

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ - UFC
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA REGIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE - PRODEMA**

**TECNOLOGIAS E TÉCNICAS APROPRIADAS PARA O
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: O CASO DA INDÚSTRIA
CERÂMICA DE RUSSAS-CE**

José Manoel Albuquerque de Paula Pessoa

**Fortaleza – Ceará
2004**

JOSÉ MANOEL ALBUQUERQUE DE PAULA PESSOA

**TECNOLOGIAS E TÉCNICAS APROPRIADAS PARA O
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: O CASO DA
INDÚSTRIA CERÂMICA DE RUSSAS-CE**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Área de Concentração: Recursos Naturais e Política Ambiental.

Orientador:

Prof. Ph.D. Ruben Dario Mayorga

Co-orientadora:

Prof^a. Ph.D. Maria Irlles de Oliveira Mayorga

**Fortaleza – Ceará
2004**

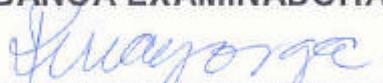
TECNOLOGIAS E TÉCNICAS APROPRIADAS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: O CASO DA INDÚSTRIA CERÂMICA DE RUSSAS-CE

Esta dissertação foi submetida como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente, sub-área: Recursos Naturais e Política Ambiental, outorgado pela Universidade Federal do Ceará, e encontra-se à disposição dos interessados na biblioteca da referida instituição. A citação de qualquer trecho desta dissertação é permitida, desde que seja feita de conformidade com as normas da ética científica.


José Manoel Albuquerque de Paula Pessoa

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 10 DE SETEMBRO DE 2004.

BANCA EXAMINADORA


Prof. Ph.D. Ruben Dario Mayorga
Universidade Federal do Ceará - UFC


Prof^a. Ph.D. Maria Irles de Oliveira Mayorga
Universidade Federal do Ceará - UFC


Dr. Lucas Antônio de Souza Leite
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA


Prof. Dr. Júlio Wilson Ribeiro
Universidade Federal do Ceará - UFC

Dedicatória

À minha mãe, Benedita.
À minha esposa Eni e aos meus
filhos, Adriano, Fernando e
Manoela.
Ao meu pai, Chico e ao meu avô
João, conservacionistas, que me
inspiraram, *in memorium*.

AGRADECIMENTOS

À Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial (NUTEC), pelo apoio e pela experiência obtida.

À coordenação, aos professores, aos funcionários e aos colegas do Programa Regional de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da UFC (PRODEMA), pelo empenho e oportunidade de realizar este trabalho.

À Assembléia Legislativa do Estado do Ceará, em especial ao seu presidente Deputado Marcos Cals, pelo incentivo e apoio.

À Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP) pela bolsa concedida.

Ao Sindicato da Indústria Cerâmica do Ceará (SINDCERÂMICA-CE), em especial ao seu presidente, Eng.^o Fernando A. Ibiapina Cunha, pela receptividade e colaboração.

Ao meu orientador Prof. Rubens Dario Mayorga e à minha co-orientadora Prof^a. Maria Irles de Oliveira Mayorga, pela competente e dedicada orientação.

Ao Eng.^o Químico Geraldo Luiz Pinheiro Silva, colega de trabalho no NUTEC e amigo, sem o qual este trabalho não teria sido possível.

Ao Prof. Manuel Osório Viana, pelo estímulo e contribuição.

Aos técnicos da SEMACE, IBAMA, SEFAZ e DNPM, pelas informações prontamente prestadas.

Aos proprietários e gerentes das indústrias cerâmicas que me receberam e responderam ao questionário aplicado.

Ao Eng.^o de Minas e amigo Dinamérico Cavalcante e Silva, pelos esclarecimentos prestados relativos à lavra de argila.

Ao Eng.^o Florestal e Professor da UFC Mauro Ferreira Lima, pelas informações referentes ao manejo florestal sustentável.

Ao Diretor Comercial da CEGÁS Eng.^o Gerardo Moreira de Carvalho, pela cordialidade e esclarecimentos relativo ao uso do gás natural no Ceará.

À Reproduções e Serviços Heliográficos Ltda. (COPHEL), pela atenção e apoio.

SUMÁRIO

	Pág.
1. INTRODUÇÃO	15
2. OBJETIVOS	20
3. REFERENCIAL TEÓRICO	21
3.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	21
3.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE TECNOLOGIAS E TÉCNICAS	23
3.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE INDÚSTRIA CERÂMICA	28
4. MATERIAL E MÉTODOS	30
4.1 ASPECTOS GERAIS DA ÁREA EM ESTUDO	30
4.2 FONTE DOS DADOS	35
4.3 MÉTODOS DE ANÁLISE	35
4.4 TÉCNICAS DE PESQUISA	35
4.5 VARIÁVEIS UTILIZADAS	37
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
5.1 ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS	39
5.2 SITUAÇÃO ATUAL SOB A DIMENSÃO AMBIENTAL E TECNOLÓGICA	42
5.2.1 Extração de argila	42
5.2.2 Preparação das matérias-primas e conformação das peças	45
5.2.3 Secagem	52
5.2.4 Queima	56
5.2.5 Perdas de produto	63
5.3 TECNOLOGIAS E TÉCNICAS APROPRIADAS PARA A CADEIA PRODUTIVA DA INDÚSTRIA CERÂMICA DE RUSSAS	67
5.3.1 Extração de argilas	67
5.3.2 Manejo florestal sustentável	72
5.3.3 Otimização da eficiência energética do processo produtivos da indústria cerâmica de Russas	75
6. CONCLUSÕES E SUGESTÕES	80
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Consumo de energia na indústria cerâmica do Ceará.	17
Tabela 2. Estado do Ceará – Os dez mais importantes municípios do estado do Ceará, por produção de peças cerâmicas.	18
Tabela 3. Alguns aspectos socioeconômicos da indústria cerâmica de Russas.	39
Tabela 4. Classificação das telhas e percentual de perdas em relação ao número total de peças enfiadas.	63

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Distribuição da indústria cerâmica no estado do Ceará.	15
Figura 2. Processo cerâmico (operações básicas).	28
Figura 3. Insumos e perdas na produção de cerâmica.	29
Figura 4. Mapa rodoviário do estado do Ceará com destaque para a cidade de Russas.	34
Figura 5. Fluxograma do processo produtivo da indústria cerâmica de Russas.	45
Figura 6. Extração de argilas com recuperação de área e aproveitamento para a piscicultura.	69
Figura 7. Manejo florestal sustentável.	73
Figura 8. Recuperação de calor em fornos do tipo chama reversível.	77

LISTA DE FOTOS

Foto 1. João-de-barro (<i>Furnarius rufus</i>) construindo o seu ninho.	24
Foto 2. Praça principal da cidade de Russas, tendo-se ao fundo a Prefeitura municipal.	30
Foto 3. Placa em frente à Prefeitura Municipal de Russas, explicando a curiosa origem do nome da cidade e do município	31
Foto 4. Carnaubal no município de Russas-CE.	33
Foto 5. Distrito de Flores (Russas-CE), com destaque para as chaminés das indústrias cerâmicas e, ao fundo, a Chapada do Apodi, que separa o estado do Ceará do estado do Rio Grande do Norte.	36
Foto 6. Cerâmica paralisada e aparentemente desativada, no município de Russas.	40
Foto 7. Área minerada e degradada, alagada durante a estação das chuvas que, além de descaracterizar a paisagem, pode servir como foco de vetores transmissores de doenças.	43
Foto 8. Pá carregadeira em fase inicial de extração irregular de argila, no município de Russas, fazendo inadequadamente o serviço de um trator de esteira.	44
Foto 9. Argila umedecida em processo de decomposição de matérias orgânicas.	46
Foto 10. Mistura manual de argila.	47
Foto 11. Eliminação visual de pedriscos e raízes.	48
Foto 12. Instalação da Indústria Tabuleirense de Máquinas Ltda – ITAMAQ.	49
Foto 13. Instalações da empresa Aureliano Máquinas e Serviços Ltda. em Limoeiro do Norte, tendo-se ao centro uma máquina extrusora em processo de fabricação.	50
Foto 14. Máquina extrusora em processo de fabricação, na Indústria Tabuleirense de Máquinas Ltda – ITAMAQ.	50
Foto 15. Máquina cortadora e rebarbadora em operação no distrito de Flores, de fabricação local.	51
Foto 16. Maquinário cerâmico em operação, fabricado em Russas.	52
Foto 17. Peças cerâmicas estocadas em grades de madeira sob galpão, para secagem.	53
Foto 18. Telhas expostas ao sol para secagem final antes de serem encaminhadas para a queima nos fornos.	53

Foto 19. Porta de secador artificial que utiliza o ar quente proveniente da câmara de um forno em fase de resfriamento da carga.	54
Foto 20. Peças cerâmicas em vagonete, no interior de um secador artificial.	55
Foto 21. Galpão para secagem de peças coberto com telhas transparentes, encontrado em uma das cerâmicas visitadas.	55
Foto 22. Fornalha de um forno intermitente, em indústria cerâmica visitada na microrregião do Baixo Jaguaribe, na qual a área de estudo está inserida.	56
Foto 23. Interior da câmara de um forno de chama-reversível, com destaque para os furos no piso, por onde saem os gases quentes durante a queima e pedaços de peças quebradas e perdidas (rejeitos).	57
Foto 24. Forno tipo chama reversível queimando lenha fina, havendo indicação de corte precoce, com a conseqüente perda de capacidade de suporte.	58
Foto 25. Três minifúndios no distrito de Flores. Observar as cercas de separação.	59
Foto 26. Carrada de lenha proveniente de área de caatinga.	60
Foto 27. Carrada de lenha resultante da substituição de copa de cajueiro.	61
Foto 28. Área em fase de desmatamento com o aproveitamento da lenha, que é bastante fina, tudo indicando que posteriormente serão extraídos os materiais argilosos, sendo os mesmos talvez destinados às indústrias cerâmicas, vistas ao fundo.	61
Foto 29. Telhas queimadas em fase de resfriamento, usando-se ventilador radial, que em seguida vão ser classificadas.	64
Foto 30. Peças defeituosas e perdidas em conseqüência da falta de caracterização dos materiais argilosos empregados e do proporcionamento correto.	65
Foto 31. Pavimentação de pátio usando-se rejeitos cerâmicos.	66
Foto 32. Estrada vicinal melhorada com o uso de rejeitos cerâmicos.	66
Foto 33. Galpão para secagem natural em indústria cerâmica da região do Vale do Jaguaribe que tem troncos de carnaubeiras como elemento estrutural na cobertura bem como aberturas com controle para facilitar a circulação e a renovação do ar.	68
Foto 34. Pequeno trator de esteira empilhando materiais argilosos na região norte do estado.	69
Foto 35. Placa em frente ao CENTEC de Limoeiro do Norte anunciando a realização do exame de seleção para o 1º Curso de Monitoramento e Controle Ambiental, entre outros ofertados, o que constitui uma iniciativa bastante louvável, tendo em vista a degradação ambiental da região do Vale do Jaguaribe.	71

- Foto 36.** Áreas propícias à implantação de planos de manejo florestal sustentável às margens da rodovia de acesso ao distrito de Flores. 74
- Foto 37.** Forno protótipo para cerâmicas vermelhas, em desenvolvimento pelo CTGÁS na região metropolitana de Natal-RN. 75
- Foto 38.** Lenha estocada ao relento em plena estação das chuvas, no município de Russas. 78
- Foto 39.** Galpão utilizado na secagem de castanhas de caju, cuja concepção poderia ser empregada na estocagem e secagem de lenha e peças cerâmicas durante o período das chuvas. 79
- Foto 40.** Portas de fornalhas em fornos de uma indústria cerâmica de Russas. 79

RELAÇÃO DE SIGLAS

ASCAJU	Associação dos Cajucultores do Ceará
BNB	Banco do Nordeste do Brasil
CEBDS	Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável
CEGÁS	Companhia de Gás do Ceará
CENTEC	Instituto Centro de Ensino Tecnológico
CNI	Confederação Nacional das Indústrias
CNTP	Condições Normais de Temperatura e Pressão
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CTGÁS	Centro de Tecnologia do Gás
DNOCS	Departamento Nacional de Obras contra as Secas
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
FIEC	Federação das Indústrias do Estado do Ceará
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia
GTZ	Deutsh Gesellshast für Technisch Zusammenarteit (Sociedade Alemã para a Cooperação Técnica)
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IPECE	Instituto de Pesquisa e Estratégia do Ceará
IPLANCE	Instituto de Planejamento do Ceará
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo
ITAMAQ	Indústria Tabuleirense de Máquinas Ltda
NUTEC	Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial do Estado do Ceará
ONU	Organizações das Nações Unidas
P+L	Produção Mais Limpa
SEBRAE	Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SEFAZ	Secretaria da Fazenda do Estado do Ceará
SEINFRA	Secretaria da Infra-estrutura do Estado do Ceará
SEMACE	Superintendência Estadual do Meio Ambiente
SENAI	Serviço Nacional da Indústria

UICN	União Internacional para a Conservação da Natureza
UNEP	United Nations Environment Programme (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente)
UNIDO	United Nations Industry and Development Organization (Organização das Nações Unidas para a Indústria e o Desenvolvimento)
WBCSD	World Business Council for Sustainable Development (Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável)

RESUMO

A indústria da cerâmica vermelha no estado do Ceará tem grande importância socioeconômica por gerar renda, emprego e propiciar produtos com preços acessíveis para a construção civil, contribuindo, assim, para a melhoria da qualidade de vida, principalmente por estar presente em todas as regiões do estado. Por outro lado, o setor industrial em questão ocasiona geralmente grande impacto ambiental ao realizar a extração das matérias-primas (argila) sem planejamento técnico prévio e fazer uso intensivo de lenha em fornos com baixa eficiência energética, o que contribui significativamente para a desertificação, a erosão, a poluição, a redução da biodiversidade, o esgotamento das reservas minerais e florestais, a descaracterização da paisagem e a redução dos solos agricultáveis.

Diante do exposto, estabeleceu-se como objetivo avaliar a situação atual sob a dimensão tecnológica e ambiental da indústria cerâmica do município de Russas, onde existe a maior concentração de empresas desse setor, através da aplicação de questionários a empresas e da pesquisa junto aos órgãos competentes, apresentando-se a maneira eficiente de empregar as tecnologias e as técnicas.

Chegou-se à conclusão de que a indústria cerâmica de Russas, em geral, apresenta sua sustentabilidade comprometida em termos sociais, econômicos e ambientais. No entanto, com a implementação de programas e projetos voltados para a utilização das tecnologias e técnicas sugeridas, acredita-se que a situação possa ser revertida.

