17	21,17
20	0,68	1,81	2,65	16,95	42,33
30	0,04	0,12	2,64	16,86	39,95
40	0,01	0,04	2,72	16,86	40,34
50	0,01	0,02	2,93	16,88	46,28

A Tabela 15 apresenta a classificação do Inmetro (1998) para placas cerâmicas de revestimento quanto à absorção de água e quanto à resistência mecânica conforme anexo T da ABNT NBR 13818:1997 considerando-se corpos cerâmicos conformados por prensagem. No presente trabalho, utilizou-se esta classificação pois é a disponibilizada pela normatização brasileira.

Tabela 15. Classificação das placas cerâmicas para revestimento com conformação por prensagem quanto à absorção de água e à resistência mecânica.

<b>Nomenclatura</b> <b>Fonte: Inmetro (1998)</b>	<b>Absorção de Água (%)</b> <b>Fonte: ABNT NBR 13818:1997</b>	<b>Resistência Mecânica (MPa)</b> <b>Fonte: ABNT NBR 13818:1997</b>
Porcelanato	$0 < \text{Absorção} \leq 0,5$	$\geq 35$
Grês	$0,5 < \text{Absorção} \leq 3,0$	$\geq 30$
Semi-Grês	$3,0 < \text{Absorção} \leq 6,0$	$\geq 22$
Semi-Poroso	$6,0 < \text{Absorção} \leq 10$	$\geq 18$
Poroso	$\text{Absorção} > 10$	$\geq 15$

Os dados exibidos na Tabela 15 evidenciam que as amostras incorporadas com 20% em peso do resíduo pó de aciaria, com média de absorção de água igual a 0,68%, classificam-se como Grês. As amostras incorporadas com 30%, 40% e 50% em peso do resíduo, com média de absorção de água com valores menores de 0,5%, são classificadas como Porcelanato. As amostras de argila pura, com média de absorção de água igual a 12,28%, classificam-se como Porosa sendo recomendada, segundo o Inmetro (1998) somente para revestimento de parede, enquanto Grês e Porcelanato podem também revestir pisos.

Comparando-se os resultados da Tabela 14 com a classificação da Tabela 15, observa-se que todas as amostras apresentam resistência mecânica compatível com a classificação de Placas Cerâmicas de Revestimento conforme a ABNT NBR 13818:1997. As amostras de argila pura apresentaram resistência mecânica de 21,17 MPa, portanto compatível com a classificação Semi-Poroso. As amostras incorporadas com 20%, 30%, 40% e 50% em peso do resíduo pó de aciaria apresentaram resistência mecânica na ordem de 40 MPa, compatíveis com a classificação de Porcelanato.

O aumento dos valores referentes às propriedades físicas e mecânicas nas amostras incorporadas com o resíduo pó de aciaria pode ser atribuído à qualidade fundente do resíduo e sinalizam o potencial para utilização deste resíduo na fabricação de placas cerâmicas de revestimento, setor da indústria brasileira que

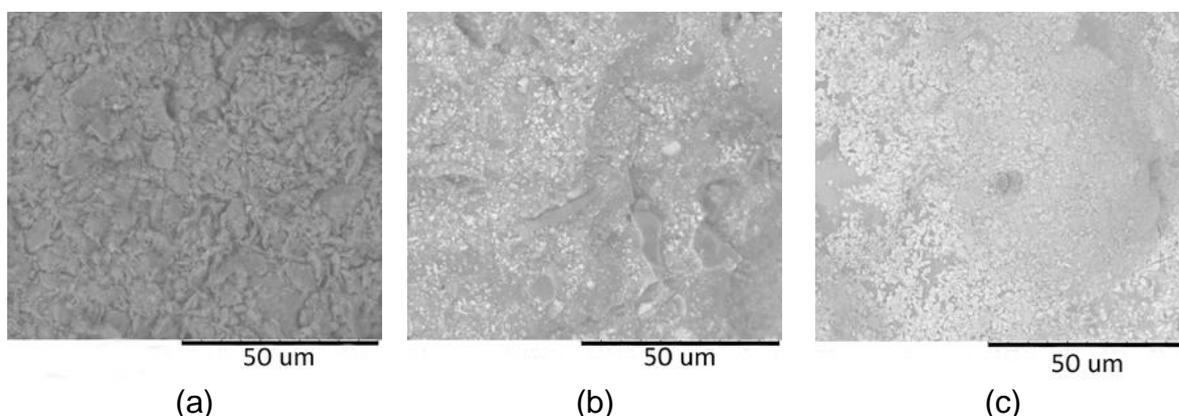
atingiu o volume de produção superior a 1 bilhão de m<sup>2</sup> em 2010 (VOLTOLINI, 2011), podendo ainda serem investigados na produção de produtos cerâmicos de alta temperatura como louça sanitária ou ainda adornos e estatuetas que necessitam resistência para os seus delicados detalhes.

### 3.3.2.6 Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

A Figura 60 mostra imagens da região de fratura dos corpos de prova capturadas no MEV. Na Figura 60. (a) observa-se uma amostra constituída de argila pura e indica que as partículas de argila estão separadas demonstrando sinterização incompleta. Na Figura 60. (b) observa-se maior grau de densificação das partículas, o qual pode ser assumido como indicação de maior grau de sinterização da amostra incorporada com 20% em peso do resíduo pó de aciaria. O grau de sinterização torna-se ainda mais evidente na amostra incorporada com 50% em peso do resíduo, conforme evidenciado na Figura 60. (c), fenômeno este que pode ser atribuído ao efeito fundente do resíduo pó de aciaria.

Segundo Duarte et al. (2003), “as imagens BSE são representadas em tons de cinza, onde os tons claros correspondem às porções constituídas por elementos com Z médio relativamente maior do que aquelas com tons mais escuros”. Assim, o aporte nas amostras do resíduo pó de aciaria, rico nos elementos com número atômico (Z) tais como ferro (Z=26) e zinco (Z=30) maior do que os elementos característicos da argila como o alumínio (Z=13) e o silício (Z=14), tornou as imagens das amostras gradativamente mais claras, conforme mostra a Figura 60.

Figura 60. Micrografias obtidas em MEV: amostras incorporadas com (a) 0% em peso; (b) 20% em peso e (c) 50% em peso do resíduo pó de aciaria.



Fonte: Equipe do LdSM/UFRGS.

### 3.3.2.7 Ensaios de Compatibilidade Ambiental: Lixiviação e Solubilização

A Tabela 16 mostra os resultados dos ensaios de lixiviação para amostras de argila pura e incorporadas com 20% e 50% em peso do resíduo pó de aciaria, sinterizadas a 1220°C. Observa-se que as incorporações do resíduo resultaram em concentrações de chumbo e de cromo que não ultrapassaram os respectivos limites máximos de 1 mg/L e 5 mg/L estabelecidos pelo Anexo F da ABNT NBR 10004:2004.

O limite mínimo de detecção do elemento chumbo pelo equipamento utilizado no ensaio é 0,01 mg/L, indicando assim, a presença de 0,02 mg/L de chumbo que não fora detectado no ensaio de fluorescência de raios X na amostra de argila pura. Uma possível explicação para a presença de chumbo no extrato lixiviado da amostra de argila pura poderia ser a contaminação deste extrato durante seu processo de confecção.

O limite mínimo de detecção do elemento cromo pelo equipamento utilizado no ensaio é 0,004 mg/L, portanto compatível com o resultado do ensaio de fluorescência de raios X nas amostras de argila pura, no qual o elemento cromo não foi detectado.

Tabela 16. Resultados dos ensaios de lixiviação das amostras de argila incorporadas com 0%, 20% e 50% em peso do resíduo pó de aciaria, sinterizadas a 1220°C/min.

Elementos Analisados	Incorporação do resíduo pó de aciaria na argila (% em peso)			Limite máximo Anexo F - ABNT NBR 10004:2004 (mg/L)
	0	20	50	
Chumbo	0,02	0,05	0,14	1
Cromo	< 0,004	< 0,004	0,01	5

Fonte: Equipe do Laboratório de Análises Químicas/UFRGS.

A Tabela 17 mostra os resultados dos ensaios de solubilização para amostras de argila pura e incorporadas com 20% e 50% em peso do resíduo pó de aciaria, sinterizadas a 1220°C. Observa-se que as incorporações do resíduo resultaram em concentrações de chumbo, cromo, sódio, alumínio, ferro, zinco, cobre e manganês que não ultrapassaram os seus respectivos limites máximos estabelecidos pelo Anexo G da ABNT NBR 10004:2004.

Conforme já mencionado, o limite mínimo de detecção do elemento chumbo é 0,01 mg/L, portanto compatível com o resultado do ensaio de fluorescência de raios

X, no qual o elemento chumbo não foi detectado na amostra de argila pura. Este resultado reforça a hipótese de que houve contaminação na preparação do extrato lixiviado na amostra de argila pura em relação ao elemento chumbo.

O limite mínimo de detecção dos elementos cromo, cobre e manganês pelo equipamento utilizado no ensaio de solubilização são, respectivamente, 0,004 mg/L, 0,004 mg/L e 0,03 mg/L, portanto compatíveis com o resultado do ensaio de fluorescência de raios X para amostras de argila pura, no qual estes elementos não foram detectados.

Tabela 17. Resultados dos ensaios de solubilização das amostras de argila incorporadas com 0%, 20% e 50% em peso do resíduo pó de aciaria, sinterizadas a 1220°C/min.

Elementos Analisados	Incorporação do resíduo pó de aciaria na argila (% em peso)			Limite máximo Anexo G – ABNT NBR10004:2004 (mg/L)
	0	20	50	
Chumbo	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01
Cromo	< 0,004	< 0,004	< 0,004	0,05
Sódio	22	22	21	200
Alumínio	0,15	< 0,08	< 0,08	0,2
Ferro	0,04	< 0,04	< 0,04	0,3
Zinco	0,02	< 0,02	< 0,04	5
Cobre	< 0,004	0,01	0,01	2
Manganês	< 0,03	0,03	0,03	0,1

Fonte: Equipe do Laboratório de Análises Químicas/UFRGS.

Os resultados dos ensaios de lixiviação e solubilização demonstram que nenhuma das amostras estudadas (argila pura ou incorporada com 20% ou 50% em peso de pó de aciaria) ultrapassou os limites máximos estabelecidos pela norma brasileira, ou seja, as referidas amostras são ambientalmente seguras nas condições estudadas.

### 3.3.3 Escolha da Formulação de Barbotina para Confecção da Estatueta *O Laçador*

Para a confecção da estatueta *O Laçador*, optou-se pela incorporação de até 30% em peso de pó de aciaria, pois as amostras com 40% e 50% em peso do resíduo apresentaram, conforme já comentado, pequenas bolhas indicando excesso de fundente provavelmente aportado pelo resíduo, quando sinterizadas a 1220°C.

### 3.3.4 Confeção do Molde de Gesso

Para a confecção do molde de gesso da estatueta *O Laçador* foram contatados artistas plásticos que, incluindo a autora do presente trabalho, não se dispuseram a fazer o referido molde devido à complexidade da geometria do protótipo. Buscou-se mão de obra especializada sendo encontradas duas empresas com experiência na fabricação de bibelôs de porcelana em Porto Alegre, as quais forneceram orçamento com valores semelhantes. A seguir será brevemente descrito a atual situação destas pequenas empresas locais:

- Porcelana Rebis: situada na Avenida dos Prazeres, nº 903, bairro Vila Jardim, Porto Alegre. Fundada em 1956 pelo empresário Sérgio Skotinski, chegou a contar com trinta funcionários embora hoje conte apenas com dois. Segundo seu fundador, atualmente é a única empresa no mundo que confecciona bibelôs com renda em porcelana (Figura 61). Nesta técnica, a renda (tecido do tipo tule) é mergulhada na barbotina e “pregueada” na forma de vestido rendado. Após a modelagem, secagem, o processo de fabricação dos bibelôs demanda ainda pintura e quatro queimas: 1ª queima (ou biscoito) a 980°C; 2ª queima para o vidrado transparente a 1280°C e 3ª e 4ª queimas com temperaturas inferiores a 980°C conforme coloração escolhida.

Figura 61. Estoque de bibelôs com renda na Porcelana Rebis, em 2012.



- Porcelana Biscuit Volpetiz: fundada pelo artista plástico Volnei Cardoso Petiz, funcionou entre meados das décadas de 1970 e de 1990. Quando ainda adolescente, Volpetiz, como assina o artista, foi aluno ouvinte nas aulas de Caringi, na Escola de Belas Artes, em Pelotas. Trabalhou nos EUA como pintor dos cartazes da Coca-Cola, momento em que conheceu uma fábrica de porcelanas. De volta ao Brasil, fundou a Biscuit Volpetiz a qual chegou a contar com oito funcionários. A produção era vendida para as lojas Bromberg e Bazar Floresta em Porto Alegre, além de outras lojas no Brasil e no exterior. Atualmente o artista vende suas telas sobre óleo, aos domingos, no Brique da Redenção em Porto Alegre. A Figura 62 mostra um bibelô em porcelana de ossos com a 1ª queima (biscoito) no antigo galpão da fábrica, situado na Rua Estevan Cruz, nº 119, bairro Cristal, Porto Alegre.

Figura 62. Bibelô em porcelana de ossos no antigo galpão da Biscuit Volpetiz, em 2012.



A porcelana é um material cerâmico resistente que permite a confecção de delicados bibelôs, contudo o processo de fabricação é minucioso e oneroso: demanda muitas horas de mão de obra qualificada e várias queimas. Além disso, atualmente os tradicionais bibelôs não têm a desejada receptividade pelo mercado consumidor e ainda concorrem com o preço subsidiado dos produtos chineses.

O molde de gesso foi então confeccionado, em abril de 2012, pelo Sr. Volpetiz (Anexos D e E) que inicialmente fez um molde de silicone, o qual foi então preenchido com poliuretano expandido. Esta tentativa foi frustrada, pois a espuma não alcançou detalhes como os dedos das mãos ou a ponta do tirador (aventail) dentro do molde de silicone. Uma segunda tentativa foi feita vertendo gesso pedra (gesso que endurece mais rápido que o gesso comum) no molde de silicone que reproduziu bem o corpo do protótipo, mas novamente os detalhes da figura não foram preenchidos. A seguir os antebraços e mãos bem como a ponta do tirador foram confeccionados em cera servindo então de positivo para o molde do gesso da estatueta *O Laçador* que finalmente resultou em um total de 14 taceiros. A Figura 63 mostra o molde de silicone aberto e, ao centro, o positivo da estatueta em gesso pedra com 25 cm.

Figura 63. Molde de silicone e, ao centro, o positivo em gesso pedra da estatueta *O Laçador* com 25 cm de altura.



### 3.3.5 Colagem de Barbotina

A primeira fundição foi realizada com porcelana Biscuit Volpetiz ainda disponível no moinho de bolas no antigo galpão da fábrica, de modo a testar o molde de gesso, conforme mostram os 14 taceiros abertos na Figura 64.

Figura 64. Primeira fundição com a porcelana Biscuit Volpetiz e os 14 taceos que compõem o molde de gesso da estatueta *O Laçador*.



A Figura 65 mostra os 4 taceos referentes à base e as pernas da estatueta. Posteriormente, constatou-se que esta parte deve ser fundida de forma maciça (sem retirada do excesso de barbotina) na noite anterior para que, tendo tempo suficiente para secar e endurecer, suporte o peso das demais partes do corpo no dia seguinte.

Figura 65. Fundição da estatueta *O Laçador*: 4 taceos referentes à base e pernas.



A Figura 66 mostra em (a) preenchimento do molde de gesso com barbotina; em (b) escoamento da barbotina demandando novos preenchimentos do molde com mais barbotina até que a barbotina mantenha-se no nível dos respiros (orifícios) do molde de gesso; em (c) drenagem do excesso de barbotina quando as paredes da peça alcançam a espessura desejada; em (d) inversão da posição do molde para drenagem do excesso de barbotina de modo que a peça fique oca. O molde permanece nesta posição até a peça se desprender dos taceiros.

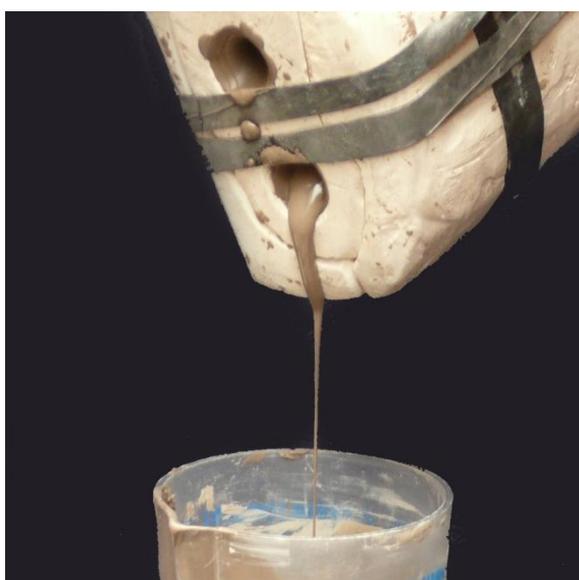
Figura 66. Fundição da estatueta *O Laçador* : (a) preenchimento do molde de gesso com barbotina; (b) escoamento da barbotina dentro do molde de gesso; (c) drenagem do excesso de barbotina; (d) drenagem do resto de barbotina e até a peça se desprender do molde.



(a)



(b)



(c)



(d)

A Figura 67 mostra a retirada do excesso de barbotina já endurecida nos respiros do molde de gesso de modo a permitir a abertura dos 5 taceiros referentes ao corpo da estatueta *O Laçador*. A barbotina endurecida nos respiros do molde indica a espessura das paredes da peça bem como o desprendimento ou não da peça do seu molde. A Figura 68 mostra a abertura dos 5 taceiros referentes ao corpo da estatueta.

Figura 67. Retirada do excesso de barbotina já endurecida nos respiros do molde de gesso.



Figura 68. Abertura dos 5 taceiros referentes ao corpo da estatueta *O Laçador*.



A Figura 69 mostra a abertura dos 3 tacelos referentes à cabeça e a Figura 70 mostra a abertura dos 2 tacelos referentes aos antebraços e à ponta do tirador da estatueta *O Laçador*.

Figura 69. Abertura dos 3 tacelos referentes à cabeça da estatueta *O Laçador*.



Figura 70. Abertura dos 2 tacelos referentes aos antebraços e à ponta do tirador da estatueta *O Laçador*.



A Figura 71 mostra o recorte das rebordas e a Figura 72 mostra a colagem do braço direito no corpo da estatueta utilizando-se como cola a própria barbotina.

Figura 71. Recorte das rebarbas do corpo da estatueta *O Laçador*.



Figura 72. Montagem da peça: (a) aplicação de barbotina com pincel no braço direito e no corpo; (b) colagem do braço direito no corpo da estatueta *O Laçador*.



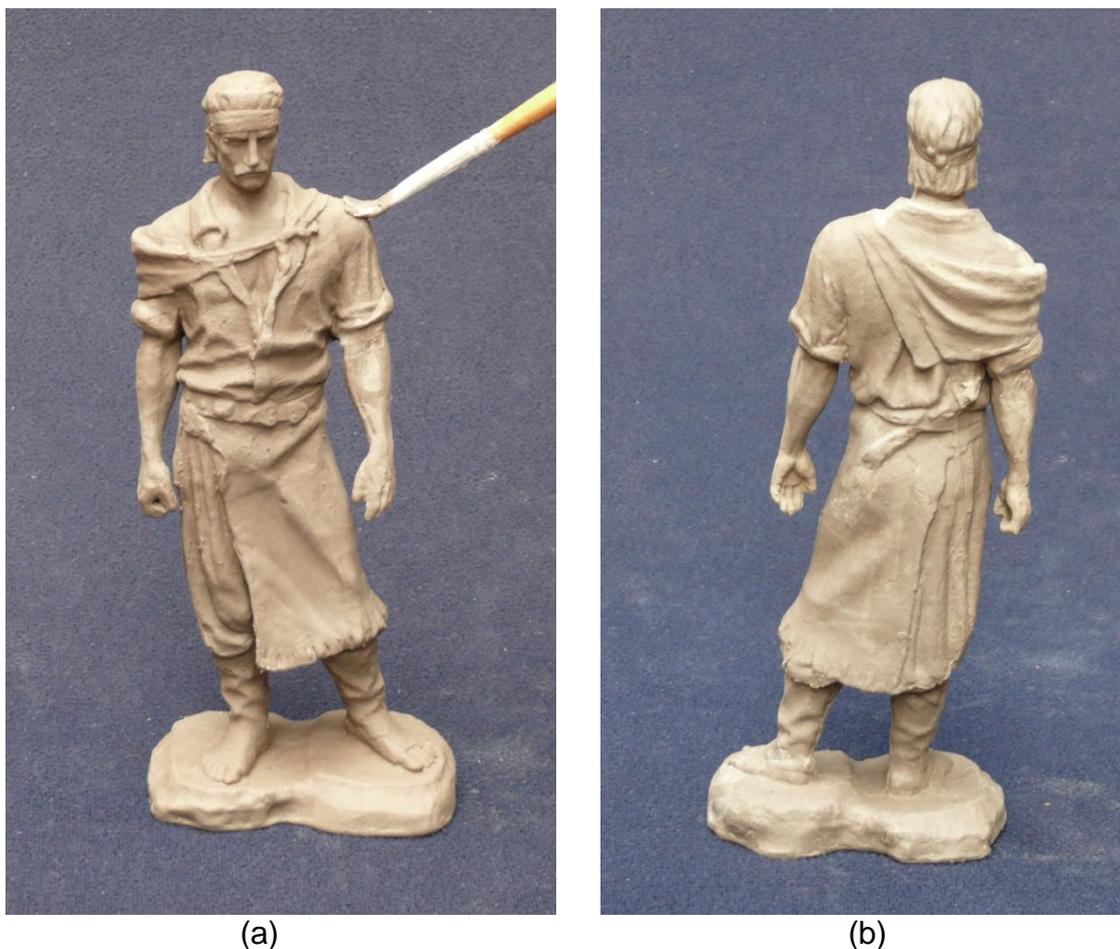
(a)



(b)

A primeira fundição da estatueta comprovou a funcionalidade do molde de gesso e, por outro lado, evidenciou a dificuldade de confecção manual das esporas e das extremidades da faca, uma vez que não foi viável a confecção de taceiros para estes diminutos e delicados detalhes. Devido às dimensões da estatueta, que lhe conferem caráter de bibelô, ainda que estes detalhes fossem modelados, seriam demasiadamente quebradiços mesmo após a sinterização da peça. A Figura 73 (a) mostra o momento em que as rebarbas são alisadas com o pincel embebido na barbotina e (b) a ausência das esporas e das extremidades da faca.

Figura 73. (a) Acabamento da estatueta *O Laçador* com pincel embebido em barbotina; (b) ausência das esporas e das extremidades da faca no “bibelô” *O Laçador*.

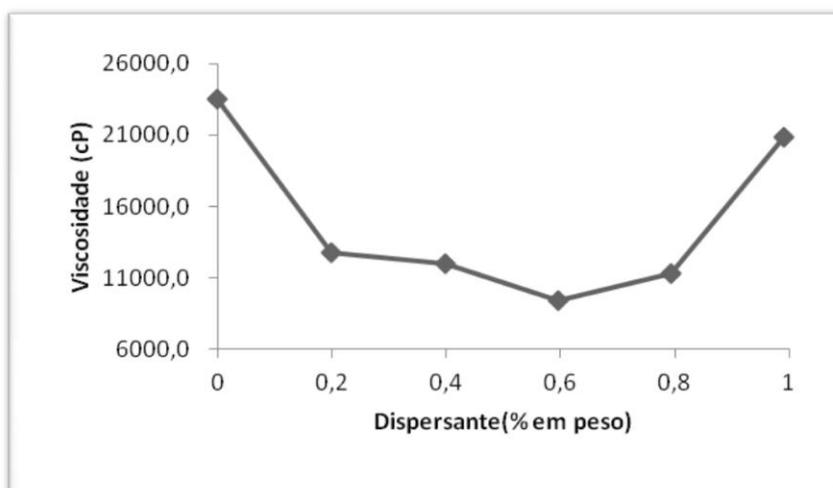


### 3.3.6 Formulação e Colagem de Barbotinas Incorporadas com o Pó de Aciaria

A seguir foi testada a capacidade de defloculação da argila incorporada com o resíduo pó de aciaria para a fundição por colagem de barbotina da estatueta *O Laçador*. Os ensaios referentes às curvas de defloculação foram realizados após homogeneização de 70% em peso de pó de argila com 30% em peso de pó de aciaria. A esta mistura de pós foi acrescentada 40%, 45% e 50% em peso de água, constituindo-se assim três barbotinas, cada uma com as seguintes concentrações de defloculante: 0%, 0,2%, 0,4%, 0,6% e 0,8% em peso de silicato de sódio neutro.

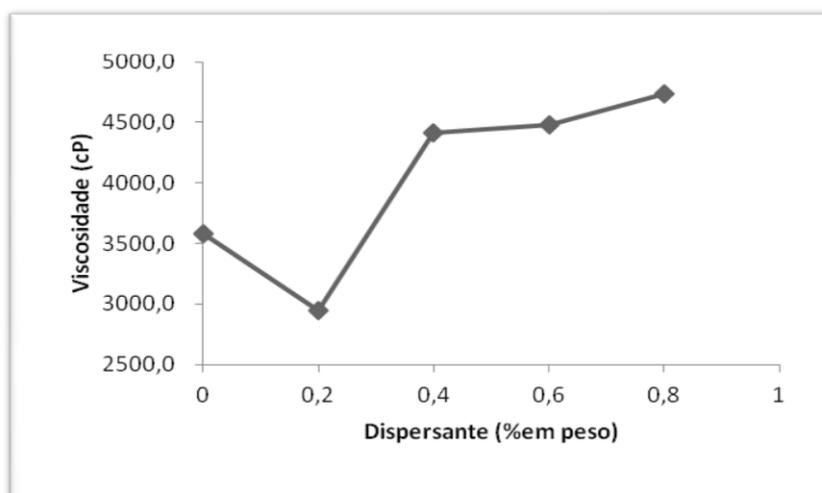
A Figura 74 mostra a curva de defloculação para barbotina com 40% em peso de água que apresentou menor viscosidade com 0,6% em peso de silicato de sódio neutro; as Figuras 75 e 76 mostram, respectivamente, as curvas de defloculação para as barbotinas com 45% e 50% em peso de água que apresentaram menor viscosidade com 0,2% em peso de silicato de sódio neutro.

Figura 74. Curva de deflocação da barbotina com 40% em peso de água.



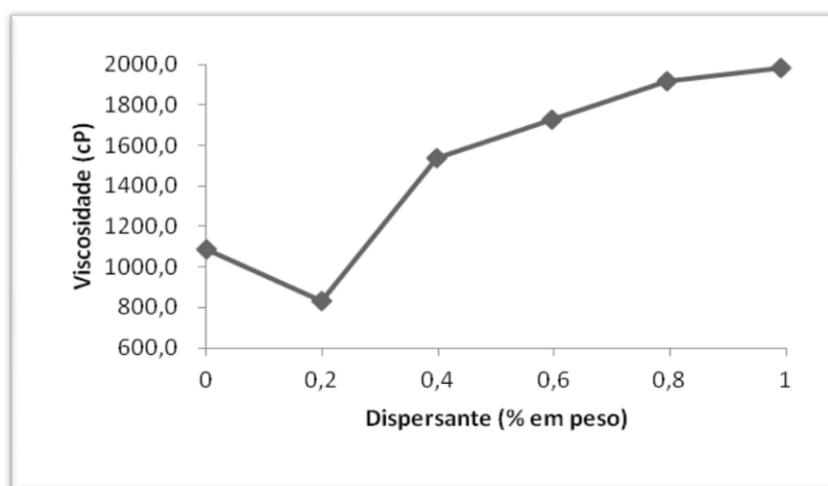
Fonte: Equipe do LACER/UFRGS.

Figura 75. Curva de deflocação da barbotina com 45% em peso de água.



Fonte: Equipe do LACER/UFRGS.

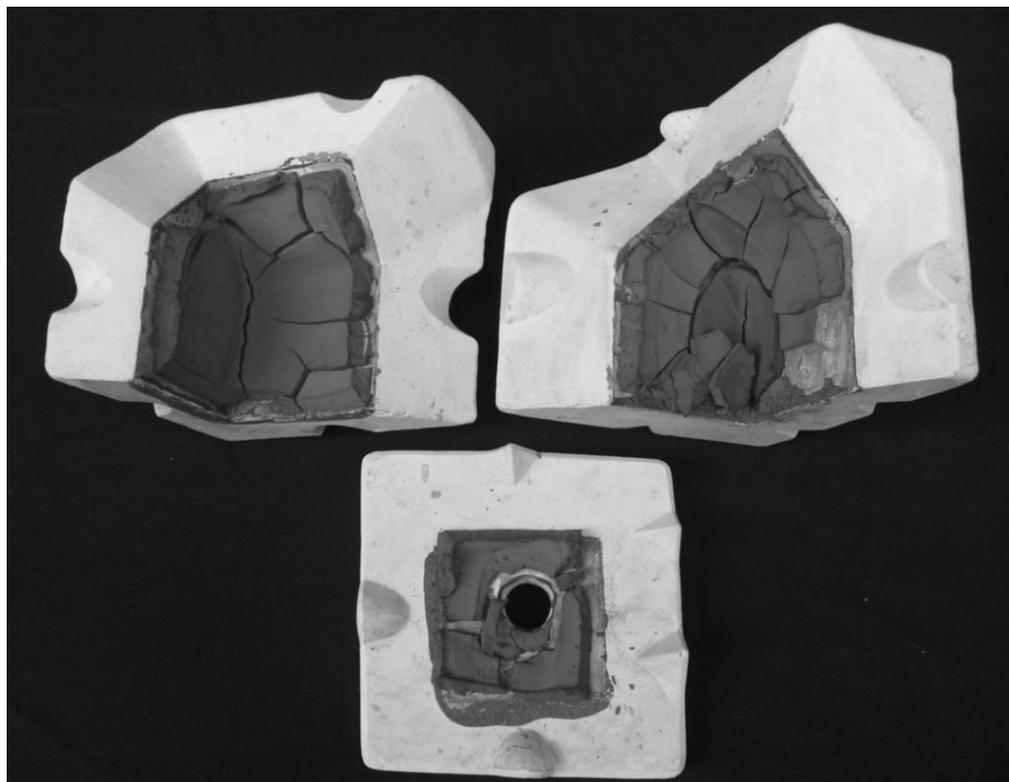
Figura 76. Curva de deflocação da barbotina com 50% em peso de água.