Palavras-chave: indústria cerâmica, impacto ambiental, desenvolvimento sustentável, tecnologias e técnicas apropriadas.

ABSTRACT

The red tile industry of Ceará state is of enormous socio-economic importance in terms of income generation, employment opportunities and supply of products with prices which are accessible to the civil construction sector. This contributes towards improvement of quality of life in all regions of the state. On the other hand, the aforementioned industrial sector generally causes a significant environmental impact upon extraction of raw materials (clays) without prior technical planning and as a result of making intensive use of wood-burning kilns of low energy-efficiency. This contributes significantly towards desertification, erosion, pollution, loss of biodiversity, devastation of mineral and forest reserves, as well as decharacterization of the landscape and reduction of arable soils.

In view of the above, the aim was established of evaluating the current situation from a technological and environmental standpoint in the framework of the ceramic industry in the county of Russas, where there is a large concentration of enterprises in this sector. This aim was accomplished through application of questionnaires in companies and research at the entities responsible, in order to arrive at the most efficient way in which technology and techniques should be employed.

It was concluded that the sustainability of the ceramic industry in Russas, in general, is compromised in social, economic and environmental terms. Nevertheless, with implementation of programs and projects geared towards utilization of the technology and techniques suggested, it is believed that the situation can be reverted.

Key-words: ceramic industry, environmental impact, sustainable development, appropriate technology and techniques.

1. INTRODUÇÃO

A indústria cerâmica no estado do Ceará, notadamente voltada para a produção de telhas e tijolos vermelhos, tem grande importância socioeconômica por gerar cerca de 8.000 empregos diretos e renda correspondente à comercialização de aproximadamente 123.000 milheiros de peças cerâmicas por mês, destinadas ao próprio estado e a outros da região Nordeste (SINDCERÂMICA-CE et al., 2002). Além disso, contribui para a melhoria da qualidade de vida da população, ao reduzir os custos da construção civil, estando presente em 85 municípios integrantes de todas as regiões do estado, de acordo com a Figura 1 abaixo e a Tabela apresentada no Anexo A.

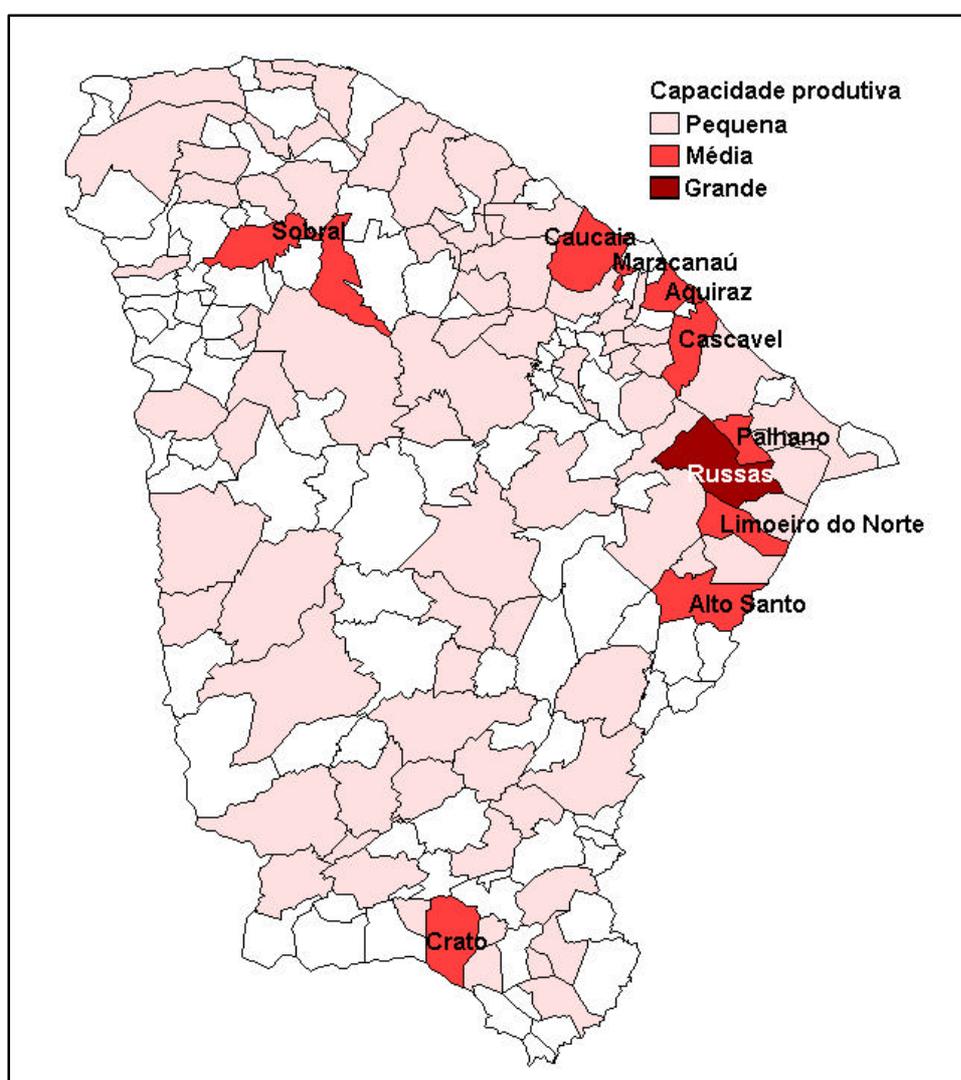


Figura 1. Distribuição da indústria cerâmica no estado do Ceará.

Fonte: SINDCERÂMICA-CE et al. (2002), com adaptação do autor.

Por outro lado, o setor industrial em questão ocasiona grande impacto ambiental, ao fazer uso de forma intensiva de matérias-primas (argila) e de energia (lenha, óleo diesel e eletricidade).

A degradação ambiental decorrente da extração de argila tem sido tema de estudos, valendo destacar os realizados no Ceará por Carneiro Filho (1999), Parahyba et al. (2000) e Pinheiro (2002), que constataram a gravidade do problema, apresentando sugestões para a sua solução. Os efeitos negativos dessa atividade, quando realizada desordenadamente, sem planejamento prévio, são os mais adversos, sobressaindo-se a erosão e a conseqüente destruição do solo, o que acarreta perdas de habitats e da biodiversidade, além da descaracterização da paisagem natural.

Tradicionalmente, a indústria da cerâmica vermelha do estado do Ceará tem usado a lenha como fonte de energia térmica para os fornos, no processo de queima das peças cerâmicas conformadas, sem que haja, em geral, preocupação com a reposição dos estoques florestais, fato constatado por Pontes (1995).

A Tabela 1 mostra a evolução do consumo de energia da indústria cerâmica do estado do Ceará, podendo-se ver a importância da lenha para o setor, uma vez que percentualmente a energia correspondente a este insumo se manteve em torno de 80% com relação ao consumo total de energia desse segmento industrial, durante toda a década de 90, sem levar em conta o óleo diesel consumido na extração dos materiais argilosos bem como no transporte de lenha. No ano de 1999, o consumo de lenha da indústria cerâmica do Ceará representou 26,8% do consumo total de lenha do estado, de acordo com a Secretaria da Infra-estrutura do Estado do Ceará - SEINFRA (2000).

Tabela 1. Estado do Ceará – Consumo de energia na indústria cerâmica (10³ tep)

Fontes	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Gás Natural	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	5
(%)	4	4	4	2	2	4	3	3	3	3	4
Lenha	83	80	77	67	78	92	100	102	120	115	97
(%)	80	80	79	82	82	81	82	82	83	83	82
Óleo Combustível	2	2	3	1	1	2	1	0	0	0	0
(%)	2	2	3	1	1	2	1	0	0	0	0
Eletricidade	15	14	13	12	14	16	17	18	21	20	17
(%)	14	14	13	15	15	14	14	15	14	14	14
Total	104	100	97	82	95	114	122	124	145	139	119

Fonte: SEINFRA (2000).

Os fornos utilizados apresentam geralmente baixa eficiência térmica, o que implica em maior consumo de lenha. Levando-se em conta a fragilidade da caatinga e a sua propensão a processos de desertificação, conforme Viana; Rodrigues (1999), o desmatamento desordenado para o fornecimento de lenha certamente está ocasionando uma grande degradação ambiental.

Considerando que os impactos negativos no meio ambiente ocasionados pela indústria cerâmica do Ceará são consequência da falta de planejamento, bem como do uso inadequado de tecnologias e técnicas, contando-se com uma certa experiência na área de consultoria industrial e tendo-se participado de um programa nacional de conservação de energia na indústria que contemplou, também, empresas produtoras de cerâmica vermelha do Ceará, propõe-se a realizar um diagnóstico tecnológico, levando em conta aspectos socioeconômicos e ambientais da indústria cerâmica do município de Russas, tendo em vista a grande concentração de cerâmicas nesse município, de acordo com a Tabela 2, e a disponibilidade de dados existentes em alguns trabalhos realizados recentemente, cujo objeto de estudo foi esse segmento industrial no referido.

Tabela 2. Estado do Ceará – Os dez mais importantes municípios, por produção de peças cerâmicas

Municípios	Produção mensal de peças cerâmicas		Empresas		Empregos	
	Milheiros	%	Nº	%	Nº	%
Russas	43.080	35,1	86	26,5	2.229	27,8
Caucaia	7.418	6,0	17	5,2	396	5,3
Aquiraz	7.315	5,9	10	3,1	339	4,2
Crato	4.843	3,9	9	2,8	264	3,3
Alto Santo	4.582	3,7	10	3,1	261	3,2
Limoeiro do Norte	3.506	2,8	12	3,7	301	3,7
Sobral	3.141	2,6	4	1,2	350	4,3
Maracanaú	2.850	2,3	5	1,5	354	4,4
Cascavel	2.445	2,0	7	2,2	206	2,6
Palhano	2.180	1,8	6	1,9	87	1,1
Total	81.360	66,3	160	44,4	4787	59,6
Total Estadual (85 municípios)	122.642	100,0	324	100,0	8031	100,0

Fonte: SINDCERÂMICA-CE et al. (2002), com adaptação do autor.

O município de Russas se destaca por produzir cerca de 35,1% das peças cerâmicas do estado do Ceará, contribuindo efetivamente na construção de casas para a população.

Sabendo-se que as técnicas utilizadas na produção de cerâmica no município de Russas não são as mais aconselháveis do ponto de vista econômico e ambiental, é necessário que sejam realizados estudos visando analisar a cadeia produtiva da indústria cerâmica por meio da avaliação das tecnologias e das técnicas utilizadas no processo de mineração e produção, referentes à extração de argila, aos fornos empregados e a sua eficiência térmica. O uso mais eficiente de tecnologias e técnicas vai implicar no consumo mais sustentável de lenha e na possibilidade de substituição deste insumo, assim como na mineração racional de argila, com a recuperação das áreas mineradas.

Diante do exposto, pretende-se apontar e detalhar, na medida do possível, as tecnologias e as técnicas apropriadas a cada etapa ou operação da cadeia produtiva da indústria cerâmica de Russas, de tal maneira que os impactos ambientais sejam minimizados, o que será de grande valia para a implementação de políticas eficazes para que a indústria cerâmica de Russas apresente sustentabilidade, continuando a contribuir tanto para a redução do grande déficit habitacional existente, bem como para a substituição de residências que não dispõem de condições adequadas.

2. OBJETIVOS

2.1 GERAL

Analisar a cadeia produtiva da indústria cerâmica de Russas – CE, apresentando as tecnologias e as técnicas apropriadas para que os impactos ambientais sejam minimizados, visando ao desenvolvimento sustentável.

2.2 ESPECÍFICOS

- a) Estudar o processo de mineração (extração de argila) da indústria cerâmica de Russas, detalhando a maneira correta como essa operação deve ser efetuada e como as áreas degradadas podem ser recuperadas e aproveitadas para outras finalidades.
- b) Avaliar o consumo da lenha utilizada como combustível na indústria cerâmica de Russas, bem como verificar a origem e a possibilidade de substituição desse insumo e de melhoria da eficiência térmica no seu uso.
- c) Examinar as condições dos fornos e dos equipamentos, em geral, da indústria cerâmica do município selecionado.
- d) Apresentar as tecnologias e as técnicas apropriadas a cada etapa ou operação da cadeia produtiva da indústria cerâmica do município de Russas.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

A expressão “desenvolvimento sustentável” surgiu no início da década de 80 do século passado, quando a União Internacional para a Conservação da Natureza (UICN) apresentou o documento Estratégia de Conservação Mundial, definindo desenvolvimento sustentável como aquele que “implica usar os recursos renováveis naturais de maneira a não degradá-los ou eliminá-los, ou diminuir sua utilidade para as gerações futuras, bem como usar os recursos minerais não renováveis de maneira tal que não se destrua o acesso a eles pelas gerações futuras”.

Em seguida, a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, criada pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 1983 e também chamada Comissão Brundtland¹, em seu relatório denominado Nosso Futuro Comum ou Relatório Brundtland, como é mais conhecido, denuncia a dilapidação dos recursos ambientais do planeta por seus habitantes atuais com prejuízo para seus descendentes, popularizando a definição de que desenvolvimento sustentável seria aquele que “satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazerem suas próprias necessidades”.

Tendo em vista o desenvolvimento sustentável, foi realizada pela ONU no Rio de Janeiro, em 1992, a II Conferência Internacional de Meio Ambiente e Desenvolvimento, também conhecida como Cúpula da Terra, Rio 92 ou Eco 92, que originou o documento denominado Agenda 21, no qual se estabelecem diretrizes para a promoção do desenvolvimento sustentável no planeta. O tema do presente trabalho está em consonância com o cap. 7 da Agenda 21 que trata da promoção do desenvolvimento sustentável dos assentamentos humanos, mencionando a necessidade de se oferecer a todos habitação adequada por meio do uso na sua construção de materiais e mão-de-obra locais, com a ressalva de que haja sustentabilidade econômica e ambiental.

Ao longo do tempo, o conceito de desenvolvimento sustentável vem sendo discutido por vários autores, havendo até aqueles que concluem não haver desenvolvimento sustentável, tratando-se apenas de um mito ou de uma utopia

¹ Assim denominada por ter sido presidida pela então primeira-ministra da Noruega, Gro Harlem Brundtland, sendo composta por 21 membros de diversas nacionalidades, entre os quais um representante do Brasil.

(DONROJEANNI; PÁDUA, 2001), visto que o planeta é finito, com recursos limitados e que a população humana não pára de crescer, em concordância com o relatório Os Limites do Crescimento ou Relatório Meadows, patrocinado pelo Clube de Roma².