Fonte: Equipe do LACER/UFRGS.

Considerando-se os resultados das curvas de defloculação, optou-se pela barbotina com 70% em peso de pó de argila e 30% em peso de resíduo pó de aciaria, acrescida de 50% em peso de água e 0,2% de silicato de sódio neutro, formulação que apresentou menor viscosidade (800 cP) quando comparada com as demais barbotinas. A seguir foi realizado teste prático em um molde de gesso referente a uma figura que representa uma pequena casa (15 cm x 10 cm x 10 cm), com 3 tacelos e com orifício (respiro) maior que o molde da estatueta *O Laçador*. Apesar da baixa viscosidade, a referida barbotina não apresentou suficiente escoamento (vazão por gravidade) para viabilizar a fundição no molde de gesso, sendo acrescida de mais água até totalizar 100% em peso de água. Quando vertida, esta nova formulação de barbotina foi floculando e escorrendo aos borbotões. A Figura 77 mostra o resultado da fundição: peça com paredes grossas apesar do pouco tempo (2 minutos) antes da drenagem do excesso de barbotina (de modo a obter-se uma peça oca), bem como a presença de grandes rachaduras na peça antes mesmo do seu desprendimento dos 3 tacelos, inviabilizando assim outras fundições com esta formulação.

Figura 77. Resultado do teste da barbotina incorporada com 30% em peso de pó de aciaria vertida em molde de gesso resultando em uma peça com paredes grossas e rachadas.



Uma possível explicação para o não escoamento da referida barbotina poderia ser a tendência em geral das suspensões em floccular “*devido à subida da força iônica do meio*” (COSTA, 2009, p.13), fenômeno que poderia ter ocorrido pelo aporte de íons presentes no resíduo pó de aciaria. Segundo Catafesta et al. (2007) além da viscosidade, o escoamento da barbotina depende, entre outros fatores, da presença de aditivos e impurezas, da distribuição do tamanho de partículas, da área superficial, do pH da suspensão, da concentração de sólidos e do tipo de molde que pode ser de gesso ou de resina, evidenciando-se assim a necessidade de aprofundar estudos sobre a reologia destas barbotinas em trabalhos futuros.

Não tendo sido possível fundir a estatueta *O Laçador* com a barbotina incorporada com 30% em peso do resíduo, a seguir foi testada formulação com 80% em peso de pó de argila e 20% em peso do resíduo pó de aciaria, acrescida de 100% em peso de água e 0,2% em peso de silicato de sódio neutro. Contudo, esta formulação também não apresentou adequado escoamento, necessitando a utilização de uma seringa para injeção da barbotina e vibração manual do molde de gesso da estatueta *O Laçador*. O não escoamento desta barbotina determinou defeitos nas peças fundidas conforme mostra a Figura 78.

Figura 78. Defeitos em peça fundida com incorporação de 20% em peso de pó de aciaria.



Prosseguindo-se a investigação quanto ao escoamento, após a fundição da estatueta com barbotina incorporada com 20% em peso de pó de aciaria, foram testadas barbotinas incorporadas com 15%, 10% e 5% em peso de pó de aciaria, acrescidas de 100% em peso de água e 0,2% em peso de silicato de sódio neutro (Tabela 18). Conforme esperado, a redução do resíduo facilitou o escoamento das barbotinas no molde de gesso, mas manteve-se a necessidade de injeção com seringa e vibração manual do molde. Após o processo de secagem, as estatuetas “a verde” foram posicionadas dentro do forno elétrico (Figura 79).

Tabela 18. Formulações de barbotinas testadas na fundição por colagem de barbotina da estatueta *O Laçador* (% em peso).

Argila	Pó de Aciaria	Defloculante	Água
80	20	0,2	100
85	15	0,2	100
90	10	0,2	100
95	5	0,2	100

Figura 79. Estatuetas *O Laçador* “a verde” dentro do forno elétrico.



### 3.3.7 Secagem e Sinterização da Estatueta *O Laçador*

Na abertura do forno elétrico após o processo de sinterização das estatuetas a 1220°C, observou-se os seguintes resultados (Figura 80):

- Permaneceram na posição ortostática: duas peças fundidas com a porcelana Biscuit Volpetiz (indicadas com a letra P) e três peças fundidas com barbotina incorporada com 5% em peso do resíduo pó de aciaria (indicadas com o número 5).
- Não permaneceram na posição ortostática: demais peças fundidas com barbotinas incorporadas com 10%, 15% e 20% em peso do resíduo (indicadas respectivamente com os números 10, 15 e 20). Este resultado deve-se a deformações ocorridas principalmente na perna direita que é a perna de apoio da estatueta *O Laçador*, evidenciando-se assim o ponto mais suscetível na geometria da peça.

Figura 80. Abertura do forno após sinterização a 1220°C: (P) peças fundidas com a porcelana Biscuit Volpetiz; peças fundidas com barbotinas incorporadas com (5) 5% em peso; (10) 10% em peso; (15) 15% em peso; (20) 20% em peso do resíduo pó de aciaria.



A Figura 81 mostra um exemplar de cada barbotina sinterizada a 1220°C. As peças fundidas com a porcelana Biscuit Volpetiz não apresentaram deformação, resultado esperado visto que esta barbotina era sinterizada a 1280°C na antiga fábrica Biscuit Volpetiz. Observa-se também que as peças fundidas com barbotinas incorporadas com o resíduo pó de aciaria apresentaram deformações proporcionais à concentração do resíduo, fato que indica a ação fundente do referido resíduo.

Figura 81. Exemplos das diferentes barbotinas após sinterização a 1220°C: (P) porcelana Biscuit Volpetiz e barbotina incorporada com (5) 5% em peso; (10) 10% em peso; (15) 15% em peso; (20) 20% em peso do resíduo pó de aciaria.



Com o intuito de investigar o tipo de deformação ocorrido na perna de apoio das estatuetas incorporadas com o resíduo pó de aciaria, foram fundidas mais três estatuetas com barbotina da Tecnoarte Cerâmica Ltda, com faixa de sinterização entre 900°C e 1250°C e comercializada em Porto Alegre pelo Atelier Selmo Ramos. A fundição pela técnica de colagem de barbotina e os processos de secagem e sinterização a 1220°C das três estatuetas seguiram a mesma metodologia das demais estatuetas, contudo, sem incorporação do resíduo pó de aciaria. As deformações apresentadas pelas três estatuetas foram semelhantes às deformações apresentadas pelas estatuetas incorporadas com o resíduo pó de aciaria, ou seja, ocorreu novamente deformação da perna direita que é a perna de apoio da escultura (Figura 82). Estes resultados sugerem que este é o ponto mais

vulnerável na geometria da peça, tendência que pode ser transposta das estatuetas para a estátua *O Laçador*. Neste sentido, cabe enfatizar que a tecnologia 3D utilizada no presente trabalho mapeou a área superficial da estátua permitindo a criação de modelos 3D virtuais e reais. Para inspeção quanto à presença de defeitos ou rachaduras que possam comprometer a estrutura da estátua *O Laçador*, sugere-se a investigação com gamagrafia em futuros trabalhos.

Figura 82. Deformação na perna de apoio em três estatuetas fundidas com barbotina comercial, sem incorporação do resíduo pó de aciaria e sinterizadas a 1220°C.



Com o objetivo de aperfeiçoar a habilidade técnica para confecção das estatuetas, foram confeccionadas nove estatuetas com a referida barbotina da Tecnoarte. As fundições foram feitas através da técnica de colagem de barbotina, sem incorporação do resíduo pó de aciaria, e os processos de secagem e sinterização, agora a 1000°C, seguiram a mesma metodologia das demais estatuetas. Na referida temperatura, as estatuetas apresentaram-se porosas, mas sem deformações (Figura 83). Estes resultados são compatíveis com produtos cerâmicos sinterizados em baixa temperatura (1000°C) onde o processo de vitrificação ocorre em menor intensidade.

Figura 83. Ausência de deformações em nove estatuetas fundidas com barbotina comercial, sem incorporação do resíduo pó de aciaria e sinterizadas a 1000°C.



Neste trabalho, a primeira fundição da estatueta sinterizada, com a porcelana Biscuit Volpetiz a 1220°C, comprovou a funcionalidade do molde de gesso bem como a possibilidade de confecção da estatueta *O Laçador* pela técnica de colagem de barbotina, um dos objetivos deste trabalho. A incorporação do resíduo pó de aciaria na barbotina, outro objetivo deste trabalho, comprometeu proporcionalmente o escoamento das barbotinas durante o processo de fundição e causou a deformação das peças quando sinterizadas a 1220°C. Incorporações do resíduo pó de aciaria em teores inferiores a 20% em peso e/ou sinterização em temperaturas inferiores a 1220°C, poderiam resultar na diminuição ou mesmo na ausência de deformações, contudo, estas condições não foram submetidas aos ensaios de lixiviação e solubilização, demandando assim, novos ensaios de compatibilidade ambiental.

Por fim, pode-se concluir que foi possível a requalificação da estatueta *O Laçador* através da pesquisa de tecnologia 3D com Scanner a Laser Móvel, da prototipagem em impressora 3D e da fundição da estatueta na técnica de colagem de barbotina. Neste processo, as inúmeras tentativas e erros para fundição e sinterização das 24 estatuetas, evidenciaram a complexidade de manufatura e consequente necessidade de mão de obra com habilidade técnica para confecção da estatueta *O Laçador*. Constatou-se também que o processo de transformação do objeto real (escultura de Caringi) em objeto virtual (arquivo digital 3D) para nova transformação em objeto real (protótipo) e, finalmente a reprodução da estatueta (em cerâmica), guardou as características e limitações das técnicas e dos materiais utilizados (Figura 84).

Figura 84. (a) Estátua *O Laçador*; (b) modelo virtual 3D; (c) protótipo e (d) estatueta em cerâmica.



Fonte: (a) adaptado de Salis (2008, p.79); (b) Equipe do LdSM/UFRGS; (c) imagem fotográfica cedida por Daniel Terres; (d) autora do presente trabalho.

Também pode-se concluir que a realização desta pesquisa acadêmica que contou com a colaboração de colegas, professores e outros profissionais, contribui para visibilidade e preservação da estátua *O Laçador* e com a memória do grande estatuário gaúcho, Antonio Caringi. O modelo virtual 3D e o protótipo da estátua *O Laçador* foram disponibilizados para a PMPA, firmando-se assim parceria para continuidade e desdobramento desta pesquisa em trabalhos futuros (Anexo F).

## CONCLUSÕES

O presente trabalho propôs o desenvolvimento científico e tecnológico de um produto local, qual seja a requalificação da estatueta *O Laçador*, comercializada em diferentes materiais e em diversos pontos turísticos do Rio Grande do Sul, em referência à escultura de Antonio Caringi, localizada na principal entrada de Porto Alegre. Através da contextualização histórica deste monumento, patrimônio histórico e cultural e que simboliza o povo gaúcho, da pesquisa de tecnologia 3D com Scanner a Laser Móvel, da prototipagem em impressora 3D e da fundição da estatueta na técnica de colagem de barbotina, este trabalho exemplifica uma possibilidade de ação do designer em um projeto de Design e Território.

A construção social da identidade do gaúcho baseia-se na mitificação do herói formador do povo sul-rio-grandense e materializa-se na estátua *O Laçador*, obra mais famosa de Antonio Caringi. A instalação deste peão de estância, em espaço urbano no final da década de 1950, ocorreu em decorrência do momento literário e historiográfico do regionalismo gaúcho, também denominado gauchismo. Uma vez extinta a figura do gaúcho marginal em meados do século XIX, passou a ser possível a sua idealização baseada no sentimento coletivo de um passado glorioso como reação às constantes mudanças de um mundo cada vez mais urbano, industrializado, moderno e hostil.

Para a digitalização 3D da estátua *O Laçador* que mede 4,45 m de altura, aos quais devem ser acrescidos 2,20 m da altura do pedestal e aproximadamente mais 5 m da altura da coxilha do Sítio do Laçador, a equipe do LdSM/UFRGS buscou previamente adquirir experiência em campo digitalizando a estátua *Cahy* que representa uma figura humana em escala natural e encontra-se na Praça Dom Sebastião, também em Porto Alegre. A digitalização 3D da estátua *Cahy* foi realizada em final de tarde, no mês de dezembro, sendo necessária a utilização de lonas para controle de luminosidade. A *Cahy* é a estátua mais mutilada entre os *Afluentes do Guaíba* e a tecnologia de digitalização 3D pode auxiliar no registro e documentação da estatuária, podendo contribuir com projetos de conservação e restauros, sejam virtuais ou reais.

Obtendo-se êxito com a digitalização e modelagem virtual 3D da estátua *Cahy*, a equipe do LdSM/UFRGS repetiu o processo com a estátua *O Laçador* contanto com o auxílio de um caminhão-cesto para aproximação entre o scanner e a

estátua. A escolha da lente do scanner, a qual decorre da relação entre precisão e distância, recaiu sobre a lente *WIDE* que permite a digitalização a cerca de 1 m de distância. A escolha pelo horário noturno decorreu das dimensões da estátua, pois não seria viável controlar a luminosidade diurna com a utilização de lonas. Porém, a escuridão noturna não permitiu a visualização da área a ser digitalizada no monitor do scanner, questão que foi resolvida com a utilização de uma lanterna portátil.

A modelagem virtual 3D da estátua *O Laçador*, ressaltou a presença de pronunciadas características da estética masculina na face e no corpo da estátua *O Laçador*, já observadas em outras obras de Caringi, em especial, na figura masculina do *Monumento Nacional ao Imigrante*. Pode-se afirmar que a sólida formação acadêmica de Caringi quanto aos preceitos da plástica monumental, permitiu ao escultor escolher dentro de seu repertório formal, as necessárias características para representação do herói mítico.

O modelo virtual 3D da estátua *O Laçador* foi encaminhado para o Instituto Nacional de Tecnologia, no Rio de Janeiro, onde foi prototipado com 25 cm de altura em impressora 3D de prototipagem rápida. A possibilidade de manusear fisicamente o protótipo da estatueta *O Laçador* evidenciou o cuidado do escultor com a correção da perspectiva da estátua que deve ser contemplada sobre o seu pedestal, ou seja, de baixo para cima.

O protótipo permite a reprodução do objeto que pode ser feita em cerâmica ou em outros materiais como ligas metálicas, polímeros ou talvez, com maior apelo comercial, em chocolate. No presente trabalho, de caráter científico-tecnológico, optou-se pela reprodução da estatueta em cerâmica de modo a incorporar o resíduo pó de aciaria na argila refratária, pois as vantagens ambientais e econômicas da reciclagem de resíduos estão interligadas e devem ser consideradas pelo designer.

Para a confecção do molde de gesso da estatueta buscou-se mão de obra especializada devido à complexidade da geometria da peça. Foram encontradas duas fábricas de bibelôs de porcelana em Porto Alegre: a Porcelana Rebis, fundada em 1956 e a Porcelana Biscuit Volpetiz, que funcionou entre meados das décadas de 1970 e 1990. O processo minucioso e oneroso de produção de porcelana demandando mão de obra especializada e experiente, as mudanças na receptividade dos tradicionais bibelôs pelo mercado consumidor e a tão comentada “invasão dos produtos chineses” são desafios para o funcionamento de pequenas fábricas locais de bibelôs de porcelana.

A confecção do molde de gesso com 14 tacelos foi realizada pelo Sr. Volpetiz (Anexos D e E) e, a primeira fundição foi realizada com a porcelana Biscuit Volpetiz, comprovando assim a funcionalidade do molde de gesso. Devido às proporções diminutas do protótipo, alguns detalhes não foram realizados no molde de gesso como as extremidades da faca e as esporas. Para a produção em série da estatueta *O Laçador*, estes e outros ajustes teriam que ser realizados, como a ponta do tirador que deveria ter sua espessura aumentada de modo a diminuir sua fragilidade.

No LACER/UFRGS, foram caracterizados a argila refratária e o resíduo pó de aciaria, matérias-primas utilizadas na fundição por colagem de barbotina da estatueta *O Laçador*. A composição química da amostra do resíduo pó de aciaria mostrou que o referido resíduo constituiu-se principalmente de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ZnO}$  e também de elementos tóxicos como  $\text{PbO}$  e  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , sendo classificado como resíduo Classe I – Perigoso conforme a norma técnica brasileira. Neste trabalho, a incorporação deste resíduo na argila teve objetivo experimental e visou à possibilidade de inertização dos elementos tóxicos na matriz cerâmica. Obviamente a utilização deste resíduo como matéria-prima na fabricação de bibelôs ou de outros produtos como proposição de um projeto de Design e Território, seria discutida com a comunidade local interessada após orientação técnica de profissionais competentes quanto à toxicidade do referido resíduo. Seriam necessárias adaptações no processo de produção visando à segurança e o desenvolvimento socioeconômico e ambiental, sendo provavelmente necessário contar-se com a contribuição de atores governamentais.

Foram confeccionadas 10 amostras para cada formulação de argila incorporada com 0%, 20%, 30%, 40% e 50% em peso do resíduo pó de aciaria. As amostras foram conformadas por prensagem e queimadas em forno elétrico a  $1220^\circ\text{C}$  com taxa de aquecimento de  $2^\circ\text{C}/\text{min}$ . Os resultados obtidos nos ensaios de propriedades físicas e mecânicas indicam que a incorporação do resíduo pó de aciaria na argila refratária promoveu a sinterização das amostras evidenciada pela redução da porosidade, bem como, aumento da retração linear, da densificação e da resistência mecânica, classificando-se as amostras, conforme as normas brasileiras, como grês, quando incorporadas com 20% em peso do resíduo, e como porcelanato, quando incorporadas com 30%, 40% ou 50% em peso do resíduo.

Os ensaios de lixiviação e solubilização sugerem que os elementos tóxicos analisados foram inertizados, indicando que as amostras incorporadas com valores

entre 20% e 50% em peso do resíduo pó de aciaria e sinterizadas a 1220°C são ambientalmente seguras conforme as normas brasileiras. A capacidade de inertização de resíduos pode ser atribuída à microestrutura das cerâmicas tradicionais que podem apresentar um vasto espectro de composições e uma larga distribuição do tamanho das partículas embebidas em uma fase vítrea. Assim, a incorporação de elementos tóxicos em massas cerâmicas capazes de propiciar a vitrificação (sinterização por fase líquida) pode ser uma alternativa para a disposição de resíduos perigosos.

Para a fundição da estatueta *O Laçador* por colagem de barbotina foi investigado no LACER/UFRGS a defloculação da barbotina incorporada com 30% em peso do resíduo pó de aciaria, visto que maiores concentrações do resíduo ocasionaram pequenas bolhas nas amostras sinterizadas a 1220°C. A barbotina assim preparada não apresentou adequado escoamento, resultando em uma peça com paredes grossas e rachadas. A seguir a concentração do resíduo pó de aciaria foi reduzida para 20%, 15%, 10% e 5% em peso sendo que ainda assim a barbotina não apresentou adequado escoamento. Empregando-se vibração manual e o uso de seringa, estas novas composições de barbotina foram então injetadas dentro do molde de gesso da estatueta *O Laçador*. As dez estatuetas assim fundidas e as duas estatuetas fundidas com a porcelana Biscuit Volpetiz foram sinterizadas a 1220°C. As duas estatuetas de porcelana não apresentaram nenhuma deformação, mostrando-se assim refratárias a temperatura de 1220°C, fato esperado visto que esta barbotina era sinterizada a 1280°C na Porcelana Biscuit Volpetiz. As dez estatuetas sinterizadas com barbotinas incorporadas com o resíduo pó de aciaria apresentaram deformações principalmente na perna direita que é a perna de apoio da estatueta, evidenciando o ponto de maior vulnerabilidade da peça. As deformações apresentadas pelas peças incorporadas com o resíduo pó de aciaria mostraram-se proporcionais à concentração do resíduo pó de aciaria indicando assim a ação fundente do referido resíduo a 1220°C. Pode-se inferir que a utilização deste resíduo em quantidades a serem investigadas, visando à redução de temperatura nos processos de sinterização cerâmica, em especial em placas cerâmicas de revestimento, pode ter vantagens ambientais e econômicas com a redução de consumo de energia.

A fundição e sinterização das estatuetas com a porcelana Biscuit Volpetiz comprovaram a funcionalidade do molde de gesso bem como a possibilidade de

confeção da estatueta *O Laçador* pela técnica de colagem de barbotina, um dos objetivos deste trabalho. Porém, a incorporação do resíduo pó de aciaria na barbotina, outro objetivo deste trabalho, comprometeu proporcionalmente o escoamento das barbotinas no molde de gesso, bem como promoveu deformações na perna de apoio das estatuetas quando sinterizadas a 1220°C. Incorporações do resíduo em teores inferiores a 20% em peso e/ou sinterização em temperaturas inferiores a 1220°C, poderiam resultar na diminuição ou mesmo na ausência de deformações, contudo, nestas condições talvez não seja criada suficiente quantidade de fluxo viscoso para a necessária vitrificação, demandando assim novos ensaios de lixiviação e solubilização em trabalhos futuros.

Entre as doze estatuetas fundidas com barbotina comercial da Tecnoarte, sem incorporação do resíduo pó de aciaria, três estatuetas sinterizadas a 1220°C apresentaram deformações na perna de apoio, comprovando a vulnerabilidade deste ponto da geometria da peça. Esta tendência pode ser transposta para a estátua *O Laçador* e a integridade da estátua poderia ser investigada, em trabalhos futuros, através da técnica de gamagrafia. Por outro lado, nove estatuetas sinterizadas a 1000°C apresentaram-se porosas e sem deformações, sendo estes resultados compatíveis com produtos cerâmicos sinterizados nesta temperatura, onde o processo de vitrificação ocorre em menor intensidade. Nesta etapa prática, foi possível aprimorar a habilidade técnica necessária para confecção em cerâmica da estatueta *O Laçador*.

Por fim, este trabalho mostrou ser possível o aprimoramento de um produto local com o auxílio do Design e Tecnologia, e teve por objetivo avaliar a aplicabilidade da tecnologia 3D na reprodução em cerâmica da estatueta *O Laçador*. O modelo virtual 3D e o protótipo da estátua *O Laçador* foram disponibilizados para a PMPA, firmando-se assim parceria para continuidade e desdobramento desta pesquisa em trabalhos futuros (Anexo F). Igualmente, as quatro estátuas em mármore, remanescentes do século XIX, *Gravatahy*, *Jacuchy*, *Cahy* e *Sino* a qual teve o braço esquerdo recentemente quebrado tornando-se quase tão mutilada quanto à sua réplica *Cahy* são, sem dúvida, merecedoras de pesquisas futuras. Também foi objetivo deste trabalho contribuir com a visibilidade e preservação de um monumento que é patrimônio histórico e cultural, bem como contribuir com o resgate da memória do grande escultor gaúcho Antonio Caringi, nome a ser lembrado junto ao monumento *O Laçador*.

## SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Aprofundar investigação da reologia das barbotinas incorporadas com o resíduo pó de aciaria.
- Desenvolver pesquisa sobre a incorporação do resíduo pó de aciaria em massa cerâmica para fabricação de placas de cerâmica de revestimento.
- Investigar a viabilidade socioeconômica e ecológica de reproduzir a estatueta *O Laçador* em outros materiais, bem como comparar a fidedignidade destas estatuetas em relação à escultura de Caringi.
- Digitalizar tridimensionalmente a estátua *Cahy* e os demais *Afluentes do Guaíba* (estátuas *Sino*, *Gravatahy* e *Jacuhy*) permitindo futuros trabalhos de conservação e restauros virtuais ou reais.
- Investigar a integridade da estátua *O Laçador* quanto à presença de defeitos ou rachaduras através da técnica de gamagrafia, uma vez que a digitalização 3D utilizada no presente trabalho permite apenas a avaliação da área superficial e da volumetria.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACADEMIA BRASILEIRA DE LETRAS. 2011. **Biografia de Augusto Meyer**.

Disponível em:

<<http://www.academia.org.br/abl/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=289&sid=175&pl=printerview>> Acesso em: 06 nov. 2011.

ACHUTTI, Luiz Eduardo Robinson. **Ensaio Fotográfico Monumentos de Caringi pelo Olhar do Fotógrafo Achutti**. Folder da exposição realizada no Salão Alberto Pasqualini, Palácio Piratini, Porto Alegre, de 23 de agosto a 2 de setembro de 2005).

ACRI, Edison. **O Gaúcho, Usos e Costumes**. Porto Alegre: Grafosul, 1985. 180p. il.

ALBAGLI, Sarita. Território e Territorialidade. In: BRAGA, Christiano; MORELLI, Gustavo; LAGES, Vinícius Nobre. **Territórios em Movimento: Cultura e Identidade como Estratégia de Inserção Competitiva**. Brasília, DF: Relume Dumará, 2004. p.23-69.

ALBECHE, Daysi Lange. **Imagens do Gaúcho: História e Mitificação**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 1996. 152p. (Coleção História: 13)

ALBERS, A.P.F.; MELCHIADES, F.G.; MACHADO, R., BALDO, J.B.; BOSCHI, A.O. Um Método Simples de Caracterização de Argilominerais por Difração de Raios X. **Cerâmica**, São Paulo, v. 48, n. 305, jan/mar 2002.

ALVES, José Francisco. **A Escultura Pública de Porto Alegre: História, Contexto e Significado**. Porto Alegre: Artfolio, 2004. 264p. il.

ALVES, José Francisco. 2011. Informação oral do curador-chefe do MARGS.

AMARAL, Paulo César B. do. **100 Anos de Antonio Caringi - Apresentação**. Folder da exposição realizada no Salão Alberto Pasqualini, Palácio Piratini, Porto Alegre, de 23 de agosto a 2 de setembro de 2005.

AMBIENTALISTAS mostram ceticismo. **Correio do Povo**, Porto Alegre, p.18, 13 jun. 2012.

ANTROPOFAGIA. **Enciclopédia Itaú Cultural: Artes Visuais**. 2010. Disponível em: <[http://www.itaucultural.org.br/aplicexternas/enciclopedia\\_ic/index.cfm?fuseaction=termos\\_texto&cd\\_verbete=74](http://www.itaucultural.org.br/aplicexternas/enciclopedia_ic/index.cfm?fuseaction=termos_texto&cd_verbete=74)> Acesso em: 15 nov. 2011.

ARANTES, Antonio A. Cultura e Territorialidade em Políticas Sociais. In: BRAGA, Christiano; MORELLI, Gustavo; LAGES, Vinícius Nobre. **Territórios em Movimento: Cultura e Identidade como Estratégia de Inserção Competitiva**. Brasília:Relume Dumará, 2004. p.85-130.

ARAUJO, Nelma Camêlo. **Beneficiamento e Utilização de Argila**. Resposta Técnica da Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais – CETEC. 2007. Disponível em: <<http://sbtr.ibict.br/upload/sbtr6066.pdf>> Acesso em: 25 jan. 2008.

ASSIS BRASIL, Luiz Antônio. As Mãos do Escultor. In: CARINGI, Amadeus; BARCELLOS, Marília (Org.), Caringi: Antonio Caringi - O Escultor dos Pampas. Porto Alegre: Nova Prova, 2008. p. 8-19. il.

ASSIS, Kleber Borges de. Inaugurado dia 20 o Pavilhão do Rio Grande na Exposição de São Paulo. **Correio do Povo**, Porto Alegre, p.2 e16, 22 set 1954.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERÂMICA. Informações Técnicas: Definições e Classificação. 2011. Disponível em:  
<<http://www.abceram.org.br/site/index.php?area=4&submenu=46>> Acesso em: 23 fev. 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR6222**: Materiais Refratários - Determinação do Cone Pirométrico Equivalente. Rio de Janeiro, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR9778**: Argamassa e concreto endurecidos - Determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR10004**: Resíduos sólidos – classificação. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR10005**: Lixiviação de resíduos – procedimento. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR10006**: Solubilização de resíduos - procedimento. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR10157**: Aterro de Resíduos Perigosos – critérios para projeto, construção e operação - procedimentos. Rio de Janeiro, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR13818**: Placas cerâmicas para revestimento – especificação e métodos de ensaios. Rio de Janeiro, 1997.

AMERICAN SOCIETY for TESTING and MATERIALS. **ASTM C373**: Standard Test Method for Water Absorption, Bulk Density, Apparent Porosity and Apparent Specific Gravity of Fire Whiteware Products. Pennsylvania, 1988(2006).

ASSUNÇÃO, Fernando O. **El Gaucho**: su Espacio y su Tiempo. Montevidéo: Arca, 1969. 274p.

ABETRE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS. **Perfil do setor de tratamento de resíduos e serviços ambientais**. 2006. (Disponibilizado por e-mail pelo diretor da ABETRE - [diogenes@abetre.org.br](mailto:diogenes@abetre.org.br)).

AZARA, Felix de. (1784) Geografía Física y Esférica de las Provincias del Paraguay, y las Misiones Guaraníes. **Manuscrito Felix de Azara, capitão de navio, pertencente à Biblioteca Nacional de Montevidéo; SCHULLER, Rodolfo R.**

**(Org.):** Montevideu: [s.n.], 1904. Disponível em:  
<<http://books.google.com.br/books?id=WqEpAAAAYAAJ&printsec=frontcover&dq=Geografia+F%C3%ADsica+y+Esferica+de+las+Provincias+del&hl=pt-BR&sa=X&ei=Rm8dT7C5CKf10gHBIOHpAQ&ved=0CDsQ6AEwAA#v=onepage&q=Geografia%20F%C3%ADsica%20y%20Esferica%20de%20las%20Provincias%20del&f=false>> Acesso em: 22 jan. 2012.