Barbiere (1997), Cavalcanti (1998) e Camargo (2003) observam, além disso, que a expressão desenvolvimento é um oxímoro, ou seja, uma combinação de palavras contraditórias, tendo em vista a concepção que se tem da palavra desenvolvimento, associada usualmente a crescimento econômico a qualquer custo, sem levar em conta as implicações sociais e ambientais negativas.

Dentre as várias concepções de desenvolvimento sustentável, vale destacar os critérios apresentados por Baroni (1992) para que o mesmo ocorra, relativos aos recursos naturais:

- uso parcimonioso dos recursos não renováveis;
- uso sustentável dos recursos renováveis;
- melhoria da qualidade ambiental;
- conservação da biodiversidade.

Reforçando a necessidade de se promover o desenvolvimento sustentável em nível global, foi realizada em Joanesburgo, África do Sul, pela ONU, em agosto de 2002, a Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável, também denominada Rio + 10, por ter sido realizada dez anos depois da conferência do Rio de Janeiro (Rio 92).

Vale ainda ressaltar que, de acordo com o relatório Nosso Futuro Comum, o desenvolvimento sustentável é “um processo de transformação no qual a exploração dos recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional se harmonizam e reforçam o potencial presente e futuro, a fim de atender às necessidades e aspirações humanas”.

Como resultado prático da busca pelo desenvolvimento sustentável, no que diz respeito ao presente trabalho, tem-se a Declaração Internacional de Produção Mais Limpa (P+L) da ONU, a qual o governo brasileiro aderiu formalmente, em 27 de

² Associação multinacional e multiprofissional fundada em 1968 por um industrial italiano, com o objetivo de avaliar a crise da espécie humana em um mundo de recursos finitos. Em 1972, apresentou o relatório Meadows, assim denominado pelo fato de ter sido a sua elaboração coordenada por Donella e Dennis Meadows.

novembro de 2003, comprometendo-se a implementar as políticas de P+L, visando à adoção de práticas voltadas para a produção e o consumo mais sustentáveis, incorporando o conceito de eco-eficiência, que é assim definida pelo *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD): “A eco-eficiência é alcançada mediante o fornecimento de bens e serviços a preço competitivos que satisfaçam as necessidades humanas e tragam qualidade de vida, ao mesmo tempo que reduz progressivamente o impacto ambiental e o consumo de recursos ao longo do ciclo de vida, a um nível, no mínimo, equivalente à capacidade de sustentação estimada da Terra”.

Ressalte-se que no país existe a Rede de Produção Mais Limpa constituída por uma parceria entre as seguintes instituições: Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS), SENAI, SEBRAE, Banco do Nordeste, FINEP, UNIDO e UNEP. Integrando essa rede nacional, tem-se um núcleo na UFC, chefiado pelo Prof. Sérgio José Barbosa Elias, com o seguinte endereço: Campus do Pici, Bloco 710. Fortaleza-CE. CEP: 60455-900.

3.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE TECNOLOGIAS E TÉCNICAS

Antes de tudo, é necessário que se faça a diferenciação entre técnica e tecnologia, pois ambas as palavras são empregadas indistintamente. A técnica é tão antiga quanto a humanidade, constituindo-se na habilidade humana de fabricar, construir e utilizar instrumentos, o que possibilitou a chamada objetivação da natureza. Essa objetivação surge quando, através de técnicas, o ser humano transforma a natureza em objeto de seu uso, tendo como resultado produtos úteis ou até mesmo supérfluos.

A técnica compreende o conjunto de regras, invenções, operações e habilidades, resultantes do conhecimento empírico e correlacionados à construção civil, à fabricação de instrumentos e utensílios, à agricultura, à extração e preparação de materiais para construção ou fabricação, ensinadas pelos mestres a seus aprendizes (VARGAS, 1994, p. 15).

O conceito de tecnologia, por sua vez, surge com o estabelecimento da ciência moderna, quando se passou a empregar os conhecimentos científicos acumulados, nas soluções dos problemas práticos, o que permite considerar a tecnologia como ciência aplicada, embora muitos autores admitam o emprego da palavra tecnologia

até mesmo na pré-história quando um conjunto de técnicas eram empregadas com um determinado fim, como na produção de um objeto cerâmico. Assim, pode-se considerar que a tecnologia cerâmica é muito antiga e está em desenvolvimento desde o período neolítico.

Alguns até consideram que o homem não detém a exclusividade do emprego de técnicas e de tecnologias, pelo fato de que outros seres vivos ao longo do seu processo evolutivo, também desenvolveram suas técnicas e tecnologias, embora tenham levado até milhões de anos para aperfeiçoá-las. Exemplo que merece destaque no contexto deste trabalho é o caso do João-de-barro (*Furnarius rufus*), pássaro da fauna da área em estudo que constrói o seu ninho utilizando-se do mesmo barro que o homem emprega nas suas residências na forma de telhas, tijolos e argamassas.



Foto 1. João-de-barro (*Furnarius rufus*) construindo o seu ninho.
Fonte: Vasconcelos (2000).

A relação entre ciência, tecnologia e técnica torna claro que:

A tecnologia deve ser entendida como a sistematização científica dos conhecimentos relacionados com as técnicas, tendo a técnica em si como objeto de seus estudos visando à produção (VARGAS, p. 51).

A tecnologia abrange o estudo sistemático do trabalho humano em seus múltiplos aspectos, como o estudo dos materiais sobre os quais incide a produção dos utensílios domésticos, ferramentas, máquinas, instrumentos e da energia através da qual a transformação dos materiais é submetida ao trabalho (OLIVEIRA, 1999, p. 3).

A tecnologia é a disciplina científica que tem como objetivo a produção, o desenvolvimento de produtos de alta qualidade com preços baixos, em função da competitividade e da globalização dos mercados, mas que depende de teorias e descobertas científica, de inventos, patentes, privilégios, políticas nacionais e internacionais e propriedades industriais (OLIVEIRA, 1999, p. 4).

A evolução humana tem acontecido a partir do acúmulo de técnicas, o que permite um certo domínio sobre a natureza, sendo os recursos naturais transformados para a satisfação das necessidades básicas e, até mesmo, daquelas supérfluas criadas por uma sociedade consumista. Vale ressaltar que, de acordo com Civita (2003), “a história da civilização é a história de construir sobre o que já se aprendeu. É a evolução da escrita cuneiforme em pedra até a imprensa moderna e a internet. É a evolução do pensamento, da ciência, da arte e da tecnologia sempre baseadas no que nossos antepassados desenvolveram com enorme dificuldade e esforço. É a acumulação sistemática do conhecimento, baseada quase sempre no processo de tentativas e erros”.

Conforme Usher (1982), a história econômica está intimamente relacionada com o ambiente geográfico explícito e com as técnicas pelas quais os recursos são utilizados num dado momento.

Corriqueiramente, a tecnologia tem sido associada ao desenvolvimento, acreditando-se que seja a salvação para os problemas mundiais, sem se levar em conta os possíveis aspectos negativos de tecnologias inadequadas e o fato de que benefícios em curto prazo podem não compensar os prejuízos em longo prazo (SEITZ, 1988). Especula-se, até mesmo, que o colapso de algumas civilizações tenha sido conseqüência do emprego de tecnologias e técnicas inadequadas ou da falta de tecnologias e técnicas apropriadas (PHILIPPI JR. et al., 2004).

As tecnologias e as técnicas são essencialmente neutras. A obtenção de resultados positivos ou negativos depende de como são empregadas pelos seres

humanos (SEITZ, 1988). Podem, ao mesmo tempo que se constituem soluções para problemas relacionados ao atendimento das necessidades humanas, provocar impactos negativos no meio ambiente e comprometer o desenvolvimento, tornando-o insustentável. Podem ainda, concomitantemente, ser utilizadas para a produção de armas de destruição em massa, como a bomba atômica, e a construção de reatores nucleares para a produção de energia elétrica.

Convém também mencionar a existência do chamado “paradoxo do desenvolvimento tecnológico”, decorrente do fato de que a tecnologia provoca dano ambiental, mas também oferece a melhor maneira de reparar ou minimizar esse dano (CAIRNCROSS, 1991). Certamente não foi o que aconteceu no caso do acidente nuclear de Chernobyl.

Trigueiro (2003), por sua vez, lembra que o crescimento descontrolado e exagerado da população humana, proporcionado pela ciência e pela tecnologia ao combater as doenças e aumentar em larga escala a produção de alimentos, constitui-se na raiz de quase todos os problemas ambientais. Enquanto a população humana, por volta do ano de 1600 (d.C.) era de meio bilhão, após mais de 100 mil anos de existência da espécie, no início do século 20, apenas 400 anos depois, sob o impulso da ciência, aumentou para 1,6 bilhões, atingindo neste início de século a incrível marca de aproximadamente 6 bilhões de pessoas, com o acréscimo de cerca de 4,5 bilhões de seres humanos em um único século. Embora a ciência e a tecnologia tenham soluções simples para esse problema, como a utilização de preservativos, inibi-se qualquer iniciativa de planejamento e controle populacional em prol de interesses sociais, políticos e religiosos, não se levando em conta uma ética que considere o homem como parte da Natureza e não o senhor de mais de 5 milhões de espécies existentes de seres vivos, que precisam de espaços para atenderem suas necessidades.

Vitousek et al. (1986) apud Hauvermeiren, (1998) estimaram que a humanidade está se apropriando de cerca de 40% da produção primária líquida de biomassa do planeta, levando em conta o uso direto da biomassa como alimento, combustível e matéria-prima para fins diversos, bem como os impactos negativos como a desertificação, a compactação de solos, o desmatamento, a redução da capacidade de suporte e as perdas não desejadas. Logicamente, depois de quase vinte anos da realização do estudo dos referidos autores, o percentual em questão deve ter se

elevado com o aumento populacional da espécie humana. Cabe aqui lembrar o questionamento feito por Becker (2002, p. 148): “É melhor uma população maior e uma qualidade de vida menor ou uma população menor e uma qualidade de vida maior?”. A resposta é óbvia.

Outro aspecto importante com relação às tecnologias e às técnicas que merece destaque diz respeito ao nível tecnológico, uma vez que em certas circunstâncias a mais avançada das tecnologias pode não ser a melhor opção devido ao grande investimento necessário, ao aumento dos riscos ambientais ou à realidade socioeconômica, mudando-se muitas vezes o padrão tecnológico simplesmente com vista à inovação (SEITZ, 1988).

Diante do exposto, torna-se necessária a escolha criteriosa de tecnologias e técnicas para que, em um determinado contexto, ocorra de fato o desenvolvimento sustentável. Enfatiza-se, então, a expressão “tecnologias e técnicas apropriadas para o desenvolvimento sustentável”, tema do presente trabalho. Vale registrar a definição de Fourez (1995, p. 83): “Tecnologia apropriada é aquela que se adapta particularmente bem a certos problemas, em um ambiente físico e social determinado”.

Procurou-se, assim, no âmbito da indústria cerâmica de Russas-CE, analisar a cadeia produtiva e indicar as tecnologias e as técnicas apropriadas ou adequadas para que os recursos naturais sejam explorados racionalmente, com a conseqüente melhoria da sustentabilidade do setor industrial em questão.

Para uma melhor compreensão, apresenta-se o exemplo abaixo, resultante da pesquisa realizada.

O caso da pá carregadeira

Uma pá carregadeira de última geração, à venda no país, constitui-se no que há de mais moderno em termos de tecnologia, devendo ser empregada no aproveitamento racional de materiais argilosos para a indústria cerâmica, desde que seja utilizada devidamente. No entanto, essa mesma máquina, quando utilizada sem critérios e planejamento técnicos, pode se tornar um instrumento de degradação, provocador de erosão, de descaracterização da paisagem, além de ter a sua própria vida útil comprometida por não ser projetada para realizar escavações. Por outro

lado, uma extração de argila no município de Russas sem o emprego de uma pá carregadeira, atualmente, pode ser considerada insustentável, uma vez que não haveria viabilidade econômica.

3.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE INDÚSTRIA CERÂMICA

Segundo o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT) (1980, p.8), “a indústria cerâmica é uma indústria de processo químico, onde as matérias-primas (argila) passam por uma seqüência de processamento, adquirindo em cada etapa novas propriedades, ou alterando, com o uso de energia, suas características físicas e químicas até a obtenção do produto final.” Na Figura 2, apresentam-se as operações básicas do processo da indústria cerâmica.

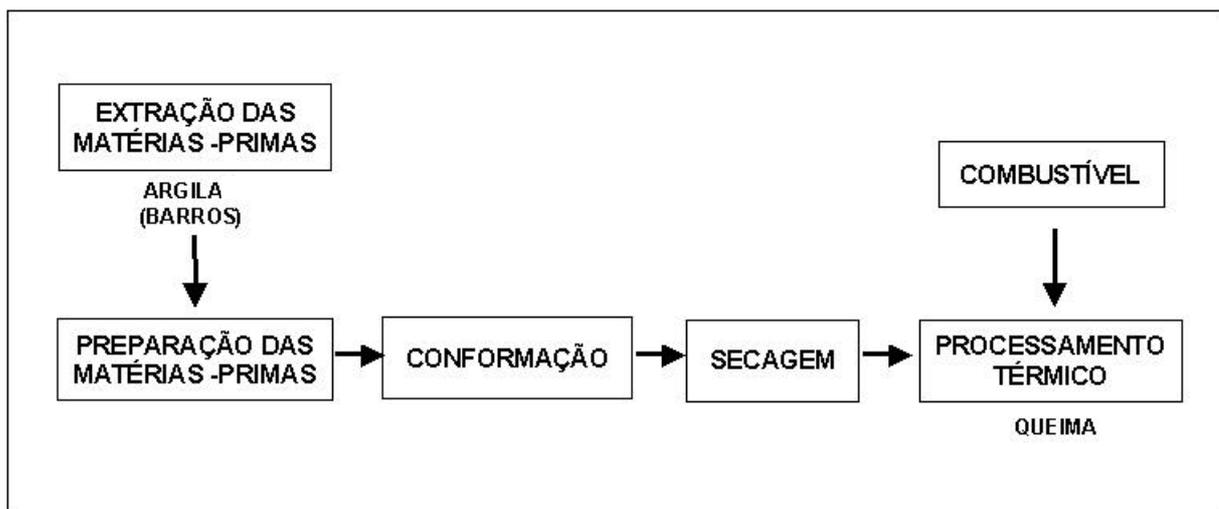


Figura 2. Processo cerâmico (operações básicas).

A indústria cerâmica, como qualquer outra, de acordo com a concepção de Produção mais Limpa (P + L) já mencionada, deve objetivar a produção da maior quantidade de produtos, apresentando determinadas características exigidas pelo mercado, com a menor quantidade de insumos (matérias-primas, trabalho e energia), o que reduz ao mínimo as perdas do processo produtivo.