BASEGIO, Tania Maria. **Imobilização do Íon Cromo Oriundo de Cinzas da Incineração de Serragem de Couro em Corpos Cerâmicos Vitrificados**. 2004. 118 p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalurgia e de Materiais (PPGEM). Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

BASEGIO, Tania Maria; BERUTTI, Felipe; POKORNY, Andréa; BERNARDES, Andréa Moura; BERGMANN, Carlos Pérez. **Utilização de Pó de Aciaria no Processo de Fabricação de Telhas Cerâmicas**. Trabalho não publicado, realizado pelo PPGEM – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais, Escola de Engenharia no LACER/UFRGS, 2012.

BASTOS, Ronaldo Marcos. **Porto Alegre: uma História Fotográfica. O Teatro e o Guaíba**. 2012. Disponível em:  
<[http://ronaldofotografia.blogspot.com.br/2010\\_08\\_01\\_archive.html](http://ronaldofotografia.blogspot.com.br/2010_08_01_archive.html)> Acesso em: 14 abr. 2012.

BELEZA FERIDA, A: O Vandalismo é uma Permanente Ameaça aos Monumentos de Nossas Praças. **Jornal do Comércio**, Porto Alegre, p.2, 02 ago 1996.

BERALDIN, J-A.; PICARD, M.; EI-HAKIM, S. F.; GODIN, G.; VALZANO, V.; BANDIERA, A.; LATOUCHE, C. **Virtualizing a Byzantine Crypt by Combining High-resolution Textures with Laser Scanner 3D Data**. 2012. Disponível em:  
<<http://212.189.136.205/index.php/vbc/article/viewFile/7343/6661>> Acesso em: 24 jan. 2012.

BIOGRAFIAS. **Augusto Meyer**. 2011. Disponível em: <[http://www.netsaber.com.br/biografias/ver\\_biografia\\_c\\_4121.html](http://www.netsaber.com.br/biografias/ver_biografia_c_4121.html)> Acesso em: 06 nov. 2011.

BERNARDES, Laudo J. L.; BERNARDES, Laura B. **Granulação em Siderurgia: Resíduo de Aciaria Elétrica 2**. Disponível em:  
<[http://www.wamgroup.com/index.asp?ind=pubblication\\_list.asp&idDivision=2&idLang=102&idBranch=62&bkg=no](http://www.wamgroup.com/index.asp?ind=pubblication_list.asp&idDivision=2&idLang=102&idBranch=62&bkg=no)> Acesso em: 16 jan 2012.

BERTULANI, Carlos A. **Ensino de Física a Distância: Viscosidade, Turbulência e Tensão Superficial**. 2012. Disponível em:  
<<http://www.if.ufrj.teaching/fis2/hidrodinamica/viscosidade.html>> Acesso em: 29 fev. 2012.

BIGELLI, Eduardo Monteiro. **Utilização de Escória de Chumbo em Massa Cerâmica Vermelha**. 2005. 205 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia (PIPE). Engenharia e Ciência dos Materiais do Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

BOHNS, Neiva Maria Fonseca. Década de 50: Sopram os Novos Ares. In: GOMES, Paulo (Org.). **Artes Plásticas no Rio Grande do Sul: uma Panorâmica**. Porto Alegre: Lahtu Sensus, 2007. p.96-115. il.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Artigo 216.

BRASIL. **Decreto-Lei nº 25**, de 30 de novembro de 1937: organiza a proteção do patrimônio histórico e artístico nacional.

BRASIL. **Lei nº 6.938**, de 31 de agosto de 1981 – dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação.

BRASIL. **Lei nº 9.605**, de 12 de fevereiro de 1998 – dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente.

BRASIL. **Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)** – Lei Federal nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Disponível em:  
<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)> Acesso em: 14 jan. 2012

BREVIARY TECHNICAL CERAMICS. **Silicate Ceramics**. 2012. Disponível em:  
<[www.keramverband.de/brevier\\_engl/3/4/1/3\\_4\\_1.htm](http://www.keramverband.de/brevier_engl/3/4/1/3_4_1.htm)> Acesso em: 14 mar. 2012.

BROOKFIELD ENGINEERING LABORATORIES. **What is Viscosity?** 2005/2012. Disponível em: <[www.brookfieldengineering.com/education/what-is-viscosity.asp](http://www.brookfieldengineering.com/education/what-is-viscosity.asp)> Acesso em: 10 mar. 2012.

BRUGUERA, Jordi. **Manual Práctico de Cerámica**. Barcelona: Omega, 1984. 335p.

CADASTRO de monumentos. Secretaria Municipal de Porto Alegre, Supervisão de Parques, Praças e Jardins, Setor de Monumentos, 2011.

CALLAGE, Roque. Agonia no Pampa. **Correio do Povo**, Porto Alegre, p.2, 1º dez 1911.

CALLISTER Jr, William D. **Fundamentos da Ciência e Engenharia de Materiais: uma abordagem integrada**. Rio de Janeiro: LTC, 2006. 702p. il.

CAPITAL conclui projeto do Sítio do Laçador: área próxima ao aeroporto Salgado Filho terá espaço para atividades cívicas e estacionamento para carros e ônibus. **Jornal do Comércio**, Porto Alegre, p.24, 07 dez 2006.

CARTILHA de monumentos inseridos em praças e parques de Porto Alegre: conhecendo o passado e preservando o futuro. Porto Alegre: SMAM; Departamento de Monumentos, 2010. 32p. il.

CATAFESTA, J.; ANDREOLA, R.; PEROTTONI, C.A.; ZORZI, J.E. Colagem da Barbotina de Aluminas Submicrométricas Comerciais. **Cerâmica**, São Paulo, v. 53, n. 325, jan/mar 2007.

CHIRIVINO, Dirceu. Há um Século no Correio do Povo: Agonia do Pampa – O Gaúcho. **Correio do Povo**, Porto Alegre, p.20, 04 dez 2011.

CHUCKMAN'S Photos on Wordpress. **Hermann Hahn**. 2012. Disponível em: <<http://chuckmanchicagonostalgia.wordpress.com/2011/05/09/photo-chicago-goethe-sculpture-to-be-set-in-lincoln-park-sculptor-herman-hahn-in-munich-1913/photo-chicago-goethe-sculpture-to-be-set-in-lincoln-park-sculptor-herman-hahn-in-munich-1913/>> Acesso em 30 jan. 2012.

CONI, Emilio A. **El Gaucho**: Argentina, Brasil, Uruguai. Buenos Aires: Solar, Hachette, 1969. 328p.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - **Resolução n.313/2002** – dispõe sobre o inventário nacional de resíduos industriais.

COSTA, Marisa Célia da Silva Resende da. **Reciclagem de Caco Chacotado em Pastas de Porcelana de Cozedura Rápida para Utilização Industrial**. 2009. 63p. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia Cerâmica e do Vidro. Escola de Engenharia, Universidade de Aveiro, Aveiro, 2009.

DAROLT, Radamés Darós. Influência da Distribuição de Tamanho de Partículas sobre a Piroplasticidade em Porcelanato Técnico em Função do Procedimento de Moagem. **Cerâmica Industrial**, [S.l.], v.16, n. 3, p. 29-34, maio/junho, 2011 .

DOBERSTEIN, Arnaldo Walter. Escalada, Caringi e o Gauchismo na Estatuária. In: CLEMENTE, Elvo (org.). **Integração**: Artes, Letras e História. Porto Alegre: EDIPUCRS, 1995. p.79-84. il.

DOBERSTEIN, Arnaldo Walter. **Estatuários, Catolicismo e Gauchismo**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2002. 372p. il.

DOCUMENTO frustrante. Ambientalistas que participam da Conferência no Rio discordam do texto final acordado ontem. **Correio do Povo**, Porto Alegre, p.18, 20 jun 2012.

DOMÍNGUEZ, E. A.; ULLMANN, R. “Ecological bricks” made with clays and steel dust pollutants. **Applied Clay Science**, [S.l.], v.11, p. 237-249, 1996.

DUARTE, Lauren da Cunha; JUCHEM, Pedro Luiz; PULZ, Gênova Maria; BRUM, Tânia Mara Martini de; CHODUR, Nelson; LICCARDO, Antônio; FISCHER, Adriane Comin; ACAUAN, Roberta Bonatto. Aplicações de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) e Sistema de Energia dispersiva (EDS) no Estudo de Gemas: exemplos brasileiros. **Pesquisas em Geociências**, v.30, n.2, p. 3-15, 2003.

ENCYCLOPEDIA BRITANNICA MOBILE. **Stages in the Slip Casting of a Thin-walled Whiteware Container**. 2012. Disponível em: <<http://www.google.com.br/imgres?q=slip+casting&um=1&hl=pt-BR&sa=N&biw=1280&bih=921&tbm=isch&tbnid=HYv8kPb9sRan8M:&imgrefurl=http://m.eb.com/assembly/260&docid=Omvk9g4niF1Z5M&imgurl=http://media.web.britannica.com/eb-media/85/1585-004->>

168972D1.gif&w=600&h=400&ei=0ghET7\_pJ8n3gged7JWtCA&zoom=1&iact=hc&vpx=393&vpy=153&dur=52467&hovh=183&hovw=275&tx=130&ty=136&sig=108257878353288661933&page=1&tbnh=127&tbnw=191&start=0&ndsp=30&ved=0CEoQrQMwAg> Acesso em: 21 fev. 2012.

EUROPA en Guerra: 1939-1945. **Arno Brecker**. 2012. Disponível em: <<http://europaenguerria1939-1945.blogspot.com/2012/01/arno-breker-el-escultor-de-camara-de.html>> Acesso em: 24 jan. 2012.

ESTÁTUA do Laçador será retirada da armação hoje. **Zero Hora**, Porto Alegre, p.31, 14 mar 2007.

ESTÁTUAS de mármore são danificadas. **Correio do Povo**, Porto Alegre, p.19, 25 out 2012.

FERREIRA, Aurelio Buarque de Hollanda. **Pequeno Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa**. 11.ed. São Paulo: Civilização Brasileira, 1969. 1301 p.

FLORES, Moacyr. Gaúchos e Gauchos. In: CLEMENTE, Elvo (Org.). **Integração: Artes, Letras e História**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 1995, p.85-90.

FLORES, Moacyr. **Revolução dos Farrapos**. Porto Alegre: Ática, 1995. 48p.

FLORES, Moacyr. **Tropeirismo no Brasil**. Porto Alegre: Nova Dimensão, 1998. 92p.

FLORES, Moacyr. **Dicionário de História do Brasil**. 2.ed.rev.ampl. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2001. 637p. (Coleção História: 8)

FLORES, Moacyr. **República Rio-Grandense: Realidade e Utopia**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2002. 467p.

FLORES, Moacyr. **Gaúcho: História e Mito**. Porto Alegre: EST, 2007. 23p.

FLORES, Murilo. Desenvolvimento Territorial Rural: uma Proposta de Estudo para Apoio à Formulação de Políticas Públicas. In: BRAGA, Christiano; MORELLI, Gustavo; LAGES, Vinícius Nobre. **Territórios em Movimento: Cultura e Identidade como Estratégia de Inserção Competitiva**. Brasília, DF: Relume Dumará, 2004. p.157-177.

FLORES, Vitor. **Escultura Digital: para uma Nova Declinação da Matéria e do Tacto**. 2001. Disponível em: <<http://www.recil.grupolusofona.pt/handle/10437/599?show=full>> Acesso em: 24 jan. 2012

FONSECA, Juarez. Os Aiatolás Atacam Novamente. **Aplauso**, Porto Alegre, v. 64, p.26-31, mai. 2005.

FOURNIER, Robert. **Illustrated Dictionary of Practical Pottery**. 4. ed. Londres: A & C Black, 2000. 362p. il.

FRANCO, Sergio da Costa. **Guia Histórico de Porto Alegre**. Porto Alegre: UFRGS, 1988. 441p. il.

FRANZATO, Carlo. Design nel Progetto Territoriale. **Strategic Design Research Journal**, [S.l.], v.2, n.1, p.1-6, jan. 2009.

FREITAS, Décio. O Gaúcho: o Mito da “Produção sem Trabalho”. In: FREITAS, Décio (Org.) **RS: Cultura & Ideologia**. Porto Alegre: Mercado Aberto, 1980. p.7-24.

FURTADO, Marcelo Rijo. Aterros Especiais: Oferta Responsável Não Impede Descarte em Lixões. **Revista Química e Derivados**. [S.l.], n.434, fev. 2005. Disponível em: <<http://www.plastico.com.br/quimica/revista/qd434/aterros1.htm>> Acesso em: 20 jun. 2011.

GALE, John. **Pottery**. Londres: TY Books, 2001. 120p. il.

GERMAN, Randall M. **Liquid Phase Sintering**. Nova Iorque: Plenum Press, 1985. 240p. il.

GERMAN, Randall M. **Sintering**: a critical step. 2002. Disponível em: <<http://www.plasticstoday.com/articles/sintering-critical-step>> Acesso em: 20 jan. 2012.

GOLIN, Tau. **Identidades**: Questões sobre as Representações Socioculturais no Gauchismo. Passo Fundo: Clio; Méritos, 2004. 112p. il.

GOMES, Paulo. Sobre Antonio Caringi. In: CAIXA RESGATANDO A MEMÓRIA. Porto Alegre: Caixa Econômica Federal, 1998. p.79-95. il.

GOMES, Paulo. Bronze sobre Granito. In: CARINGI, Amadeus; BARCELLOS, Marília (Org.), Caringi: Antonio Caringi - O Escultor dos Pampas. Porto Alegre: Nova Prova, 2008. p. 20-32. il.

GOOGLE MAPAS. **Sítio do Laçador Porto Alegre**. 2012. Disponível em: <[http://maps.google.com.br/maps?hl=pt-BR&cp=29&gs\\_id=33&xhr=t&q=sitio+do+la%C3%A7ador+porto+alegre&gs\\_sm=&gs\\_upl=&bav=on.2,or.r\\_gc.r\\_pw.,cf.osb&biw=1280&bih=921&wrapid=tljp1327936538143056&um=1&ie=UTF-8&sa=N&tab=wl](http://maps.google.com.br/maps?hl=pt-BR&cp=29&gs_id=33&xhr=t&q=sitio+do+la%C3%A7ador+porto+alegre&gs_sm=&gs_upl=&bav=on.2,or.r_gc.r_pw.,cf.osb&biw=1280&bih=921&wrapid=tljp1327936538143056&um=1&ie=UTF-8&sa=N&tab=wl)> Acesso em 28 jan. 2012.

GUIMARÃES, Paulo. **Mudança do Local do Laçador**. 2007. Disponível em: <<http://chasquepampeano.com.br/albums/lacador/index.htm>> Acesso em: 11 nov. 2011.

GWÉZENNEC, Anne-Gwénaelle; HUBER, Jean-Christophe, PATISSON, Fabrice; SESSIECQ, Philippe; BIRAT, Jean-Pierre; ABLITZER, Denis. Dust Formation in Electric Arc Furnace: Birth of the Particles. **Powder Technology**, [S.l.], v.157, p.2-11, 2005.

HALBWACHS, Maurice. **Memória Coletiva**. São Paulo: Vértice, 1990. 189p.

HAGNI, Ann M.; HAGNI, Richard D.; DEMARS, Christelle. Mineralogical Characteristics of Electric Arc Furnace Dusts. **Journal of the Minerals (JOM)**, [S.l.], v.43, n.4, p. 28-30, april 1991.

HUYSSSEN, Andreas. **Seduzidos pela Memória**: Arquitetura, Monumentos, Mídia. Rio de Janeiro: Aeroplano, 2000. 120p.

INMETRO, INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. **Revestimentos cerâmicos**: pisos e azulejos. 1998. Disponível em: <[www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/revestimentos.asp](http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/revestimentos.asp)> Acesso em: 30 jun. 2011.

INSTITUTO AÇO BRASIL. **O Aço**: Processo Siderúrgico; Etapas. 2012. Disponível em: <[www.acobrasil.org.br](http://www.acobrasil.org.br)> Acesso em: 02 jan 2012.

INTERSCULPTUR. **Bienal de Escultura Digital**. 2011. Disponível em: <<http://www.arsmathematica.org/index-PG.html>> Acesso em 26 jan. 2012.

INSTRUTÉCNICA. **Análise de distribuição de tamanho de partículas**: Difração a laser (Fraunhöffer). 2011. Disponível em: <<http://www.instrutec.com.br/v2/produtos/particulas/Difracao.html>> Acesso em: 11 fev. 2012.

JANKE, D.; SAVOV, L.; VOGEL, M.E. Secondary materials in steel production and recycling. In: VON GLEICH, A. (ed.) et al. **Sustainable Metals Management**. Netherlands: Springer, 2006. p. 313-334.

JOUSTEN, Karl. **Handbook of Vacuum Technology**. Berlim: John Wiley Professio, 2008. 1040p.

KHRUSHCHEV, Sergei (org.). **Memoirs of Nikita Khrushchev**: Stateman 1953-1964. University Park: The Pennsylvania State University Press, 2007. 1126p.

KOLLER, David; LEVOY, Marc. Protecting 3D Graphics Content. **Communications of the ACM**. v.48, n.6, p.74-80, jun 2005.

KONICA MINOLTA Sensing, Inc. Non-contact 3D Digitizer Vivid 9i. Instruction Manual, Japan, 2006.

KRUCKEN, Lia. **Design e Território**: Valorização de Identidades e Produtos Locais. São Paulo: Studio Nobel; SEBRAE, 2009. 126p. il.

LABORATÓRIO de ANÁLISES de MINERAIS e ROCHAS. Tipos de Análises: Porosidade Aparente. 2012. Departamento de Geologia da Universidade Federal do Paraná (LAMIR). Disponível em: <[http://www.lamir.ufpr.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=14&Itemid=6](http://www.lamir.ufpr.br/index.php?option=com_content&view=article&id=14&Itemid=6)> Acesso em: 13 maio 2012.

LAÇADOR será transferido: novo local que abrigará o monumento, na avenida dos Estados, está com as obras adiantadas. **Correio do Povo**, Porto Alegre, p.6, 28 fev. 2007.

LAFORST, G.; DUCJESNE, J. Characterization and leachability of electric arc furnace dust made from remelting of stainless steel. **Journal of Hazardous Materials**. [S.l.], v.35, p.156-164, 2006.

LAGUNA Clay. **How to...Make and Adjust Casting Slip**. 2012. Disponível em: <<http://www.lagunaclay.com/support/art-of-slipmaking.php>> Acesso em: 19 mar. 2012.

LAHANIER, Christian; Schmitt, Francis; Le BOEUF, Patrick; AITKEN, Geneviève. **Mutli-spectral Digitasation and 3D Modelling of Paintings and Objects for Image Content Recognition, Image Classification and Multimedia Diffusion**. 2003. Disponível em: <[http://tech2.npm.gov.tw/da/eng/files/sourse/Multi-spectral\\_Digitisation\\_and\\_3D\\_Modelling\\_of\\_Paintings\\_and\\_Objects.pdf](http://tech2.npm.gov.tw/da/eng/files/sourse/Multi-spectral_Digitisation_and_3D_Modelling_of_Paintings_and_Objects.pdf)> Acesso em: 24 jan. 2012.

LAMBERTY, Salvador Ferrando. **ABC do Tradicionalismo Gaúcho**. Porto Alegre: Martins Livreiro, 1989. 146p.

LECLERC, N.; MEUX, E.; LECUIRE, J-M. Hydrometallurgical recovery of zinc and lead from electric arc furnace dust using mononitrioltriacetate anion and hexahydrated ferric chloride. **Journal of Hazardous Materials** [S.l.], v.91 p.257-270, 2002.

LEGLER, Helio Costet de Mascheville. **Controle de Porosidade em Fases Vítreas Formadas pela Ação de Fundentes em Cerâmicas Gresificadas**. 2006. 156p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalurgia e de Materiais (PPGEM). Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

LENZ, D.M.; MARTINS, F.B. Lead and Zinc Selective Precipitation from Leach Electric Arc Furnace Dust Solutions. **Revista Matéria**, [S.l.], v.12, n.3, p.503-509, 2007.

LEVOY, Marc; RUSINKIEWICZ, Szymon; GINZTON, Matt; GINSBERG, Jeremy; PULLI, Kari; KOLLER, David; ANDERSON, SEAN; SHADE, Jonathan; CURLESS, Brian; PEREIRA, Lucas; DAVIS, James; Fulk, Duane. **The Digital Michelangelo Project: 3D Scanning of Large Statues. Proceedings of the 27<sup>th</sup> annual Conference on Computer Graphics and Interative Techniques**, SIGGRAPH. 2000. p. 1-14. Disponível em: <<http://graphics.stanford.edu/projects/mich/>> Acesso em 26 jan. 2012.

LEVOY, Marc. **A Physical Replica of Michelangelo's David**. 2004. Disponível em: <<http://graphics.stanford.edu/projects/mich/replica/replica.html>> Acesso em: 13 fev. 2012.

LIMA, J. J. Pedroso de; CONCEIÇÃO, Maria Filomena. **Biofísica Médica**. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra, 2010. 225p.

LIXÃO do Gramacho Fecha as Portas e catadores buscam alternativas. Disponível em: <<http://g1.globo.com/rio-de-janeiro/noticia/2012/06/lixao-de-gramacho-fecha-portas-e-catadores-buscam-alternativas.html>> Acesso em: 25 jul. 2012a.

LIXÃO do Jardim Gramacho é Fechado no Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://veja.abril.com.br/noticia/brasil/lixao-de-jardim-gramacho-e-fechado-no-rio-de-janeiro>> Acesso em: 21 jul. 2012b.

LONGA lista de promessas. Conferência Rio+20 termina com muitos discursos, protestos de ONGs e texto final com 25 temas. **Correio do Povo**, Porto Alegre, p.20, 23 jun 2012.

MACHADO, A. T.; VALENZUELA-DIAZ, F.R.; SOUZA, C.A.C.; ANDRADE LIMA, L.R.P. Structural ceramics made with clay and steel dust pollutants. **Applied Clay Science**, [S.l.], v.51, n.4, p.503-506, 2011.

MACHADO, Janaína Gonçalves Maria da Silva; BREHM, Feliciane Andrade; MORAES, Carlos Alberto Mendes; SANTOS, Carlos Alberto dos; VILELA, Antônio Cezar Faria. Characterization Study of Electric Arc Furnace Dust Phases. **Materials Research**, v.9.n.1, p.41-45, 2006.

MADALENO, Erika Hanssen. Laçador é o Símbolo por Escolha do Povo. **Zero Hora**, Porto Alegre, p.40, 27 nov 1991.

MALISKA, Ana Maria. **Microscopia Eletrônica de Varredura**. Disponível em: <[http://www.materiais.ufsc.br/lcm/web-MEV/MEV\\_apostila.pdf](http://www.materiais.ufsc.br/lcm/web-MEV/MEV_apostila.pdf)> Acesso em: 29 nov. 2011.

MAIOR Lixão da América Latina Fecha. **Correio do Povo**, Porto Alegre, p.14, 04 jun 2012.

MATTISON, Steve. **The Complete Potter**. Nova Iorque: Barron's, 2003. 224p. il.

MARCONDES, Luiz Fernando. **Dicionário de Termos Artísticos**. Rio de Janeiro: Pinakothek, 1998. 381 p. il.

MEDEIROS, Patrícia Neves de, MEDEIROS, Amanda de Lucena, TAVARES, Mara Tatiane de Souza, HARIMA, Eiji. **Difusão de Conhecimento e Popularização da Ciência: Colagem de Barbotina e Esmaltação Cerâmica**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. 2012. Disponível em:<[http://scholar.googleusercontent.com/scholarq=cache:FwIMjqEZ7OcJ:scholar.google.com/+difus%C3%A3o+de+conhecimentos+colagem+de+barbotina&hl=pt-BR&as\\_sdt=0,5](http://scholar.googleusercontent.com/scholarq=cache:FwIMjqEZ7OcJ:scholar.google.com/+difus%C3%A3o+de+conhecimentos+colagem+de+barbotina&hl=pt-BR&as_sdt=0,5)> Acesso em: 21 fev. 2012.

MENEZES, R. R.; NEVES, G. A.; FERREIRA, H.C. O estado da arte sobre o uso de resíduos como matérias-primas cerâmicas alternativas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, [S.l.], v.6, n.2, p.303-313, 2002.

MERCADO LIVRE. Convite de Formatura de Paixão Côrtes. 2011. Disponível em: <[http://produto.mercadolivre.com.br/MLB-206336880-convite-de-formatura-de-paixao-cortes-de-1954-\\_JM](http://produto.mercadolivre.com.br/MLB-206336880-convite-de-formatura-de-paixao-cortes-de-1954-_JM)> Acesso em: 09 dez 2011.

METALLURGY For Dummies. Steelmaking Technology. 2011. Disponível em: <<http://www.steelmaking-technology/>> Acesso em: 03 jan. 2012.

MICROSCOPIA Eletrônica. Departamento de Geologia da Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 1995. Disponível em: <<http://www.degeo.ufop.br/laboratorios/microlab/mev.htm>> Acesso em: 29 nov. 2011.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2012. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=18&idConteudo=575&idMenu=>>> Acesso em: 02 jan. 2012.

MONEDASURUGUAY. Disponível em: <<http://www.monedasuruguay.com/ser/4-gaicho/1992.htm>> Acesso em: 21 nov 2011.

MONTEDO, O.R.K.; REITZ, G.M.; BERTAN, F.M.; PICCOLI, R.; HOTZA, D.; NOVAES de OLIVEIRA, A.P. Utilização de pó de aciaria em massa de cerâmica vermelha. **Cerâmica Industrial**, [S.l.], v.8, n. 5/6, p. 14-17, set./dez. 2003.

MONUMENTO o Laçador será transferido neste domingo. **Diário Oficial de Porto Alegre**, Porto Alegre, p.1, 09 mar. 2007.

MULLINGER, Peter e JENKINS, Barrie. **Industrial and Process Furnaces: Principles, Design and Operation**. Burlington: B-H, 2008. 524p. il.

NORA, Pierre. Entre Memória e História: a Problemática dos Lugares. **Projeto História**, São Paulo, n.10, p.7-40, dez. 1993. (*Les Lieux de Mémoire. I La République*, Paris, Gallimard, 1984, p.23-43, tradução de Yara Aun Houry)

NYIRENDA, R.L. The Processing of Steelmaking Flue-Dust: a Review. **Minerals Engineering**, [S.l.], v.4, n.7-11, p.1003-1025, 1991.

OLIVEIRA, Alberto Juvenal de. **Dicionário Gaúcho**: termos, expressões, adágios, ditados e outras barbaridades. Porto Alegre: AGE, 2005. 277p.

OLIVEIRA, G. E; HOLANDA, J. N. F. Reaproveitamento de Resíduo Sólido Proveniente do Setor Siderúrgico em Cerâmica Vermelha. **Cerâmica**, São Paulo, v. 50, n. 314, abr/jun 2004a.

OLIVEIRA, G. E.; HOLANDA, J. N. F. Análise do Impacto Ambiental Causado pela Utilização de Resíduo Sólido Proveniente do Setor Siderúrgico em Cerâmica Vermelha. **Cerâmica**, São Paulo, v. 50, n. 315, jul/set 2004b.

OLIVEN, Ruben George. **A Parte e o Todo**: a Diversidade Cultural no Brasil-Nação. Porto Alegre: Vozes, 1992. 143p.

ONGs não apoiam texto final. **Correio do Povo**, Porto Alegre, p.23, 21 jun 2012.

ORTEGA, Antonio César; JEZIORNY, Daniel Lemos. **Vinho e Território: a Experiência do Vale dos Vinhedos**. Campinas: Alínea, 2011. 200p. il.

PADILHA, Angelo Fernando. **Materiais de Engenharia**. 2.ed. São Paulo: Hemus, 2007. 352p. il.

PAIXÃO CÔRTEZ, João Carlos D'Ávila. **O Laçador: História de um Símbolo**. Porto Alegre: 35º Centro de Tradições Gaúchas, 1994. 69 p. il.

PAIXÃO CÔRTEZ, João Carlos D'Ávila. **O Laçador: Símbolo da Terra Gaúcha e sua Nova Morada**. Porto Alegre: [s.n.], 2008. 28 p. il.

PAIXÃO CÔRTEZ: **Vivências e Convivências**. O Violão de Baden Powell. (2010). Disponível em: <<http://paixaocortes.blogspot.com.br/2010/10/o-violao-de-baden-powell.html>> Acesso em 21 maio 2012.

PALENCIA, I.; ROMERO, R.; IGLESIAS, N.; CARRANZA, F. Recycling EAF dust leaching residue to the furnace: a simulation study. **Journal of the Minerals, Metals and Materials Society**. [S.l.], v.51, n.8, p. 28-32, Aug. 1999.

PAPINI, Claudemir José. **Estudo Comparativo de Métodos de Determinação do Tamanho de Partícula**. 2003. 129p. Dissertação (Mestrado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear – Materiais). Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

PAULA, Juarez de. Territórios, Redes e Desenvolvimento. In: BRAGA, Christiano; MORELLI, Gustavo; LAGES, Vinícius Nobre. **Territórios em Movimento: Cultura e Identidade como Estratégia de Inserção Competitiva**. Brasília:Relume Dumará, 2004. p.71-84.

PELINO, M., KARAMANOV, A., PISCIELLA, S., CRISUCCI, S., ZONETTI, D. Vitrification of electric furnace dusts. **Waste Management**. [S.l.], v.22, p.945-949, 2002.

PORTO Alegre comemorou com brilho o 123º aniversário da data farroupilha. **Correio do Povo**, Porto Alegre, p.20, 21 set 1958.

PREMIANI, Bruno; PREMIANI, Beatriz. **El Caballo**. Buenos Aires, Edigraf, 1975. 162p. il.

FRONTEIRAS. **Paixão Côrtes**. 2011. Disponível em: <<http://prosaeversosemfronteiras.blogspot.com/2011/07/paixao-cortes.html>> Acesso em: 09 dez. 2011.

RAMOS, Paula; GOMES, Paulo. Porto Alegre. 2008. **Série Catalogação Autores e Atores: Acervo Francisco Bellanca**. Disponível em: <<http://ufrgsweb.ufrgs.br/node/387>> Acesso em: 13 nov. 2011.