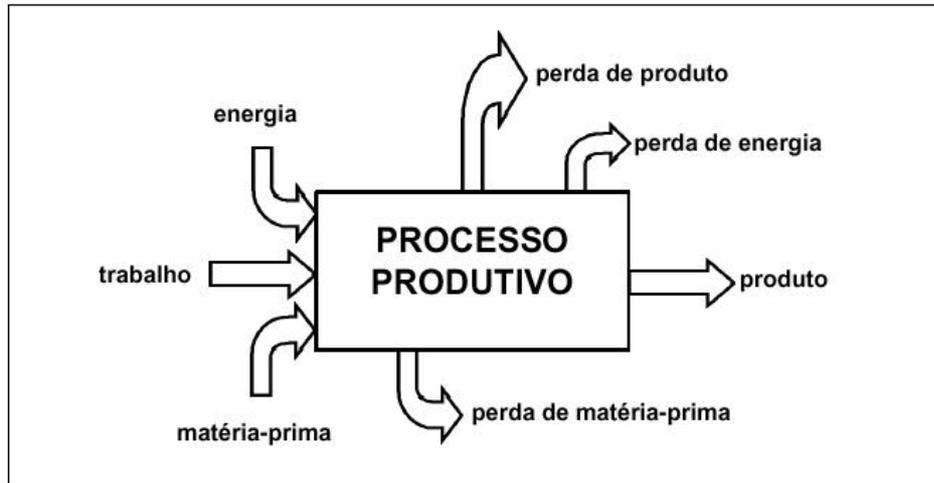


Figura 3. Insumos e perdas na produção de cerâmica.

Pretende-se, no presente trabalho, analisar cada etapa do processo produtivo da indústria cerâmica do município de Russas-CE, apontando as tecnologias e as técnicas para que as perdas sejam minimizadas, o que reduzirá o impacto ambiental e aumentará a vida útil das jazidas de argila.

Ressalte-se que o produto principal da indústria cerâmica de Russas, a telha colonial lisa, é classificado como cerâmica vermelha, em função das tonalidades desta cor apresentadas após a queima, devido aos altos teores de ferro presentes nos materiais argilosos empregados.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 ASPECTOS GERAIS DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo da presente pesquisa é o município de Russas, onde existe a maior concentração de indústrias cerâmicas do estado do Ceará, de acordo com os dados da Tabela apresentada no Anexo A, tendo sido já objeto de alguns estudos, aqui usados como referência bibliográfica.

O município de Russas dista 162 km de Fortaleza (via BR 116) e possui uma área de 1.614,3 km², fazendo parte da microrregião administrativa do Baixo Jaguaribe. Limita-se ao norte com os municípios de Morada Nova, Beberibe e Palhano; ao sul com Morada Nova, Limoeiro do Norte e Quixeré; a leste com Quixeré, Jaguaruana e Palhano e a oeste com Morada Nova (IPLANCE, 2000).

Administrativamente, o município de Russas é dividido nos seguintes distritos: Russas, Bonhu, Flores, São João de Deus, Lagoa Grande e Peixe.

A população do município de Russas é de 57.320 habitantes (IBGE, 2000), residindo, desse total, 33.323 (61,6%) na zona urbana e 21.997 (38,4%) na zona rural. A densidade demográfica é de 35,64 hab/km². Nas Fotos 2 e 3, apresentam-se, respectivamente, a praça principal, tendo ao fundo a prefeitura de Russas e a placa explicativa da origem do nome do município.



Foto 2. Praça principal da cidade de Russas; ao fundo a prefeitura municipal (Foto do autor, assim como todas as demais adiante).

O Produto Interno Bruto (PIB) do município de Russas foi de R\$133.171.000,00 no ano de 2000, de acordo com o IPECE o (2003), sendo que o setor de serviços respondeu por 61,1% do total, a indústria com 34% e a agropecuária com 5%. Vale salientar que, relativamente ao ano de 1997, houve, de acordo com o IPECE (2003), um crescimento do PIB de 30,3% e a renda per capita aumentou de R\$ 1.691,00 para R\$ 2.323,00 no mesmo período, passando o setor de serviços a ter maior participação na economia, em consonância com uma tendência global, pois, em 1998, de acordo com o IPLANCE (2000), as participações dos setores de serviços, indústria e agropecuária eram, respectivamente, de 59%, 37% e 4%. Por outro lado, com a implantação pelo DNOCS do projeto de irrigação Tabuleiro de Russas, utilizando também água do açude Castanhão, há a expectativa de que o setor agropecuário venha a ter maior participação. Nota-se, ainda, uma tendência de urbanização da população, uma vez que em 1991 a população urbana representava 58,1% e, em 2000, 61.2% (IPECE, 2003).



Foto 3. Placa em frente à Prefeitura Municipal de Russas, explicando a curiosa origem do nome da cidade e do município.

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do município de Russas, auferido para o ano de 2000, de acordo com o IPLANCE (2000), foi de 0,698, ocupando o município a 8ª posição na classificação dos municípios do estado do Ceará, o que não significa uma boa situação, considerando-se que o Ceará detinha a 20ª colocação naquele ano no cenário nacional e o Brasil, a 73ª posição mundial. De acordo com O POVO (2004), Russas ocupa a 3.025ª posição entre os municípios do Brasil.

Existiam, no município de Russas, de acordo com O POVO (2004), em 2002, 69 escolas de ensino fundamental e 4 escolas de ensino médio, sendo a taxa de alfabetização de 75,66%, em 2000.

Segundo Pinheiro (2002), a temperatura média anual do município de Russas é de 26,4 °C, havendo reduzida amplitude térmica. Elias et al. (2002) consideram uma amplitude térmica de cerca de 5 °C. A média de precipitação pluviométrica dos últimos 30 anos é de 857,7mm (O POVO, 2004).

A classificação de solos em relação à área total do município é a seguinte, de acordo com O POVO (2004): aluviais (9,46%), áreas quartzosas distróficas (0,25%), cambissolos (0,01%), litólicos (2,09%), planossolos solódicos (47,20%), podzólicos vermelho-amarelos (39,71%), vertissolos (1,28%).

Na planície fluvial do município de Russas, onde estão os depósitos aluviais explorados para a obtenção de matérias-primas cerâmicas, a cobertura vegetal constitui-se de vegetação subcaducifólia de várzea, havendo o domínio da carnaubeira (*Copernicia prunifera*). De acordo com Elias et al. (2002), a abundância da carnaubeira deve-se à ação antrópica que, devido à importância comercial dessa árvore no passado, sacrificou, ao longo dos anos, os outros vegetais lenhosos, a fim de evitar a competição interpopulacional, facilitando também o trânsito dentro das áreas de extrativismo, como mostrado na Foto 4.



Foto 4. Carnaubal no município de Russas-CE.

O município de Russas, de acordo com a SEFAZ, possui atualmente cerca de 170 empresas industriais ativas, das quais 82 são indústrias cerâmicas, o que comprova a importância desse segmento industrial para o município.

Vale ressaltar que o crescimento do pólo cerâmico de Russas e do número de cerâmicas em outros municípios situados ao longo do rio Jaguaribe e de seus principais afluentes ocorreu em função da excelente qualidade e da abundância dos depósitos de argila, bem como do fato de a região ser bem servida por rodovias, o que facilita o escoamento da produção. Pela rodovia BR-116, em cuja margem se situa a cidade de Russas (ver Figura 4), telhas coloniais são transportadas para outros estados da região Nordeste, considerando que por essa rodovia chegam os produtos provenientes de outros estados nordestinos e das regiões Sudeste e Sul do país e que a telha se constitui em um produto atrativo para ser transportado no retorno dos caminhões.

4.2 FONTE DOS DADOS

Foram utilizados dados secundários e primários na pesquisa, sendo os primeiros obtidos junto a órgãos governamentais ou extraídos de publicações, trabalhos acadêmicos e relatórios técnicos. Os dados primários, por sua vez, foram obtidos através da aplicação de questionários e entrevistas junto a indústrias cerâmicas, bem como através de visitas a algumas instituições, conversas e participações em eventos, envolvendo empresários, gerentes, fornecedores, trabalhadores, técnicos, representantes de classe e pesquisadores da área. Contou-se, além disso, com dados e com o apoio da Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial (NUTEC), instituição à qual se tem vínculo desde 1979.

Na tentativa de obter dados fidedignos e considerando e que o presente trabalho destina-se a fornecer subsídios para ajudar a resolver os problemas detectados e não a servir de referência para autuação por parte dos órgãos competentes, assumiu-se o compromisso de que as empresas pesquisadas fossem numeradas aleatoriamente e não identificadas.

4.3 MÉTODOS DE ANÁLISE

Devido às características do presente estudo, deu-se ênfase ao aspecto qualitativo, procurando-se fazer uma abordagem sistêmica e interdisciplinar, podendo-se considerar o mesmo um diagnóstico tecnológico e ambiental da indústria cerâmica do município de Russas, levando em conta alguns aspectos socioeconômicos.

4.4 TÉCNICAS DE PESQUISA

O questionário utilizado inicialmente que tinha um grande número de itens relacionados aos aspectos socioeconômicos, mostrou-se inadequado, pois somente três empresas responderam satisfatoriamente, havendo um desinteresse por parte das demais, cujos proprietários, gerentes ou arrendatários foram quase unânimes ao afirmar, antes de tudo, que estavam “cansados” de tantas pesquisas já realizadas sem resultados, reclamando da “perseguição” de que estariam sendo “vítimas” por parte dos órgãos competentes, a saber IBAMA, SEMACE, DNPM, SEFAZ e Ministério do Trabalho. Passou-se, assim, a uma simplificação do questionário, havendo uma reorientação no sentido de que fossem priorizados os aspectos tecnológicos e ambientais relativos ao tema do presente trabalho.

De acordo com consulta realizada junto à SEFAZ, existem atualmente 82 empresas cerâmicas cadastradas e ativas no município. Desse universo, os questionários foram aplicados em apenas 12 empresas em função das dificuldades relatadas acima.

Tendo em vista que no distrito de Flores (ver Foto 5) e nas suas proximidades se concentra cerca de 1/3 das indústrias cerâmicas de Russas, foram aplicados quatro questionários nessa área do município.



Foto 5. Distrito de Flores (Russas-CE), com destaque para as chaminés das indústrias cerâmicas e, ao fundo, a Chapada do Apodi, que separa o estado do Ceará do estado do Rio Grande do Norte.

Constatou-se que há, em geral, uma certa padronização das empresas no que tange aos aspectos tecnológico, ambiental e socioeconômico, fato este observado pelo NUTEC (2001). Vale salientar que Ioshimoto (1995) encontrou também um certo padrão tecnológico na indústria cerâmica do sul de Minas Gerais, produtora de telhas prensadas.

4.5 VARIÁVEIS UTILIZADAS

No questionário preenchido, apresentado no Apêndice A, vêm-se as variáveis consideradas e suas respectivas dimensões quantitativas ou qualitativas, podendo ser resumidas da seguinte forma:

1. Tempo de atividade (anos);
2. Número de empregos;
3. Número de carteiras assinadas;
4. Produção mensal (milheiros de telhas);
5. Matérias – Primas
 - 5.1. Origem / distância da fábrica;
 - 5.2. Legalização das áreas;
 - 5.3. Máquinas;
 - 5.4. Recuperação das áreas mineradas;
 - 5.5. Ensaio;
 - 5.6. Consumo;
6. Equipamentos de conformação
 - 6.1. Listagem;
 - 6.2. Origem;
 - 6.3. Capacidade de produção (milheiros/dia);
 - 6.4. Estado / operação;
7. Secagem das peças
 - 7.1. Secador;
 - 7.2. Galpão;
 - 7.3. Ao sol;
8. Lenha
 - 8.1. Origem/tipo;
 - 8.2. Existência de área de manejo florestal;
 - 8.3. Armazenagem;

9. Fornos

9.1. Quantidade/tipo/produção;

9.2. Consumo específico de lenha st/milheiros de telhas;

9.3. Estado de conservação e operação;

10. Perdas (%);

11. Classificação dos produtos (%) 1^a: 2^a: 3^a:

12. Destino das vendas;

13. Destino dos rejeitos;

14. Capacitação tecnológica;

15. Instrumentação;

16. Observações.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS

Na Tabela 3, são apresentados os dados obtidos através da aplicação dos questionários às indústrias cerâmicas de Russas de abril a julho de 2004 que têm conotação socioeconômica.

Tabela 3. Alguns aspectos sócio-econômicos da indústria cerâmica de Russas

Nº Empresa	Tempo de atividade (anos)	Nº total trabalhadores	Nº trabalhadores c/ carteira assinada	Prod. Mensal de telhas coloniais (milheiros)	Destino das vendas
1	20	15	13	400	CE, BA
2	arrendada	18	5	450	CE, BA, PE
3	arrendada	35	10	500	CE, BA, SE
4	12	23	5	400	CE, BA
5	18	31	31	180*	CE, BA, RN, PI
6	27	25	25	450	CE, BA, PE, SE
7	19	38	38	600	CE, BA, AL, PB
8	arrendada	25	0	400	CE
9	15	40	10	450	CE, BA, PE
10	11	18	6	400	CE, BA
11	7	27	12	450	CE, BA, PE, PB
12	12	17	5	350	CE, PE

* Telhas prensadas com peso médio de 2,9kg.

O segmento industrial de cerâmica do Ceará passou por uma crise, durante o ano de 2003 (ver Foto 6), assunto da reportagem “Crise Atinge o Setor Ceramista”, do caderno regional do Diário do Nordeste de 7 de outubro de 2003. Atualmente, nota-se uma certa recuperação e muitas empresas que estavam paralisadas, estão retornando suas atividades, havendo um rearranjo, o que implicou em um maior número de arrendamentos de empresas, como se pode concluir pelos resultados obtidos.

O número médio de trabalhadores por indústria é de 26, valor equivalente ao encontrado pelo SINDCERÂMICA-CE et al. (2002) de 25,9. Com relação à produção mensal de telhas coloniais, encontrou-se um valor médio de 404,5 milheiros por

empresa, inferior aos 494,5 auferidos na mencionada pesquisa (SINDECERÂMICA et al., 2002).



Foto 6. Cerâmica paralisada e aparentemente desativada no município de Russas.

A informalização detectada, relacionada ao fato de nove das empresas pesquisadas terem admitido não assinar totalmente as carteiras de trabalho de seus funcionários, já tinha sido motivo de discussão por Pontes (1995). Em conversas com trabalhadores, gerentes e proprietários, verificou-se que a situação, em geral, não se alterou desde a realização do estudo de Pontes (1995), uma vez que o pagamento dos trabalhadores parece ser feito, na maioria das empresas, por produção em todas as etapas do processo, havendo equipes que se especializam na operação das máquinas de conformação e corte, e outras que se encarregam da secagem e da queima. Muitos dos trabalhadores também desenvolvem outras atividades, como a agropecuária, não havendo um horário fixo de trabalho. Completada, por exemplo, a conformação e o corte de um certo número necessário de peças, a jornada de trabalho é encerrada.

Em pesquisa realizada junto à SEFAZ em Russas, chega-se à conclusão de que está havendo uma evasão fiscal de cerca de 80%, pois, no ano de 2002, o imposto debitado das vendas dos ceramistas de Russas foi de apenas R\$ 902.992,00. Tendo em vista um volume de vendas de aproximadamente 500.000 milheiros de telhas nesse ano, de acordo com o SINDCERÂMICA et al. (2002), bem como alíquotas de 17% para vendas internas e 12% para vendas destinadas a outros estados, seria esperado um recolhimento de ICMS da ordem de R\$ 5.000.000,00, considerando-se um valor de pauta de R\$ 74,00/milheiro e o fato de que cerca de 50% das vendas são internas.

No dia 6 de abril de 2004, participou-se na Federação das Indústrias do Estado do Ceará (FIEC) de um *workshop* do Projeto Competir, desenvolvido pela Sociedade Alemã de Cooperação Técnica (GTZ) em parceria com o SINDCERÂMICA-CE. O evento contou com a presença de ceramistas de todas as regiões do estado, embora em número reduzido. O objetivo era identificar os “gargalos” da cadeia produtiva da indústria cerâmica do Ceará visando melhorar a competitividade. Dentre os inúmeros problemas abordados, destacaram-se as dificuldades para a regularização das empresas junto aos órgãos competentes, tendo em vista a burocracia e os custos relacionados às taxas cobradas e aos trabalhos necessários, bem como a concorrência desleal de empresas que trabalham na informalidade, sem responsabilidade social, econômica e ambiental e que não são autuadas, vendendo seus produtos a baixos preços. Como possível solução foi apontada a necessidade de se fazer uma certificação dos produtos originários de empresas regularizadas e que tenham controle de qualidade, sendo necessária uma articulação para que fosse exigido um certificado em licitações e por ocasião da liberação de recursos para a construção de habitações.

A indústria cerâmica de Russas especializou-se na produção de telhas coloniais, havendo, porém, uma produção irrelevante de tijolos concomitantemente à produção de telhas em algumas empresas. Um dos motivos para essa produção constitui-se no fato de que, na arrumação das peças cerâmicas a serem queimadas dentro da câmara do forno, uma camada de tijolos é posta na parte superior como proteção ou anteparo, visando a uma melhor uniformização na queima das telhas.

5.2 SITUAÇÃO ATUAL SOB A DIMENSÃO AMBIENTAL E TECNOLÓGICA

5.2.1 Extração de argila

Dentre as empresas pesquisadas, somente cinco responderam que dispunham de áreas próprias para a extração de argila, sendo que, destas, três afirmaram estarem as áreas em processo de regularização junto ao DNPM e à SEMACE. Pinheiro (2002) constatou que todas as empresas de Russas estavam, no ano de 2002, em situação irregular. As demais empresas pesquisadas adquirem a argila de terceiros, procedendo esta de áreas próximas, sendo o pagamento efetuado por carrada. Observou-se a existência, na área de estudo, de um intensivo comércio de materiais argilosos (barros) transportados em caminhões-caçamba, sendo os mesmos provenientes de pequenas glebas, cujos proprietários vendem o seu solo por carrada.

Pode-se concluir que medidas mitigadoras não são tomadas, assim como não é feita a recuperação das áreas degradadas, pois mesmo as empresas que dispõem de áreas próprias admitiram não fazê-la. Tal fato ocorre, lembra Pinheiro (2002), em função de estarem irregulares e não serem cobradas com relação a essas providências necessárias. Por outro lado, em pesquisa realizada junto ao DNPM, constatou-se que atualmente existem cerca de trinta áreas com ocorrência de argila em processo de regularização, o que implica no cumprimento subsequente da legislação ambiental. Sem dúvida, um grande avanço em dois anos. Em pesquisa realizada junto à SEMACE, no entanto, verificou-se que apenas uma empresa está atualmente regularizada. Vale aqui ressaltar que, para a obtenção do licenciamento ambiental, há a necessidade da apresentação de um Plano de Controle Ambiental (PCA), que prevê medidas mitigadoras e a recuperação das áreas a serem mineradas. Na Foto 7, apresenta-se uma área minerada e degradada.



Foto 7. Área minerada e degradada, alagada durante a estação das chuvas, que, além de descaracterizar a paisagem, pode servir como foco de vetores transmissores de doenças (Elias et al., 2002; Pinheiro, 2002).

A extração de argila é realizada com o emprego de pás carregadeiras (ver Foto 8), popularmente denominadas, na região, de “enchadeiras”. Em geral, são usadas sem planejamento prévio, orientação técnica, bem como sem nenhuma preocupação com o destino das áreas exploradas. Vale ressaltar que tais máquinas são usualmente alugadas de terceiros e que somente duas das empresas pesquisadas dispõem de máquinas próprias, também alugadas para outras cerâmicas e intermediários fornecedores de argila.

Observou-se a utilização exclusiva de pás carregadeiras na extração de argila no município de Russas, o que não é adequado, uma vez que essas máquinas não foram projetadas para realizar escavações. Como o próprio nome indica, deveriam ser usadas apenas no carregamento dos caminhões-caçamba. Para realizar as escavações, deveriam ser empregados tratores de esteira, mais apropriados, por serem as máquinas certas para a suavização necessária dos taludes. Com o

emprego de pás carregadeiras na escavação, tem-se uma sobrecarga no sistema hidráulico dessas máquinas, implicando em redução de sua vida útil.



Foto 8. Pá carregadeira em fase inicial de extração irregular de argila, no município de Russas, fazendo inadequadamente o serviço de um trator de esteiras.

De acordo com o NUTEC (1981), a argila pode apresentar características diversas quando extraída de diferentes pontos de uma mesma jazida, o que exige cuidados na sua extração. Análises e ensaios devem ser efetuados, num processo denominado caracterização tecnológica de argila que permite a seleção e a mistura correta de diferentes tipos de argila, visando à obtenção de uma massa cerâmica ideal para um certo tipo de peça. O estudo do NUTEC (2001) salienta que as indústrias cerâmicas usam dois tipos de matérias-primas: um material com maior teor de argilominerais, corriqueiramente denominado de barro forte ou gordo, e um material com menor teor de argilominerais e maior teor de sílica ou materiais siltosos, popularmente denominado barro fraco, magro ou “puage”. Apenas uma das empresas pesquisadas realiza a caracterização de suas argilas, o que já tinha sido detectado pelo NUTEC (2001). Parahyba (2000) ressalta que a argila ocorrente na

superfície apresenta características favoráveis ao emprego direto na conformação das peças cerâmicas, sem necessidade de misturas, o que contribui para aumentar as áreas degradadas, uma vez que, com o aprofundamento das cavas, há uma grande variação das características dos materiais encontrados e, sem o emprego de ensaios, há dificuldades de se realizar o chamado proporcionamento da argila.

5.2.2 Preparação das matérias-primas e conformação das peças

As indústrias cerâmicas de Russas, em uma primeira etapa da preparação das matérias-primas, misturam os dois tipos de argila utilizados (ver Figura 5 e Fotos 9, 10 e 11), descritos no item anterior, realizando manualmente a quebra dos torrões e uma pré-umidificação.

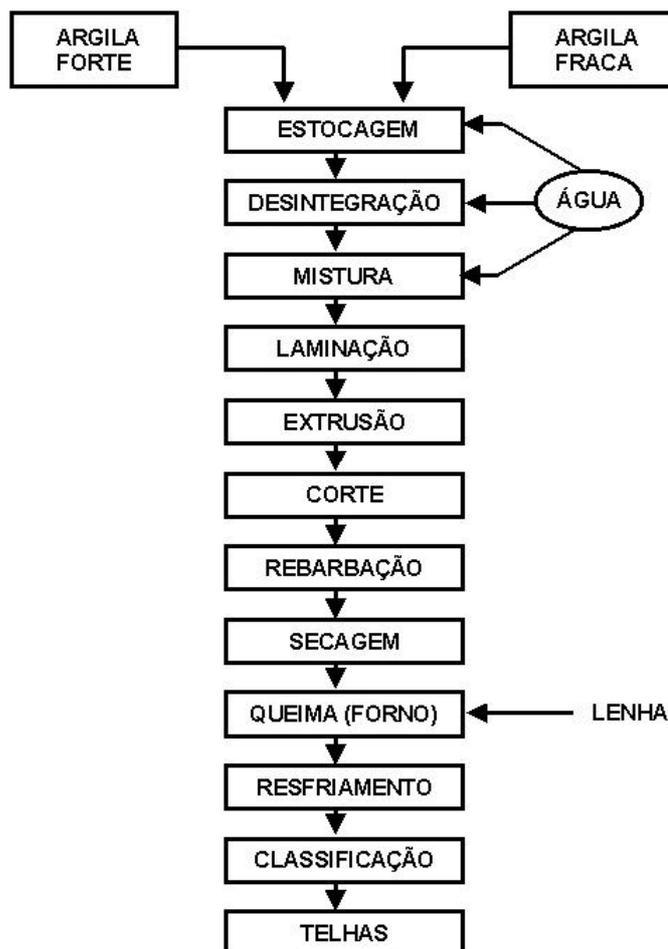


Figura 5. Fluxograma do processo produtivo da indústria cerâmica de Russas.

Em seguida, visando a uma certa homogeneização e à decomposição das matérias orgânicas presentes, a argila gorda e a argila magra são estocadas, formando pilhas com camadas alternadas que, depois de um período de tempo, denominado corriqueiramente de “curtimento”, são cortadas verticalmente, do topo até a parte inferior, e misturadas manualmente, em geral.



Foto 9. Argila umedecida em processo de decomposição de matérias orgânicas



Foto 10. Mistura manual de argilas.

Vale salientar que, dentre as empresas pesquisadas, apenas uma realiza um procedimento técnico correto para a mistura proporcional da argila, o que se dá por meio de uma balança com precisão de 0,01g, um pequeno forno elétrico e peneiras, técnica repassada pelo NUTEC. Nas demais cerâmicas visitadas e pesquisadas e, até mesmo, em todas as empresas do município de Russas, de acordo com o NUTEC (2001), a seleção e o proporcionamento da argila são feitos de maneira prática, o que implica em baixa qualidade dos produtos e grandes perdas de peças, fato tratado nas etapas seguintes do processo.

Dando continuidade, a mistura obtida é colocada manualmente em um caixão alimentador e transportada por correia transportadora ao misturador, onde é feita a homogeneização e a umidificação da massa para que a mesma adquira plasticidade, passando, a seguir, por um laminador, a fim de completar o destorroamento e eliminar pedriscos e raízes ainda existentes.



Foto 11. Eliminação visual de pedriscos e raízes.

Após ser laminada, a massa cerâmica, através de correia transportadora, é encaminhada para a extrusora a vácuo, corriqueiramente denominada de maromba, onde a massa é impulsionada, por meio de um parafuso sem fim para dentro da câmara de vácuo, a fim de se melhorar a plasticidade. Da câmara de vácuo, o material é retirado, por meio de outro parafuso sem fim que o força a passar através de uma matriz de ferro denominada usualmente de boquilha, conformando-o no perfil da telha desejada e obtendo-se um plastão contínuo, transportado por correia transportadora, para, finalmente, passar por um cortador/rebarbador para a formação das telhas. Após serem cortadas e rebarbadas, as peças úmidas são retiradas manualmente e encaminhadas para a secagem, que se constitui na operação seguinte.

Vale destacar que, dentre as empresas pesquisadas, sete dispõem de equipamentos fabricados na própria região do Vale do Jaguaribe, na qual a área de estudo está inserida. Constatou-se que a tecnologia referente às máquinas cerâmicas usadas na indústria cerâmica de Russas foi absorvida, na sua quase

totalidade, com ressalva para as prensas usadas na fabricação de telhas prensadas e os motores elétricos utilizados, oriundos de estados das regiões Sudeste e Sul do País.

Em Tabuleiro do Norte, cidade da região do Vale do Jaguaribe, onde está inserida a área de estudo, distante 56 km da cidade de Russas, visitou-se a Indústria Tabuleirense de Máquinas Ltda. (ITAMAQ), que forneceu o orçamento apresentado no anexo D para a fabricação sob encomenda de todas as máquinas cerâmicas necessárias a uma indústria cerâmica típica de Russas, com exceção da máquina cortadora e rebarbadora automática, cuja fabricação é efetuada na região por apenas uma pequena metalúrgica, no distrito de Flores (Russas), que opera na informalidade. Na cidade de Limoeiro do Norte, distante apenas 12 km de Flores, constatou-se, surpreendentemente, a existência de uma empresa de porte, Aureliano Máquinas e Serviços Ltda., que também fabrica equipamentos para a indústria cerâmica e cuja existência é justificada pela demanda de serviços relacionados à construção do açude do Castanhão e à implantação de projetos de irrigação do Vale do Jaguaribe pelo DNOCS. Dando suporte à fabricação de equipamentos para a indústria cerâmica e efetuando a manutenção de máquinas das indústrias cerâmicas regionais, existem ainda mais duas metalúrgicas ou oficinas (ver Fotos de 12 a 16), sendo uma na cidade de Russas e outra no distrito de Flores, ambas trabalhando na informalidade.



Foto 12. Instalação da Indústria Tabuleirense de Máquinas Ltda. – ITAMAQ.



Foto 13. Instalações da empresa Aureliano Máquinas e Serviços Ltda., em Limoeiro do Norte, tendo-se ao centro uma máquina extrusora em processo de fabricação.



Foto 14. Máquina extrusora em processo de fabricação na Indústria Tabuleirense de Máquinas Ltda. (ITAMAQ).



Foto 15. Máquina cortadora e rebarbadora em operação no distrito de Flores, de fabricação local.



Foto 16. Maquinário cerâmico em operação, fabricado em Russas.

5.2.3 Secagem

A secagem é a fase do processo que antecede a queima, sendo de fundamental importância, pois peças não secas adequadamente podem apresentar defeitos como fissuras e deformações, implicando em perdas de produto ou qualidade inferior. Além disso, se as peças forem para a queima com uma umidade excessiva, a duração do ciclo de queima deverá ser maior, com um consumo adicional de lenha.