REBELATTO, Leandro. 2011. Informação oral do neto do fundador e atual proprietário da J. Rebellato, hoje denominada Bronzes Rebellato.

REED, James Stalford. **Principles of Ceramics Processing**. 2.ed. New York: Wiley-Interscience, 1995. 658p. il.

REMY, A.; GAY, M.; GONTHIER, R. **Materiais**. Curitiba: Hemus, 2002. 362p. il.

RESÍDUOS: tempo de prefeituras se reduz. **Correio do Povo**, Porto Alegre, p.2, 30 set 2012.

REVERBEL, Carlos. **O Gaúcho**: Aspectos da sua Formação no Rio Grande e no Rio da Prata. Porto Alegre: LPM, 1986. 109p.

RIO GRANDE DO SUL. **Lei Estadual nº 12.992**, de 16 de junho de 2008 – institui a estátua *O Laçador* como escultura-símbolo do Estado do Rio Grande do Sul e integrante do patrimônio histórico e cultural do Estado do Rio Grande do Sul.

RODRIGUES, Luciana Iodice; PUPO, Regiane Trevisan, CELANI, Gabriela. **A Digitalização 3D e a Prototipagem Rápida no Processo de Produção de Maquetes de Edifícios Históricos: o Uso de Técnicas de Curto alcance para a Produção de Ornamentos Arquitetônicos para Maquetes**. Seminário Nacional de documentação do Patrimônio Arquitetônico com o Uso de Tecnologias Digitais. Salvador/BA. (2010). Disponível em: <<http://www.fec.unicamp.br/~lapac/papers/rodrigues-pupo-celani2010.pdf>> Acesso em 25 jan. 2012.

SAÍDAS do Forno: Estão à Venda Novas Cópias de *O Pensador*, de Rodin. 2000. Disponível em: <[http://veja.abril.com.br/050400/p\\_163.html](http://veja.abril.com.br/050400/p_163.html)> Acesso em: 21 jan. 2012.

SALIS, Eurico. Fotografias. In: CARINGI, Amadeus; BARCELLOS, Marília (Org.), Caringi: Antonio Caringi - O Escultor dos Pampas. Porto Alegre: Nova Prova, 2008. 144p. il.

SEPLAG. Secretaria de Planejamento, Gestão e Participação Cidadã. **Orçamento 2009: Laçador Ilustra as Capas da Proposta Orçamentária e Orçamento das Estatais**. 2012. Disponível em: <[http://www.seplag.rs.gov.br/noticia.asp?cod\\_noticia=629](http://www.seplag.rs.gov.br/noticia.asp?cod_noticia=629)> Acesso em: 24 jan. 2012.

SHIMADZU DO BRASIL. **Espectrômetro de Fluorescência de Raios-X por Energia Dispersiva**. 2007. Disponível em: <<http://www.shimadzu.com.br/analitica/produtos/espectrometros/raios-x/eds/funciona.aspx>> Acesso em: 11 fev. 2012.

SILVA, Angelus Giuseppe Pereira da; ALVES JÚNIOR, Clodomiro. Teoria de sinterização por fase sólida: uma análise crítica de sua aplicação. **Cerâmica**, São Paulo, v.44, n.289, p.171-176, set./out. 1998.

SILVA, Fabio Pinto; DUARTE, Lauren C.; ROLDO, Liane; KINDLEIN Jr., Wilson. A Digitalização Tridimensional e sua Aplicação no Design de Produto. **Design & Tecnologia**, UFRGS, Porto Alegre, 2010. p.60-65

SILVA, Fabio Pinto da. Usinagem de Espumas de Poliuretano e Digitalização

Tridimensional para Fabricação de Assentos Personalizados para Pessoas com Deficiência. 2011. 186p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais (PPGEM). Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

SILVA, Míriam Cooper da. Reciclagem de Pó de Aciaria Elétrica como Matéria-Prima na Fabricação de Materiais Cerâmicos Argilosos: Controle das Emissões Atmosféricas de Zinco. 2006. 126p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais (PPGEM). Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

SIMON, Gilberto. **Porto Imagem**: Fontes Secas em Porto Alegre. 2011. Disponível em: <<http://portoimagem.wordpress.com/2011/05/02/fontes-secas-em-porto-alegre>> Acesso em 14 abr. 2012.

SOFILIC, Tahir; RASTOVCAN-MIOC, Alenka; CERJAN-STEFANOVIC, Stefica; NOVOSEL-RADOVIC, Vjera; JENKO, Monika. Characterization of Steel Mill Electric-Arc Furnace Dust. **Journal of Hazardous Materials** [S.l.], v.109, p.59-70, 2004.

SOUZA, C.A.C. de; MACHADO, A.T.; ANDRADE LIMA, I.R.P. de; CARDOSO, R.J.C. Stabilization of Electric-Arc Furnace Dust in Concrete. **Materials Research**. São Carlos, v. 13, n.4, p.513-519, out/dez 2010.

SOUZA PINTO, Oger. 2012. Informação oral do ortodontista e ortopedista facial.

SPALDING, Walter. **Pequena História de Porto Alegre**. Porto Alegre: Sulina, 1967. 321p. il.

TE ARA. **The Encyclopedia of New Zealand**. Electric Arc Furnace. 2012. Disponível em:<<http://www.teara.govt.nz/en/iron-and-steel/2/4>> Acesso em: 27 mar. 2012.

TEIXEIRA, Paulo César. Uma Estátua para Caringi. **Aplauso**, Porto Alegre, v. 65, p.12-15, jun. 2005.

TELOEKEN, Ana Caroline. Utilização de Lodo de Galvanoplastia em Massas Cerâmicas de Argila Vermelha para Obtenção de Produtos Cerâmicos Convencionais. 2011. 67p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais (PPGEM). Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

TERRAZAS, Carlos. (2012). Informação oral do cirurgião plástico.

TRECHO do passado que revive, Um. – A história de um soberbo chafariz – Das tristezas do abandono à recordação reabilitadora dos dias de hoje. **Correio do Povo**, Porto Alegre, p.3, 28 nov. 1924.

VARGAS, Alexandre da Silva; MASUERO, Angela Borges; VILELA, Antônio Cezar Faria. Estudo microestrutural e determinação do calor de hidratação em pastas de cimento Portland com pó de aciaria (PAE). **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v.4, n.2, p.7-18, abr./jun. 2004.

VIGANO, J. B.; WILBERG, K. Q.; KAUTZMANN, R. M.; LENZ, D. M. Recuperação de zinco do pó de exaustão de indústria siderúrgica em meio alcalino. **Revista Matéria**, [S.l.], v.9, n.4, p.437-444, 2004.

VOLTOLINI, Arlindo Roberto. Produção Brasileira de Pisos e Revestimentos Cerâmicos na Última Década. **Cerâmica Industrial**, [S.l.], v.16, n. 1, p. 12-14, janeiro/fevereiro, 2011.

VOTORANTIM SIDERURGIA. 2012. **Visita Virtual**: Como é o Processo de Fabricação do Aço. Disponível em: <<http://www.vsiderurgia.com.br/pt-br/aco/acos/Planos/visitaVirtual/Paginas/visitaVirtual.aspx>> Acesso em: 15 jan. 2012.

WORLD Hunger and Poverty Facts and Statistics. 2012. Disponível em: <<http://www.worldhunger.org/articles/Learn/world%20hunger%20facts%202002.htm>> Acesso em 01 jun. 2012.

WORLD STEEL ASSOCIATION. **Catalog Steel Statistical Yearbook 2011**. 2012, p.31. Disponível em: <<http://www.worldsteel.org/statistics/statistics-archive.html>> Acesso em: 16 jan. 2012.

YOUCAI, Z.; STANFORTH, R. Integrated hydrometallurgical process for production of zinc from electric arc furnace dust in alkaline medium. **Journal of Hazardous Materials**. [S.l.], v.80, p.223-240, 2000.

ZANONI, Cícero. Análise Exergética de um Forno Elétrico a Arco. 2004. 161p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Faculdade de Engenharia. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

ZCORPORATION. **Spectrum Z 510 3D Printer Hardware Manual**. 2007. Disponível em: <[https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:hnoPXLm\\_NccJ:isites.harvard.edu/fs/docs/icb.topic907832.files/ZCorp-Z510-UserManual.pdf+spectrum+z510+manual&hl=pt-BR&gl=br&pid=bl&srcid=ADGEESjfOIPZdtTo3q2Y8iCXN-c2l\\_Nz8lznz-hj7qQ8g4V4x3q0r9u253YtrZ3RrlvDvSK19ZKtlcMtwMgAH40R6YdAppNNILtpb40k0zY4jAuUSJ3UM8XITk1zbnmUKeQNXtkhCEpW&sig=AHIEtbQ5p9Ws3Pijgvey6n4L5q6zTctYVw](https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:hnoPXLm_NccJ:isites.harvard.edu/fs/docs/icb.topic907832.files/ZCorp-Z510-UserManual.pdf+spectrum+z510+manual&hl=pt-BR&gl=br&pid=bl&srcid=ADGEESjfOIPZdtTo3q2Y8iCXN-c2l_Nz8lznz-hj7qQ8g4V4x3q0r9u253YtrZ3RrlvDvSK19ZKtlcMtwMgAH40R6YdAppNNILtpb40k0zY4jAuUSJ3UM8XITk1zbnmUKeQNXtkhCEpW&sig=AHIEtbQ5p9Ws3Pijgvey6n4L5q6zTctYVw)> Acesso em 06 abr. 2012.

ZCORPORATION. **3D Systems. Products. Technical Specifications**. 2012. Disponível em: <<http://www.zcorp.com/en/Products/3D-Printers/Spectrum-Z510/Technical-Specifications308/spage.aspx>> Acesso em: 06 abr. 2012.

ZEGARRA, Jorge Rodolfo Escalante. Avaliação de Misturas Produzidas com Ligantes Asfálticos Peruanos Convencional PEN 60/70 e Modificados por Polímero SBS tipo I 60/60 e PG 76-22. 2007. 234p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Infra-Estrutura de Transportes. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade Federal de São Paulo, São Carlos, 2007.

## **APÊNCIDE**

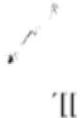
# Procedimentos para a digitalização 3D de monumentos públicos em Porto Alegre, com Scanner 3D a Laser Móvel do LdSM/UFRGS

- Solicitação de autorização junto à Supervisão de Parques, Praças e Jardins da Secretaria Municipal do Meio Ambiente (SMAM) com 15 dias de antecedência.
- Retirada da autorização na Supervisão de Parques, Praças e Jardins da SMAM (Anexos A e B).
- Solicitação da autorização junto à Coordenação de Memória Cultural da Secretaria da Cultura de Porto Alegre (Anexo C).
- Autorização do professor responsável, em formulário específico, para saída do equipamento do prédio da Escola de Engenharia da UFRGS.
- Registro da saída do equipamento na portaria do prédio da UFRGS.
- Pessoal para fazer a segurança da equipe e do equipamento.
- Equipamento Scanner 3D a Laser Móvel e respectivo tripé.
- Um *notebook* com 2 entradas *USB*.
- Um automóvel como fonte de energia ou outro tipo de fonte de energia.
- Um conversor de bateria de automóvel.
- Extensão da fiação elétrica e respectivas conexões.
- Lona para controle de luminosidade de dia ou escaneamento à noite.
- Registro do retorno do equipamento na portaria do prédio da UFRGS.
- À noite, lanterna portátil para iluminação da área a ser digitalizada.

**ANEXOS**

## Anexo A

Autorização da Supervisão de Parques, Praças e Jardins da  
Secretaria Municipal do Meio Ambiente / PMPA  
para digitalização 3D da estátua *Cahy*



PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE - PMPA  
SECRETARIA MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE - SMAM  
SUPERVISÃO DE PARQUES, PRAÇAS E JARDINS - SUPPJ

### TERMO DE COMPROMISSO - AUTORIZAÇÃO Nº 699/10

**Instituição Autorizada:** Laboratório de Desing e Seleção de Materiais/UFRGS

**CNPJ/CPF:** 955 310 840-72

**EndAv.** Osvaldo Aranha, 99/604

**Responsável:** Fábio Pinto da Silva

**E-mail:** Fabio.silva@ufrgs.br

**Fone:** 3308.3349 - 9824.0367

**Datas autorizadas:**

**Horário autorizado:** 17:00 horas às 20:00 horas

**Início da Montagem:** **Desmontagem:**

**Local do evento:** Pça. Dom Sebastião e o Monumento Estátua do Laçador

**Autorização para:**

- Participação de 05 pessoas.
- Uso de aproximadamente 18m2.
- Será usado equipamento scanner tridimensional.

**Evento:**

**Digitalização tridimensional do Monumento "Afluentes do Rio Guaíba"**

- **Base legal:** Decreto 15.343 de 30 de outubro de 2006 – Regulamento dos Parques Urbanos e Praças de Porto Alegre.

#### Condicionantes e Observações:

1. Pelo uso do espaço público para os fins solicitados, não será exigida compensação por tratar-se de evento de interesse social e/ou interesse comunitário e/ou interesse público.
2. Em consideração ao disposto no Decreto Municipal nº 8.185/83, é vedado o uso e operação de equipamentos sonoros que resultem em perturbação do sossego e bem estar público, sob pena do desligamento dos equipamentos por parte da Fiscalização da SMAM.
3. De acordo com parágrafo primeiro do artigo 27 do Decreto Municipal nº 15.343/06, todos os eventos (realizados em Parques e Praças públicas) deverão ser gratuitos ao público. Portanto é livre o acesso de pessoas nas áreas de Parques e Praças públicas do município de Porto Alegre.
4. Não é permitido o estacionamento de veículos sobre a área da Praça ou Parque. Veículos poderão ficar estacionados sobre a rua, próximo ao meio-fio da calçada da Praça ou Parque, desde que haja permissão para estacionamento de veículos no local, de acordo com as normas do trânsito. Fica autorizada a permanência do veículo sobre a praça durante os trabalhos.
5. Considerando a possibilidade de haverem outras autorizações da SMAM para áreas próximas à área autorizada, para a mesma data, a eventual instalação de equipamentos, bem como o desenvolvimento da atividade, deverão se dar de forma a compatibilizar-se com o espaço existente e com as demais instituições autorizadas.