A indústria cerâmica de Russas, com exceção de quatro que possuem secadores artificiais, das quais três foram pesquisadas, realiza a secagem natural exclusivamente, sendo esta efetuada por meio da evapotranspiração da água contida nas peças cerâmicas pelo efeito da temperatura ambiente, com a absorção desta umidade pelo ar, o que é função da umidade relativa do ar e da taxa de renovação do ambiente, bem como da umidade residual das peças cerâmicas após a conformação e a umidade requerida para a queima (NUTEC, 2001) Em outras palavras, a secagem natural é um processo que aproveita as condições climáticas e sua velocidade depende da temperatura, umidade relativa do ar e ventilação do local, bem como da umidade das peças a serem secas.

As peças das indústrias cerâmicas de Russas, após conformadas, são colocadas sobre grades de madeira e estocadas em galpões para secagem natural (ver Fotos 17 a 21), sendo, na maioria dos casos, após uma secagem parcial sob galpões, postas diretamente ao sol para completar a secagem. Vale aqui observar que as peças, após conformadas, não podem ser expostas diretamente ao sol sob pena de apresentarem fissuras e deformações. Os problemas surgem na estação das chuvas quando a umidade do ar se eleva, o sol fica encoberto e as precipitações ocorrem. A produção e a qualidade ficam então comprometidas e ocorre um aumento considerável do tempo de secagem natural, podendo passar dos dois dias no verão para uma semana ou mais na estação das chuvas, havendo a necessidade de grandes áreas de galpão.



Foto 17. Peças cerâmicas estocadas em grades de madeira, sob galpão, para secagem.



Foto 18. Telhas expostas ao sol para secagem final, antes de serem encaminhadas para a queima nos fornos.

Dentre as empresas pesquisadas, como já foi observado anteriormente, três dispõem de secadores artificiais tipo túnel, que fazem a recuperação do calor da carga de um forno na fase de resfriamento, através de um fluxo de ar quente estabelecido por um exaustor no extremo do secador. O ar, ao ser puxado pelo exaustor, passa pela carga na câmara de um forno, cujo ciclo de queima foi completado, aquecendo-se e resfriando as peças cerâmicas queimadas, fluindo a seguir através das peças úmidas devidamente empilhadas e postas em vagonetes no interior do secador a fim de realizar a secagem das mesmas.



Foto 19. Porta de secador artificial que utiliza o ar quente proveniente da câmara de um forno em fase de resfriamento da carga.



Foto 20. Peças cerâmicas em vagonete no interior de um secador artificial do tipo túnel.

Em uma das empresas visitadas, encontrou-se o galpão da Foto 21, que dispõe de telhas transparentes na cobertura, o que permite a passagem de raios solares, criando, até mesmo, um efeito estufa benéfico e acelerando a secagem das peças cerâmicas. Sem dúvida, uma inovação na área de estudo.



Foto 21. Galpão para secagem de peças, coberto com telhas transparentes, encontrado em uma das cerâmicas visitadas.

5.2.4 Queima

De acordo com Queiroz et al. (1982), a queima constitui-se na operação mais importante para a obtenção das características funcionais dos produtos cerâmicos, pois durante a mesma, as peças, submetidas a tratamento térmico, sofrem transformações físico-químicas, sendo alteradas as suas propriedades mecânicas.

A indústria cerâmica de Russas, com apenas uma exceção, utiliza nessa fase fornos intermitentes, que funcionam em ciclos periódicos de carga-queima-descarga, sendo os mesmos do tipo chama reversível ou descendente. Esse tipo de forno é constituído de uma câmara com abóboda fechada, com piso feito de tijolos, com furos para permitir a passagem dos gases de combustão para os dutos de tiragem. Com seção retangular ou quadrada, podem apresentar câmaras conjugadas, utilizando a mesma parede lateral, o que implica na redução dos custos de construção.

A queima da lenha ocorre nas fornalhas, produzindo gases quentes (ver Fotos 22 a 24) que entram pela parte superior da câmara onde estão as peças devidamente empilhadas. Passando através das peças, os gases saem por furos no piso, sendo puxados por uma chaminé (tiragem natural/efeito chaminé).



Foto 22. Fornalha de um forno intermitente em indústria cerâmica visitada na microrregião do Baixo Jaguaribe, na qual a área de estudo está inserida.



Foto 23. Interior da câmara de um forno tipo chama reversível, com destaque para os furos no piso, por onde saem os gases quentes durante a queima e pedaços de peças quebradas e perdidas (rejeitos).

A média de duração do ciclo de queima dos fornos tipo chama reversível das indústrias cerâmicas de Russas, de acordo com o NUTEC (2001), é de 49 horas, incluindo as fases de pré-aquecimento, queima e resfriamento. Com relação ao consumo específico, encontrou-se um valor médio de cerca de 1,5 estéreos (st)³ por milheiro, compatível com o NUTEC (2001).

A tecnologia referente a esses fornos foi absorvida na área de estudo copiando-se o projeto de uma indústria cerâmica pioneira em Russas, implantada na década de 70, hoje desativada, segundo relatos de ceramistas e de mestres-de-obra contactados na região. O Sr. Hildebrando Junqueira Maia, residente na sede do distrito de Flores, entrevistado, afirmou ter construído a maioria dos fornos locais, fazendo uma estimativa de que o investimento para a construção de um forno para a produção de 60.000 telhas por ciclo de queima é, incluindo a chaminé de 16 m de altura, da ordem de R\$ 25.000,00, com consumo de lenha de cerca de 90 st por ciclo de queima, o que implica em um consumo específico de lenha de 1,5 st/milheiro.

³ Medida de volume para a lenha, equivalente a quantidade desse insumo contida em um metro cúbico.



Foto 24. Forno tipo reversível queimando lenha fina em Russas, havendo indicação de corte precoce, com a conseqüente perda de capacidade de suporte do meio ambiente.

A problemática relativa ao intensivo consumo de lenha das indústrias cerâmicas de Russas foi bastante estudada por Pontes (1995) que, na época, comprovou a gravidade da situação e fez uma previsão de que o estoque madeireiro do município de Russas estaria totalmente devastado em dezessete anos caso não fosse realizado um manejo florestal sustentável, relacionando também as dificuldades para se implementar um projeto dessa envergadura na região, pela existência predominante de pequenas propriedades na área de estudo, as quais apresentam, até mesmo, irregularidade quanto ao registro imobiliário em função de divisão entre herdeiros.



Foto 25. Três minifúndios no distrito de Flores. Observar as cercas de separação.

Passados nove anos da realização do trabalho de Pontes (1995), o número de cerâmicas aumentou de 55 para 82 e, só recentemente, três planos de manejo foram implantados no município, conforme pesquisa realizada junto ao IBAMA e à SEMACE. Constatou-se, ademais, que tais planos pertencem realmente às empresas pesquisadas que responderam afirmativamente com relação a esse item questionado.

Por outro lado, as indústrias cerâmicas de Russas consomem também lenha proveniente da poda do cajueiro das plantações existentes nos municípios próximos. A grande oferta atual dessa lenha, no entanto, é função principalmente da substituição da copa do cajueiro tradicional pelo cajueiro-anão, mediante a técnica de enxertia. Considerando que esse processo vai ser concretizado e que a copa do cajueiro-anão é consideravelmente menor, a oferta de lenha de cajueiro tende a diminuir. Infelizmente, a realização de uma estimativa do volume de lenha com essa origem é complicada, tendo em vista os entraves burocráticos e a falta de um maior controle sobre o comércio intenso de lenha, fato que pode ser constatado pelo número de caminhões carregados nas rodovias (ver Fotos 26, 27 e 28),

principalmente na BR 116, constatando-se que não só lenha da poda de cajueiro está saindo de outros municípios para Russas, mas também lenha originária da caatinga.

Em contato mantido com o presidente da Associação dos Cajucultores do Estado do Ceará (ASCAJU), Eng.º agrônomo José Ismar G. Parente, foi aventada a possibilidade de se programar a substituição da copa das plantações de cajueiro dos municípios próximos, de tal maneira que fosse mantida uma oferta constante para atender ao pólo cerâmico de Russas, sendo necessária, para isso, uma articulação envolvendo o SINDCERÂMICA-CE e a Associação dos Ceramistas de Russas. Vale salientar que se fez uma estimativa otimista de que a lenha com essa procedência daria para atender em grande parte a indústria cerâmica regional por alguns anos, custeando, até mesmo, o processo de substituição de copa.



Foto 26. Carrada de lenha proveniente de área de caatinga.



Foto 27. Carrada de lenha resultante da substituição da copa do cajueiro.



Foto 28. Área em fase de desmatamento, com o aproveitamento da lenha bastante fina, tudo indicando que posteriormente serão extraídos os materiais argilosos, sendo os mesmos talvez destinados às indústrias cerâmicas, vistas ao fundo.

A desertificação de áreas semi-áridas como o estado do Ceará, com cerca de 92% do território no semi-árido brasileiro, é uma preocupação mundial e tem sido tema de importantes estudos, existindo até, na Agenda 21, o capítulo 12 que trata da luta contra a desertificação e da resistência a seus efeitos em zonas áridas, semi-áridas e sub-úmidas secas do planeta, com relativamente elevada taxa demográfica, sendo o desmatamento realizado sem controle para a produção de lenha, uma das principais causas da desertificação (VIANA; RODRIGUES, 1999).

Tendo tomando-se conhecimento através da imprensa local de que a FUNCEME está elaborando um trabalho sobre a degradação ambiental no estado do Ceará utilizando imagens de satélite (LIMA, 2003; FUNCEME, 2004), no Departamento de Recursos Ambientais dessa instituição foi obtida a informação de que, para o município de Russas, as análises das imagens de satélite não haviam sido concluídas. Considerando-se, no entanto, os resultados obtidos para a microrregião do Médio Jaguaribe, contígua à microrregião do Baixo Jaguaribe, na qual o município de Russas está inserido, os resultados são preocupantes, pois uma área correspondente a cerca de 20% da microrregião do Médio Jaguaribe está degradada, com susceptibilidade ao processo de desertificação.

Dentre as empresas pesquisadas, uma indústria se sobressai por ter construído, recentemente, um forno diferente, conhecido como forno paulista, com seis câmaras conjugadas, fazendo a recuperação do calor dos gases de combustão da queima em uma câmara, quando passam por outra câmara em fase de pré-aquecimento, o que implica em uma melhor eficiência térmica em relação aos fornos tipo chama reversível, usados nas demais indústrias cerâmicas da área em estudo. Como nesse forno é queimada telha prensada com dimensões e peso superiores aos da telha colonial produzida pelas demais indústrias cerâmicas de Russas, não se pode fazer uma comparação do consumo específico de lenha em termos de número de telhas. No entanto, convertendo-se em peso (t), é possível ter uma idéia, levando-se em conta que o peso médio das telhas coloniais de Russas é de 1330 g e que, de acordo com o NUTEC (2001), tem-se um consumo específico em termos de peso de aproximadamente 1,2 st/t para as telhas coloniais, valor bem superior ao consumo específico informado de 0,5 st/t para as telhas prensadas. Vale, no entanto, ressaltar que o forno em questão encontra-se em fase experimental, sendo necessária uma melhor avaliação relativa à eficiência térmica.

5.2.5 Perdas de produto

Como consequência dos problemas relacionados às matérias-primas, secagem e queima não uniformes, obtém-se peças defeituosas ou com qualidade inferior.

A indústria cerâmica de Russas, por exigência do mercado, classifica suas telhas em três categorias: primeira, segunda e terceira. Obviamente, obtendo preços decrescentes da primeira à terceira categoria.

A Tabela 4 mostra o resultado dessa classificação e o percentual de perdas. (ver Fotos 29 a 32).

Tabela 4. Classificação das telhas e percentual de perdas em relação ao número total de peças deformadas

Indústria Nº	Perdas (%)	Classificação (%) em relação às peças aproveitadas		
		1ª	2ª	3ª
1	10	50	50	–
2	10	40	30	30
3	15	30	40	30
4	5	60	20	20
5	1	90	10	–
6	5	75	–	25
7	4	60	–	40
8	10	30	30	40
9	8	50	25	25
10	5	60	20	20
11	10	50	20	30
12	15	50	50	–

Fonte: Dados da pesquisa.

Notou-se, durante a aplicação dos questionários, a inexistência de controle de custos por parte de nove das doze empresas pesquisadas. Em geral, a administração é feita sem critérios técnicos, não se conhecendo, ao certo, o percentual de perdas e a correlação entre insumos, produção e faturamento. As respostas aos questionários foram dadas sem consultas a anotações ou a registros e, com exceção de três empresas, constatou-se a precariedade gerencial, e a sua não informatização, o que foi observado também pelo NUTEC (2001). Vale ressaltar que se observou uma tendência por parte dos empresários em não admitir perdas significativas, o que levanta a suspeita de que as perdas reais são superiores ao valor médio encontrado de 8,2%, sendo a perda inexpressiva de 1% apresentada

pena indústria nº 5 discutível, mesmo admitindo-se um rigoroso controle de qualidade.



Foto 29. Telhas queimadas em fase de resfriamento por meio do uso de ventilador radial, que em seguida vão ser classificadas.



Foto 30. Peças defeituosas e perdas em consequência da falta de caracterização dos materiais argilosos empregados e do proporcionamento correto.

Os produtos cerâmicos são considerados de alta entropia, por ser necessário o uso de energia de forma intensiva na sua fabricação, sendo a decomposição ou reciclagem natural de difícil realização, razão pela qual peças cerâmicas ou partes delas, produzidas por povos pré-históricos e por antigas civilizações, são encontradas a cada dia.

Tendo em vista a enorme quantidade de rejeitos produzida pelas indústrias de Russas, depositada, em grande parte, nas cavas das áreas mineradas, conforme Parahyba et al. (2000), torna-se de fundamental importância a redução das perdas, bem como a definição do destino desses rejeitos a fim de que seja reduzida a poluição e a degradação ambiental.

Felizmente, como foi constatado, encontrou-se uma solução local para o problema relacionado ao destino dos rejeitos, hoje utilizados no melhoramento das estradas vicinais do município, bem como na pavimentação de pátios de residências.



Foto 31. Pavimentação de pátio usando-se rejeitos cerâmicos.



Foto 32. Estrada vicinal melhorada com o uso de rejeitos cerâmicos.

5.3 TECNOLOGIAS E TÉCNICAS APROPRIADAS PARA A CADEIA PRODUTIVA DA INDÚSTRIA CERÂMICA DE RUSSAS

5.3.1 Extração de argila

A extração de argila deve, antes de tudo, ser precedida de sondagem e caracterização tecnológica dos materiais, a fim de que não haja desperdícios com explorações superficiais e horizontalizadas, sendo facilitada a realização do procedimento correto na preparação das matérias-primas no início do processo produtivo propriamente dito da indústria cerâmica. Como já foi observado, atualmente, todo o processo é feito sem critérios técnicos, baseando-se apenas na experiência, procedendo-se de maneira prática, com a conseqüente degradação ambiental.

Para a realização de sondagens na área disponível, devem ser usados trados, com a coleta de amostras para a caracterização, sendo recomendável um espaçamento de 50 m entre furos de sonda, que pode ser reduzido para 20 m em áreas pequenas (SANTOS, 1975; MARANHÃO, 1985). As amostras coletadas devem ser encaminhadas ao NUTEC, visando realizar a caracterização tecnológica, cujo roteiro do IPT para esse procedimento é apresentado no anexo E.

Tendo-se delimitado o depósito de argila, necessária se faz a locação dos cursos de água e lagoas naturais existentes, a fim de que seja preservada a vegetação em uma distância de pelo menos 30 m, criando-se a área de proteção necessária para evitar erosão ao tempo em que se atende a Resolução CONAMA nº 004/85.

Em seguida, deve-se proceder à limpeza da área, contando-se as árvores existentes com motosserra, machados ou foices e promovendo o aproveitamento da madeira que, dependendo do porte das árvores e das espécies encontradas, pode ter fins diversos. No caso, o mais lógico será o aproveitamento para a produção de lenha. Os troncos das carnaubeiras existentes, como já se faz usualmente, devem ser aproveitados como elemento estrutural na construção civil, podendo, até mesmo, ser usados na edificação de galpões para a secagem de peças e estocagem de lenha na estação das chuvas (ver Foto 33).



Foto 33. Galpão para secagem natural em indústria cerâmica da região do Vale do Jaguaribe que tem troncos de carnaubeiras como elemento estrutural na cobertura, bem como aberturas com controle para facilitar a circulação e a renovação do ar.

As carnaubeiras pequenas podem ser replantadas em áreas já degradadas, fazendo-se a recomposição vegetal e paisagística e, também, visando ao aproveitamento econômico futuro como elemento estrutural, bem como com a finalidade de extração de cera de carnaúba. As palhas das carnaubeiras derrubadas podem ser usadas em atividades artesanais, como a produção de cestos e chapéus, assim como na cobertura de quiosques de lazer.

Dando continuidade, realiza-se a destoca, caso seja necessária, com o emprego de um trator de esteira. Em seguida, a camada fértil superficial deve ser removida e estocada, visando à posterior revegetação dos taludes. A máquina adequada para a extração da argila é um trator de esteira (ver Foto 34), que permite o aproveitamento racional dos materiais e facilita a retirada de camadas de materiais indesejáveis, interpostas entre as camadas de argila. Atualmente, são usadas, em geral, somente pás carregadeiras na extração da argila. Parahyba et al. (2000) ressaltam a necessidade da utilização de tratores de esteira. Os materiais argilosos devem então ser empilhados e, com o uso de uma pá carregadeira, postos em

caminhões-caçamba para serem transportados para a fábrica. Os taludes de contorno das áreas mineradoras devem ser, com o emprego de um trator de esteira, suavizados, de acordo com a Figura 6.



Foto 34. Pequeno trator de esteira empilhando materiais argilosos na região norte do estado do Ceará.

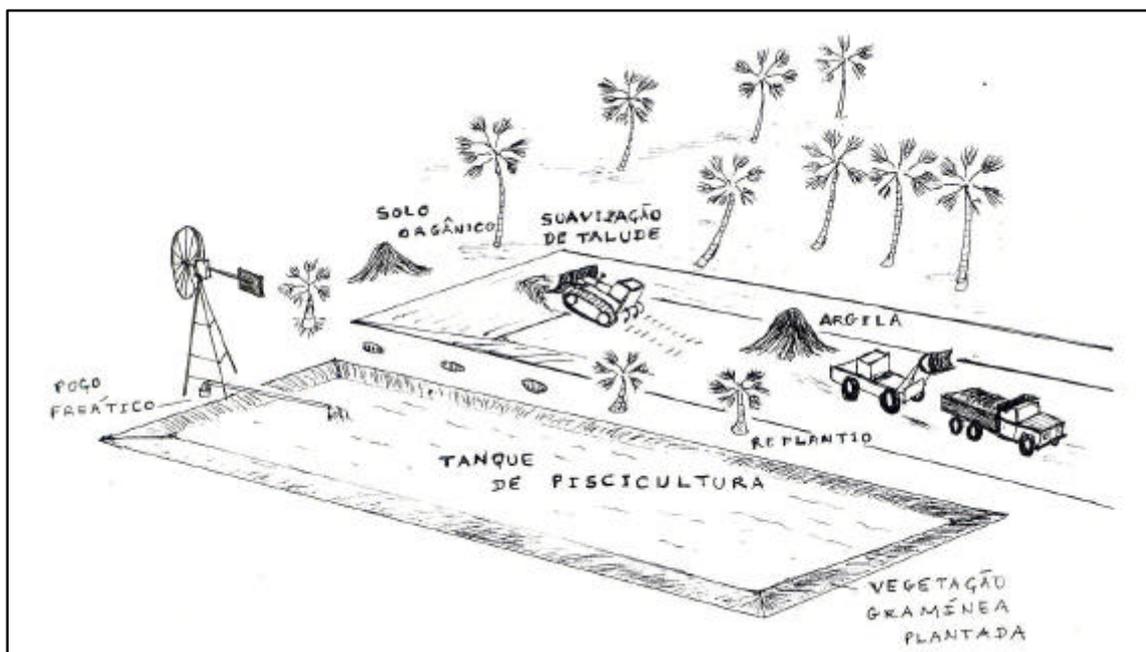


Figura 6. Extração de argila com recuperação da área e aproveitamento para a piscicultura (desenho do autor).

O controle de qualidade dos materiais argilosos, bem como a realização do proporcionamento correto na mistura devem ser empregados no dia-a-dia, a exemplo do que faz uma das empresas pesquisadas que utiliza uma técnica simples de análise granulométrica, consistindo da passagem de amostras de materiais argilosos umedecidos por peneiras de 10 mesh e 100 mesh, que retêm a areia e as concreções minerais. Caso o material retido apresente peso superior a 30% do peso inicial da amostra seca, a argila é considerada magra e o seu emprego, sem a mistura com uma argila gorda, implica em peças quebradiças e com porosidade elevada.

Por outro lado, se o material retido apresentar peso inferior a 20% da amostra seca, a argila é considerada gorda e o seu emprego direto, sem a mistura com uma argila magra, implicaria na ocorrência de trincas e deformações na secagem e/ou na queima das peças cerâmicas. Para a pesagem e secagem necessárias das amostras, devem ser empregados uma balança com precisão de 0,01 g e um pequeno forno elétrico com termostato. Vale ressaltar que o procedimento técnico descrito acima foi repassado pelo NUTEC para a única empresa do município de Russas que o utiliza , tendo sido a mesma visitada.

Definindo-se definido previamente o uso subsequente das áreas em mineração, obras complementares devem ser necessárias no decorrer dessa etapa, nunca, no entanto, deixando-se de ter em vista a recomposição paisagística, e a harmonia em relação a paisagem natural remanescente (IBAMA, 1990; KOPEZINSKI, 2000).



Foto 35. Placa em frente ao CENTEC de Limoeiro do Norte, anunciando a realização do exame de seleção para o 1º Curso de Monitoramento e Controle Ambiental, entre outros ofertados, o que constitui uma iniciativa bastante louvável, tendo em vista a degradação ambiental da região do Vale do Jaguaribe.

Considerando que grande parte das empresas cerâmicas do município de Russas não dispõem de áreas próprias para a extração de argila, caberia a instalação de uma central de matérias-primas, de acordo com Pereira (s.d.), sendo facilitada com isso a realização do controle de qualidade da matéria-prima através da devida caracterização tecnológica da argila e da utilização de moinhos mais potentes, que podem eliminar praticamente todas as concreções encontradas. Uma central de matérias-primas em Russas poderia ser administrada pela Associação dos Ceramistas de Russas, bem como ser uma iniciativa de um empreendedor ou de um grupo empresarial, que negociaria com os proprietários de áreas com ocorrências de argila, fornecendo matéria-prima de qualidade para as indústrias cerâmicas, com preços compatíveis. Todos sairiam ganhando com isso, até mesmo o ecossistema das várzeas da planície aluvial do rio Jaguaribe.

5.3.2 Manejo florestal sustentável

O manejo florestal sustentável constitui-se na técnica adequada para se fazer a exploração racional da mata nativa visando ao fornecimento de lenha para a indústria cerâmica do Ceará, bem como à conservação da biodiversidade, passando a lenha a ser um recurso renovável (LOPES et al., 2001).

A elaboração de um plano de manejo florestal sustentável deve ser feita por engenheiro florestal, podendo o mesmo ser submetido à aprovação do IBAMA ou da SEMACE.

Inicialmente, é necessário fazer um inventário florestal que contenha o levantamento das espécies vegetais e o volume de madeira existente, através de amostragem. Em seguida, deve-se proceder à divisão da área em talhões a serem explorados em sistema de rotação, fazendo-se o corte seqüenciado de um talhão a cada ano, de tal maneira que, ao completar um ciclo, tenha havido a regeneração natural e autógena das árvores cortadas no início (ver Figura 7), devendo ser preservadas as espécies protegidas, como a aroeira (*Myracrodruon urundeuva*).

Ressalte-se que, para a caatinga cearense, o ciclo deve ser de pelo menos dez anos, de acordo com o professor de fitotecnia da UFC Eng.º Florestal Mauro Ferreira Lima, experiente profissional na elaboração de planos de manejo florestal em regime de rendimento sustentável.

Em pesquisa realizada junto ao IBAMA, constatou-se a existência de cerca de 170 planos de manejo florestal monitorados por esse órgão no Ceará, dentre os quais existem três referem-se a Russas, sendo pertencentes aos empresários que responderam afirmativamente com relação a esse item na aplicação dos questionários. Na SEMACE, obteve-se a informação de que existem menos de vinte planos de manejo florestal sustentável aprovados em todo o estado. Vale salientar que esse órgão passou a ter autonomia para a aprovação e o monitoramento de planos de manejo florestal sustentável somente a partir de 1999, quando foi firmado convênio com o Ministério do Meio Ambiente (MMA).

De acordo com o artigo 2º da Instrução Normativa nº 001/2003, de 18 de agosto de 2003, da SEMACE, a autorização para exploração através de manejo de florestas nativas, de suas formações sucessoras e demais formas de vegetação, somente será concedida através das seguintes modalidades:

- I – Plano de Manejo Florestal Sustentável (PMFS).
- II – Plano de Manejo Agroflorestal Sustentável (PMAFS).
- III – Plano de Manejo Silvistoril Sustentável (PMSPS).
- IV – Plano de Manejo Integrado Agrosilvipastoril Sustentável (PMASPS).

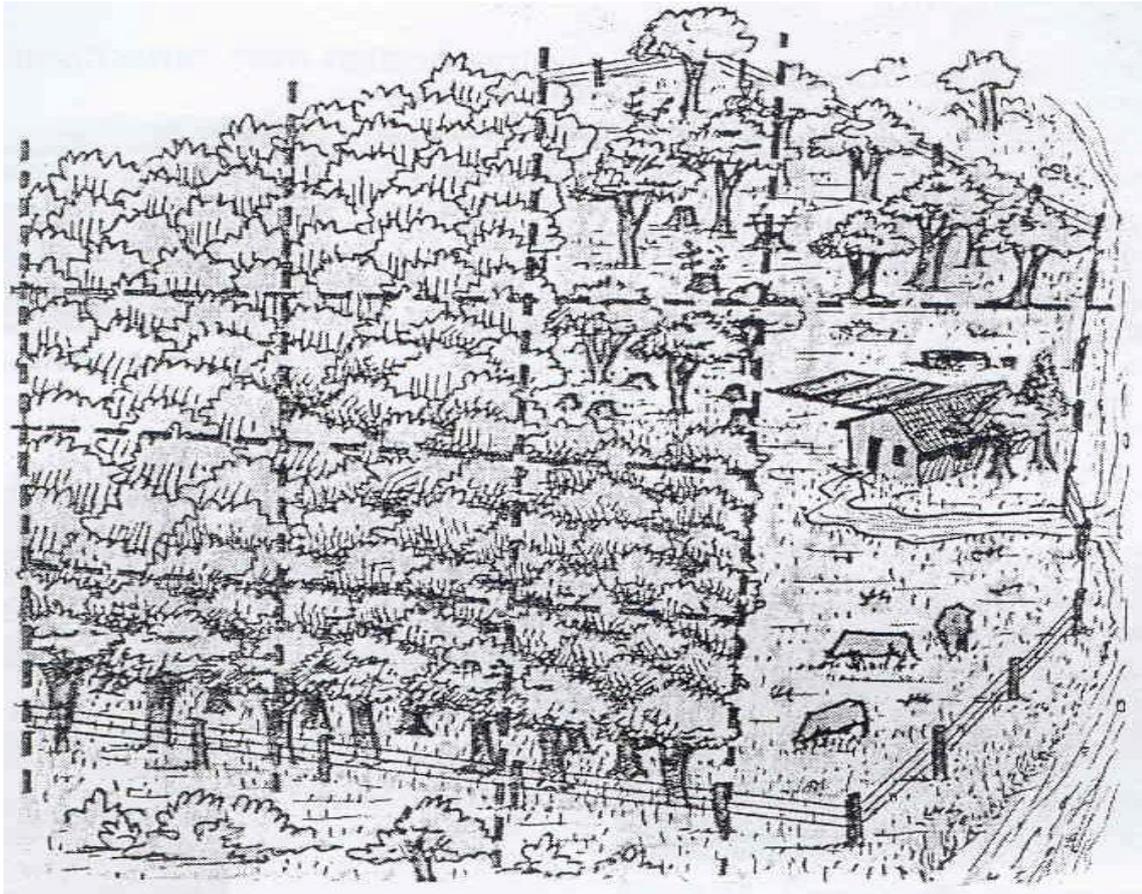


Figura 7. Manejo florestal sustentável.

Fonte: Holanda (1996).

Tendo por base um plano de manejo florestal sustentável para uma área de caatinga arbórea na zona norte do estado, com um volume anual explorável de cerca de 20 st/ha, e o consumo anual de lenha do polo cerâmico de Russas de aproximadamente 750.000 st, levando-se em conta, ainda, um consumo específico de 1,5 st/milheiro de telhas e a produção anual de 500.000 milheiros, estima-se, *grosso modo*, que seja necessário o manejo de uma área de 36.000 ha de vegetação semelhante para atender tamanha demanda de lenha. Considerando que o município de Russas tem uma área de 161.430 ha, a área total de manejo

representaria cerca de 22,3% da superfície do município. Vale, porém, ressaltar que provavelmente o município de Russas não dispõe mais de uma área dessa ordem de caatinga arbórea, podendo, no entanto, a área total a ser manejada se constituir na soma de áreas nos municípios próximos, de onde já se origina grande parte da lenha consumida no pólo cerâmico de Russas.