*me*

*[Handwritten signature]*

6. Não poderão ser depredadas árvores, arbustos, gramados ou vegetação de qualquer espécie, bem como qualquer outro elemento vinculado ao local, responsabilizando-se pela pronta recuperação de qualquer dano ao patrimônio público que eventualmente venha a ocorrer e ainda pela limpeza posterior ao evento;
7. Qualquer tipo de comércio ficará condicionado à licença da SMIC desta Prefeitura;
8. Este órgão reserva-se o direito de cassar esta autorização no caso da não observância da mesma, sem que isso caiba qualquer recurso ao beneficiado ou seus pressupostos;
9. Proibido o acesso de veículos na área autorizada, sendo permitido apenas o acesso para carga e descarga;
10. Durante o evento o Autorizado deverá efetuar ação de educação ambiental pela preservação dos espaços públicos, respeito à arborização urbana e demais elementos do meio ambiente;
11. A exposição de material de divulgação, tais como: faixas, banners, folhetos, folders, dentre outros, deverá sempre contemplar o logotipo da SMAM;
12. Caso o evento tenha previsão de público superior a 500 (quinhentas) pessoas, deverão ser providenciadas as Autorizações da Brigada Militar, Guarda Municipal e a Empresa Pública de Transportes e Circulação – EPTC, que poderão vetar a realização, se este for o seu entendimento;
13. A Autorização para uso do Parque Urbano ou Praça não isenta o requerente de providenciar outras medidas necessárias à realização do Evento, como o recolhimento de seguros e taxas, limpeza, segurança, trânsito e abastecimento de energia;
14. As exigências contidas nesta Autorização são de conhecimento prévio da parte;
15. No caso de utilização de equipamentos esportivos dos Parques Urbanos e Praças, deverá ser anexada a Autorização da Secretaria Municipal de Esportes, Recreação e Lazer – SME;
16. No caso do AUTORIZADO não cumprir qualquer uma das obrigações contidas nesta Autorização acarretará multa simples no valor de R\$ 500,00, mais multa diária de R\$ 50,00 até o efetivo cumprimento da obrigação;
17. A autorização deverá ser apresentada quando solicitada ao servidor público municipal e ou fiscal;
18. A não utilização do espaço na data Autorizada, sem comunicação prévia à SUPPJ/SMAM, ocasionará o cancelamento da autorização, sem garantia para nova data.

E estando as partes, SUPPJ/SMAM, bem como o responsável pela atividade/evento acima nominado, de acordo com o disposto no presente Termo de Compromisso/Autorização, firmam o mesmo na presente data.

Porto Alegre, 24 de Novembro de 2010



Responsável pela atividade/evento  
acima nominado



Engº Agrº Carlos F. Rodrigues Py  
Supervisor da SUPPJ/SMAM  
Matrícula 98310.2/1

## Anexo B

Autorização da Supervisão de Parques, Praças e Jardins da  
Secretaria Municipal do Meio Ambiente / PMPA  
para digitalização 3D da estátua *O Laçador*



PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE - PMPA  
SECRETARIA MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE - SMAM  
SUPERVISÃO DE PARQUES, PRAÇAS E JARDINS - SUPPJ

### **TERMO DE COMPROMISSO - AUTORIZAÇÃO Nº 501/11**

**Instituição Autorizada:** Laboratório de Desing e Seleção de Materiais/UFRGS

**CNPJ/CPF:** 955.310.840-72

**End:** Av. Osvaldo Aranha, 99/604

**Responsável:** Fábio Pinto da Silva

**E-mail:** Fabio.silva@ufrgs.br

**Fone:** 3308.3349 - 9824.0367

**Datas autorizadas:** Durante o Mês de agosto

**Horário autorizado:** 18hs às 24hs

**Início da Montagem:**

**Desmontagem:**

**Local do evento:** Sítio do "Laçador"

**Autorização para:**

- Participação de 10 pessoas.
- Utilização de toda a área.
- Scanner Tridimensional(1m<sup>2</sup>) a ser aproximado a 1m do Monumento através de um caminhão cesto da empresa Darcy Pacheco.

**Evento:** DIGITALIZAÇÃO TRIDIMENSIONAL DO MONUMENTO "O LAÇADOR"

- **Base legal:** Decreto 15.343 de 30 de outubro de 2006 – Regulamento dos Parques Urbanos e Praças de Porto Alegre.

#### **Condicionantes e Observações:**

1. Pelo uso do espaço público para os fins solicitados, não será exigida compensação por tratar-se de evento de interesse social e/ou interesse comunitário e/ou interesse público.
2. Em consideração ao disposto no Decreto Municipal nº 8.185/83, é vedado o uso e operação de equipamentos sonoros que resultem em perturbação do sossego e bem estar público, sob pena do desligamento dos equipamentos por parte da Fiscalização da SMAM.
3. De acordo com parágrafo primeiro do artigo 27 do Decreto Municipal nº 15.343/06, todos os eventos (realizados em Parques e Praças públicas) deverão ser gratuitos ao público. Portanto é livre o acesso de pessoas nas áreas de Parques e Praças públicas do município de Porto Alegre.
4. Não é permitido o estacionamento de veículos sobre a área da Praça ou Parque. Veículos poderão ficar estacionados sobre a rua, próximo ao meio-fio da calçada da Praça ou Parque, desde que haja permissão para estacionamento de veículos no local, de acordo com as normas do trânsito.
5. Considerando a possibilidade de haverem outras autorizações da SMAM para áreas próximas à área autorizada, para a mesma data, a eventual instalação de equipamentos, bem como o desenvolvimento da atividade, deverão se dar de forma a compatibilizar-se com o espaço existente e com as demais instituições autorizadas.

*ama*

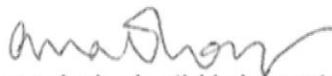
*R*

1

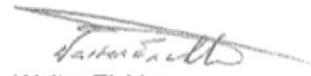
6. Não poderão ser depredadas árvores, arbustos, gramados ou vegetação de qualquer espécie, bem como qualquer outro elemento vinculado ao local, responsabilizando-se pela pronta recuperação de qualquer dano ao patrimônio público que eventualmente venha a ocorrer e ainda pela limpeza posterior ao evento;
7. Qualquer tipo de comércio ficará condicionado à licença da SMIC desta Prefeitura;
8. Este órgão reserva-se o direito de cassar esta autorização no caso da não observância da mesma, sem que isso caiba qualquer recurso ao beneficiado ou seus pressupostos;
9. Proibido o acesso de veículos na área autorizada, sendo permitido apenas o acesso para carga e descarga;
10. Durante o evento o Autorizado deverá efetuar ação de educação ambiental pela preservação dos espaços públicos, respeito à arborização urbana e demais elementos do meio ambiente;
11. A exposição de material de divulgação, tais como: faixas, banners, folhetos, folders, dentre outros, deverá sempre contemplar o logotipo da SMAM;
12. Caso o evento tenha previsão de público superior a 500 (quinhentas) pessoas, deverão ser providenciadas as Autorizações da Brigada Militar, Guarda Municipal e a Empresa Pública de Transportes e Circulação – EPTC, que poderão vetar a realização, se este for o seu entendimento;
13. A Autorização para uso do Parque Urbano ou Praça não isenta o requerente de providenciar outras medidas necessárias à realização do Evento, como o recolhimento de seguros e taxas, limpeza, segurança, trânsito e abastecimento de energia;
14. As exigências contidas nesta Autorização são de conhecimento prévio da parte;
15. No caso de utilização de equipamentos esportivos dos Parques Urbanos e Praças, deverá ser anexada a Autorização da Secretaria Municipal de Esportes, Recreação e Lazer – SME;
16. No caso do AUTORIZADO não cumprir qualquer uma das obrigações contidas nesta Autorização acarretará multa simples no valor de R\$ 500,00, mais multa diária de R\$ 50,00 até o efetivo cumprimento da obrigação;
17. A autorização deverá ser apresentada quando solicitada ao servidor público municipal e ou fiscal;
18. A não utilização do espaço na data Autorizada, sem comunicação prévia à SUPPJ/SMAM, ocasionará o cancelamento da autorização, sem garantia para nova data.

E estando as partes, SUPPJ/SMAM, bem como o responsável pela atividade/evento acima nominado, de acordo com o disposto no presente Termo de Compromisso/Autorização, firmam o mesmo na presente data.

Porto Alegre, 01 de Agosto de 2011



Responsável pela atividade/evento  
acima nominado



Walter Eichler  
Diretor da DAPPJ/SUPPJ/SMAM  
Matrícula 99786.1

## Anexo C

Autorização da Coordenação de Memória Cultural da  
Secretaria da Cultura de Porto Alegre / PMPA  
para digitalização 3D e prototipagem da estátua *O Laçador*

## AUTORIZAÇÃO DE SCANEAMENTO

Eu, Luiz Antônio Bolcato Custódio, Coordenador da Memória Cultural da Secretaria Municipal da Cultura de Porto Alegre, certifico que autorizamos o Scaneamento 3D do Monumento "O Laçador" realizado nos dias 10/08/2011 e 07/09/2011. Esse escaneamento foi realizado visando preservar o Patrimônio Histórico do Município de Porto Alegre. Fica autorizado também o uso destes dados de escaneamento 3D do Monumento "O Laçador" para a confecção de moldes, réplicas em miniatura e protótipos virtuais 3D no âmbito da Dissertação de Mestrado, com ênfase em Design e Tecnologia, da Sra. Ana Berenice Hubner Flores junto ao Programa de Pós-Graduação em Design da UFRGS.

Porto Alegre, 03 de maio de 2012.



Luiz Antônio Bolcato Custódio

*Luiz Antônio Bolcato Custódio*  
Coordenador da Memória Cultural-SMC  
Matr. 95748.6

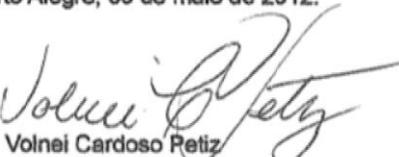
## Anexo D

Recibo da contratação de serviço  
para confecção da forma de gesso do protótipo *O Laçador*

## RECIBO

Eu, Volnei Cardoso Petiz, recebi de Sra. Ana Berenice Hubner Flores a quantia de R\$ 2.000,00 (dois mil reais), conforme cheque nominal número SB-000506 do Banco Itau referente ao pagamento de confecção de molde realizado com 14 tacelos de protótipo do Monumento "O Laçador". Foi esclarecido que o referido modelo "O Laçador" é parte integrante de sua Dissertação de Mestrado (PGDESIGN/UFRGS), e ainda, que o protótipo que me foi entregue para a confecção do molde foi realizado a partir de scaneamento 3D do Monumento "O Laçador" (autorizado pelo Sr. Luiz Antônio Bolcato Custódio, Coordenador da Memória Cultural da Secretaria Municipal da Cultura de Porto Alegre). Por esse motivo não deve ser copiado para outros fins que não seja o de sua pesquisa de Dissertação de Mestrado. Neste sentido, declaro que entreguei para a Sra. Ana Berenice Hubner Flores todos os moldes e modelos oriundos deste serviço de confecção de molde.

Porto Alegre, 06 de maio de 2012.

  
Volnei Cardoso Petiz

## Anexo E

### Termo de Cessão de Direitos

## TERMO DE CESSÃO DIREITOS

**CEDENTE:** ANA BERENICE HUBNER FLORES, brasileira, casada, estudante universitária, artista plástica, residente e domiciliada na rua Almirante Abreu, 163, Porto Alegre, RS, portadora da carteira de identidade nº 2012057507, e inscrita no CPF/MF sob o nº 419.306.060-87.

**CESSIONÁRIO:** UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (UFRGS), autarquia pública federal, com sede na Av. Paulo Gama, 110, em Porto Alegre, RS, inscrita no CGC/MF sob o número 92.969.856/0001-98, neste ato representada por sua Secretária de Desenvolvimento Tecnológico, por delegação de competência do Reitor da UFRGS, Prof. Carlos Alexandre Netto, objeto da Portaria nº 5705, de 31/10/2011, Prof<sup>a</sup>. Raquel Santos Mauler, inscrita no CPF/MF sob nº 432.887.587-68.

Pelo presente instrumento particular, nesta e na melhor forma de direito, o **CEDENTE**, cede ao **CESSIONÁRIO** o molde e os protótipos do Monumento "O Laçador", referente a realização do escaneamento 3D do referido monumento, parte integrante da "Dissertação de Mestrado" da CEDENTE, a título gratuito, sem qualquer restrição quanto à forma, tempo ou lugar, desde já ficando autorizadas quaisquer alterações que venham a ser consubstanciadas em futuras atualizações, modificações ou derivações tecnológicas.

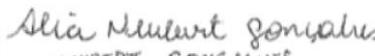
Por ser a expressão da verdade, este documento é assinado na presença de duas testemunhas, devidamente qualificadas que também o assinam.

Porto Alegre, 9 de agosto de 2012

**CEDENTE:**   
Nome: ANA BERENICE HUBNER FLORES  
CPF nº: 419.306.060-87

**CESSIONÁRIO:**   
Nome: Profa. Raquel Santos Mauler  
CPF: 432.887.587-68  
Secretária de Desenvolvimento Tecnológico

**Testemunhas:**  
Assinatura:   
Nome: ADALBERTO FELIPE DE OLIVEIRA  
CPF 292.188.100-49

Assinatura:   
Nome: ALICE NEUBERT GONÇALVES  
CPF 084.231.340-91

## Anexo F

Termo de Recebimento dos Resultados  
do Escaneamento 3D da Obra “O Laçador”  
e Autorização para Continuidade de Pesquisa

**TERMO DE RECEBIMENTO DOS RESULTADOS DO ESCANEAMENTO 3D DA OBRA "O LAÇADOR" E AUTORIZAÇÃO PARA CONTINUIDADE DE PESQUISA**

A PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE - PMPA, neste ato representada por seu representante legal, Sr. Luiz Antônio Bolcato Custódio, Coordenador da Memória Cultural da Secretaria Municipal da Cultura – CMC/SMC - , de acordo com sua estrutura organizacional, declara que:

considerando que o Laboratório de Design e Seleção de Materiais da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – LdSM/UFRGS - foi autorizado pela Supervisão de Parques, Praças e Jardins, da Secretaria Municipal do Meio Ambiente – SUPPJ/SMAM - , através do Termo de Compromisso – Autorização nº 511/2011, a realizar a digitalização tridimensional do Monumento "O Laçador";

considerando que o LdSM/UFRGS foi autorizado pelo Coordenador da Memória Cultural da SMC a realizar o escaneamento 3D do monumento "O Laçador" para confecção de moldes, réplicas em miniaturas e protótipos virtuais 3D no âmbito da dissertação de mestrado da Sra. Ana Berenice Hubner Flores, junto ao Programa de Pós-Graduação em Design – PGD -, da UFRGS;

vem, através desta declaração, informar que recebe, neste momento, o modelo virtual 3D da obra "O Laçador" e o seu protótipo, material resultante do trabalho que foi autorizado para ser realizado pelo LdSM/UFRGS. Frente a isso, reconhece e agradece o trabalho científico e tecnológico realizado de forma GRATUITA pela UFRGS, através do LdSM, e responsabiliza-se pela correta utilização do material suprarreferido, entregue neste ato. Declara, ainda, que o auxílio à preservação do Patrimônio Histórico Gaúcho, através do escaneamento 3D do monumento "O Laçador" e da confecção de moldes, réplicas em miniaturas e protótipos virtuais 3D, no âmbito da CMC/SMC, foi cumprido na íntegra para todos os seus efeitos legais.

Por fim, a PMPA, neste ato representada por seu representante legal, Sr. Luiz Antônio Bolcato Custódio, autoriza a continuação das pesquisas com a digitalização 3D do monumento "O Laçador" em outras linhas de estudos do LdSM/UFRGS, PGDesign/UFRGS e PPGEM/UFRGS, utilizando os moldes, protótipos e modelos virtuais da referida obra, sem fins comerciais.

Porto Alegre, 18 de setembro de 2012.



Luiz Antônio Bolcato Custódio

Luiz Antônio Bolcato Custódio  
Coordenador da Memória Cultural-SMC  
Metr. 95748,6