Vale lembrar que, com a renovação autógena das árvores em função do manejo florestal sustentável, há fixação ou seqüestro de carbono da atmosfera, ocorrendo de certa maneira uma compensação pelas emissões de CO₂ e CO decorrentes da queima de lenha, o que contribui para a redução do efeito estufa.

Na Foto 36, mostram-se áreas adequadas para a implantação de áreas de manejo.



Foto 36. Áreas propícias à implantação de planos de manejo florestal sustentável, às margens da rodovia de acesso (CE-356) ao distrito de Flores.

5.3.3 Otimização da eficiência térmica do processo produtivo da indústria cerâmica de Russas

Na busca de substitutos para a lenha utilizada na indústria cerâmica de Russas, realizou-se, com a participação do Eng.^o Geraldo Luiz Pinheiro Silva do NUTEC, do gerente comercial da CEGÁS, Eng.^o Gerardo Moreira de Carvalho e do Prof. Telmo Bessa da UFC, visita ao Centro de Tecnologia do Gás (CTGÁS) em Natal-RN. Vale ressaltar que essa instituição foi criada por um consórcio formado pela PETROBRÁS e o SENAI, com o objetivo de desenvolver e divulgar tecnologias relacionadas ao emprego do gás natural. A visita foi realizada no início de março do ano corrente, com a finalidade principal de se conhecer o protótipo de forno a gás da Foto 37, destinado à queima de tijolos e telhas, do qual, infelizmente, não foi fornecido o consumo específico.



Foto 37. Forno protótipo para cerâmica vermelha em desenvolvimento pelo CTGÁS na região metropolitana de Natal-RN.

Conforme informações obtidas junto à CEGÁS, toda a produção de gás do Ceará, bem como o gás que chega do Rio Grande do Norte, através do gasoduto Guamaré (RN)-Pecém (CE) ou GASFOR 1, já está comprometida, sendo necessária a construção de um novo gasoduto (GASFOR 2), cujo projeto está em andamento, não havendo, porém, previsão para o início das obras.

Tendo em vista a informação fornecida pelo diretor comercial da CEGÁS, Eng.º Gerardo Moreira de Andrade, de que para a substituição de 1 st de lenha proveniente da poda de cajueiro são necessários cerca de 50 m³ de gás natural (CNTN) e que o preço atual desse insumo em Fortaleza é de R\$ 0,57/m³, sendo o custo da lenha de R\$ 11,00/st, estima-se que o custo do gás natural para fornecer a mesma energia é cerca de 2,6 vezes superior ao da lenha, admitindo-se a utilização dos fornos existentes, sem melhoramentos. Conclui-se que não há viabilidade econômica, em curto e médio prazos, mesmo admitindo-se a utilização de fornos bem mais eficientes.

Os fornos utilizados na indústria cerâmica de Russas, com apenas uma exceção, são do tipo chama reversível, cujo princípio de funcionamento foi descrito no subitem 5.2.4. Embora tais equipamentos sejam de concepção antiga, para a produção de telhas no município de Russas, mostram-se os mais adequados, levando em conta o seu baixo custo, constituindo-se em uma tecnologia já bastante divulgada. Infelizmente, fornos contínuos tipo Hoffman, utilizados em todo o estado do Ceará para a produção de tijolos com boa eficiência térmica e custo de construção relativamente baixo, não se prestam para a produção de telhas, devido à impossibilidade de obtenção de uma distribuição uniforme de calor em função da forma e da arrumação das telhas nas câmaras de queima. Outros tipos de fornos viáveis tecnologicamente para a produção de telhas, como fornos contínuos tipo túnel, apresentam altos custos de construção, implicando em um retorno de investimento em longo prazo, no caso de produção de telhas coloniais, sendo os mesmos usualmente utilizados na queima de produtos cerâmicos com maior valor agregado, como peças de pisos e revestimentos.

Por outro lado, pode-se melhorar a eficiência térmica dos fornos de Russas, fazendo a recuperação de calor dos gases quentes que estão sendo perdidos através das chaminés. Para isso, necessário se faz desviar os gases quentes gerados em um forno na fase de queima para a câmara de outro forno carregado,

antes de se iniciar a combustão, realizando-se assim um pré-aquecimento sem o uso de lenha, de acordo com a Figura 8. Queiroz et al. (1982), chegam até mesmo a cogitar uma redução do consumo de lenha de 50% com o procedimento acima descrito.

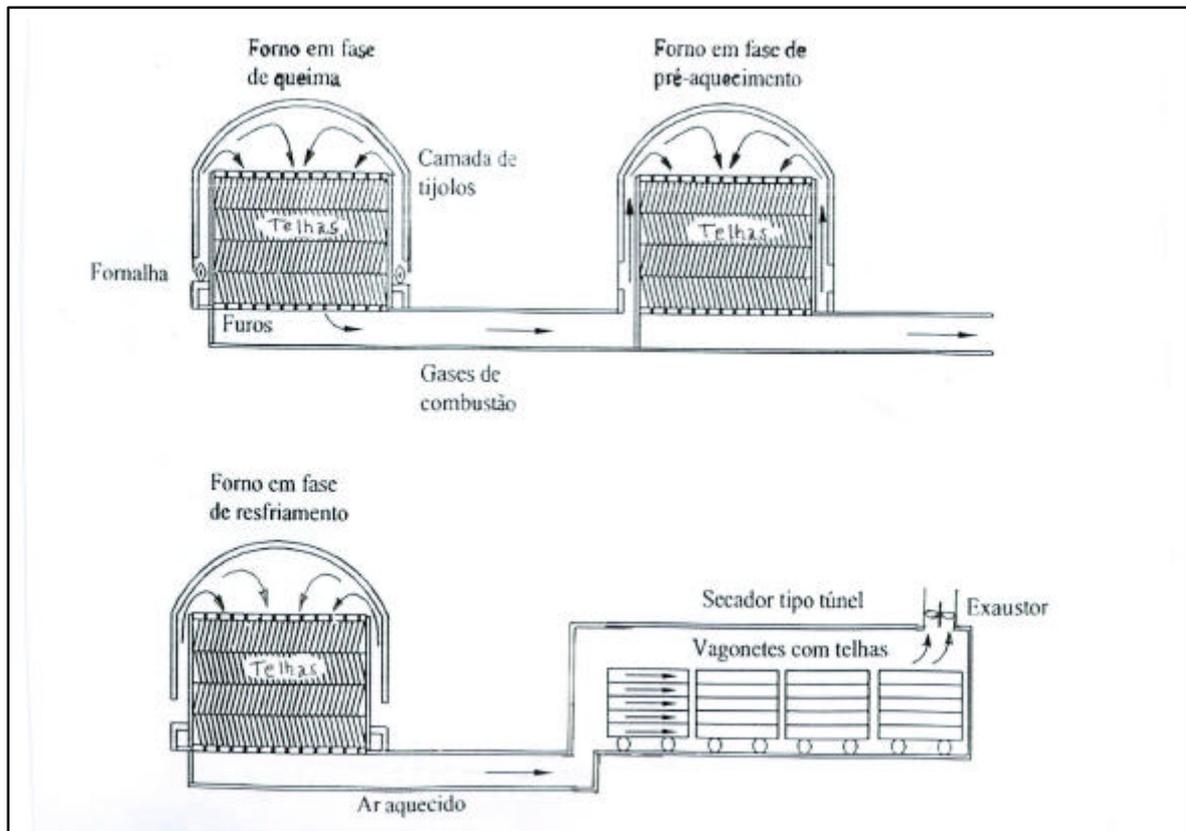


Figura 8. Recuperação de calor em fornos tipo chama reversível (desenho do autor).

Além disso, como foi comentado no subitem 5.2.3, somente quatro empresas cerâmicas, no município de Russas, dispõem de secadores artificiais empregando ar quente aquecido com a carga na fase de resfriamento dos fornos. Essa tecnologia deveria ser adotada pelas demais empresas, visando eliminar ou minimizar os problemas de secagem durante a estação das chuvas, diminuindo assim as perdas de produto e o consumo de lenha e reduzindo o desperdício de matéria-prima, energia elétrica, óleo diesel, trabalho e emissão de gases poluentes e provocadores do efeito estufa.

Constatou-se que todas as empresas pesquisadas estocam a lenha ao relento (ver Fotos 38 e 39), o que implica, durante a estação das chuvas, em um maior

consumo, pois, com a madeira úmida, parte do calor gerado durante a combustão é gasto para evaporar a água, havendo uma redução significativa do poder calorífico da lenha, chegando a dobrar o consumo desse insumo energético, de acordo com Queiroz et al. (1982). Necessária se faz a construção de galpões com piso cimentado para a estocagem da lenha durante o período das chuvas, que ocorrem de janeiro a junho, de acordo com Elias et al. (2002). A concepção do galpão utilizado na secagem de castanhas de caju mostrado na Foto 39 poderia ser empregada na estocagem e na secagem de lenha, bem como na secagem de peças cerâmicas durante a estação das chuvas.



Foto 38. Lenha estocada ao relento, em plena estação das chuvas, no município de Russas.



Foto 39. Galpão utilizado na secagem de castanhas de caju, cuja concepção poderia ser empregada para estocagem e secagem de lenha e peças cerâmicas, durante o período das chuvas.

Visando à melhoria da eficiência térmica e à redução do consumo de lenha nos fornos existentes, algumas medidas que não demandam investimentos significativos deveriam ser tomadas em curto prazo, estando as mesmas, em grande parte, relacionadas à operação dos fornos e a pequenas obras, como a instalação de portas nas fornalhas, similares às apresentadas na Foto 40.



Foto 40. Portas de fornalhas em fornos de uma indústria cerâmica de Russas.

6. CONCLUSÕES E SUGESTÕES

Diante do que foi exposto e discutido, pode-se concluir que a indústria cerâmica de Russas, em geral, apresenta sua sustentabilidade comprometida em termos sociais, econômicos e ambientais. No entanto, com a implementação de programas e projetos visando à utilização das tecnologias e das técnicas sugeridas e outras relativas ao gerenciamento e ao controle dos custos e da qualidade, acredita-se que a situação possa ser revertida. Para isso, antes de tudo, é necessário que haja conscientização por parte dos empresários.

Como medidas a serem tomadas, com repercussão positiva no meio ambiente e retorno financeiro no curto prazo, considerando que implicam na redução do consumo de lenha e que este insumo representa cerca de 30% dos custos de produção, tem-se:

- a. Instalação de portas nas fornalhas de todos os fornos, a fim de que se possa realizar o controle do ar de combustão, tendo-se em vista que um excesso de ar implica em perda de calor pela chaminé, assim como a ausência das mesmas permite que parte do calor gerado se perca para o ambiente.
- b. Avaliação do ciclo de queima de cada forno visando estabelecer uma curva de queima adequada, levando-se em conta a umidade inicial e a composição dos materiais argilosos das peças cerâmicas, bem como suas dimensões.
- c. Melhoramento da isolamento térmica dos fornos através da construção de paredes e cobertura na parte externa, utilizando-se tijolos de baixa densidade a fim de reduzir as perdas de calor.
- d. Instalação de um sistema de pirometria, visando ao controle da temperatura e de sua uniformidade no interior da câmara durante a queima, bem como ao monitoramento da temperatura dos gases na saída.
- e. Realização de limpeza periódica dos cinzeiros das fornalhas e dos dutos ou canais de saída dos gases de combustão.
- f. Controle de tiragem dos gases de combustão, de modo que a temperatura na saída seja a menor possível, sem que ocorra, no entanto, uma

temperatura excessiva no interior da câmara e combustão incompleta, procurando-se seguir um ciclo de queima adequado.

- g. Construção de galpões ou estufas para estocagem e secagem da lenha, procurando-se utilizá-la com a menor umidade possível.
- h. Otimização da secagem das peças cerâmicas antes da queima, visando à redução maior possível da umidade. Para esse fim, deve-se, em caso de secagem natural, realizar a arrumação das telhas com relação à direção do ar, de modo que todas as superfícies sejam expostas uniformemente, evitando-se rajadas de ventos fortes e a colocação das mesmas sobre superfícies planas que não permitam a circulação homogênea do ar. No caso de secadores artificiais, além de serem válidas as recomendações acima, há a necessidade de se ter controle da temperatura, vazão e umidade dos gases admitidos para a secagem, levando-se em conta a umidade inicial e as características da massa cerâmica das peças.
- i. Realização de treinamento de pessoal e supervisão sistemática a fim de que seja possível o cumprimento das recomendações citadas.

Finalmente, como ações imprescindíveis para melhorar a sustentabilidade da indústria cerâmica do município de Russas, sugere-se:

- Desenvolver programa de treinamento em técnicas gerenciais e de controle de custos e qualidade, com a participação do SEBRAE, SINDCERÂMICA/CE e Associação dos Ceramistas de Russas.
- Implantar um laboratório para a caracterização tecnológica da argila e das peças cerâmicas em Russas, tendo-se o BNB como possível fonte financiadora.
- Analisar a possibilidade de implantação, em Russas, de uma central de matérias-primas (argila), uma vez que grande parte das empresas locais não dispõem de mineração própria, de acordo com o que foi comentado no subitem 5.3.1, contando-se com o BNB como possível fonte de crédito.
- Implementar projeto ou programa de otimização da eficiência térmica dos fornos, visando adotar as medidas relacionadas anteriormente bem como recuperar calor, conforme o que foi sugerido no subitem 5.3.3., com a

participação do NUTEC, UFC, SINDCERÂMICA-CE, Associação dos Ceramistas de Russas e BNB como possível fonte de recursos.

- Realizar pesquisa visando ao desenvolvimento de secadores para peças cerâmicas e lenha, com o envolvimento do NUTEC, UFC e BNB.
- Implantar programa de recuperação das áreas degradadas, procurando-se aproveitá-las para outras atividades como lazer e piscicultura, conforme o que foi apresentado no subitem 5.3.1., com a participação da Prefeitura Municipal de Russas, SEMACE, DNPM, IBAMA e BNB como possível fonte de financiamento.
- Incentivar o manejo florestal sustentável no município de Russas e em outros próximos, de onde se origina a maior parte da lenha consumida, havendo a necessidade de se realizar um cadastro dos imóveis rurais com essa potencialidade.
- Realizar programas de treinamento e capacitação técnica através de cursos voltados para os trabalhadores e técnicos da indústria cerâmica de Russas, com a participação do SEBRAE e CENTEC de Limoeiro do Norte.
- Desenvolver programa de melhoria das condições de trabalho e segurança, com a participação do NUTEC, UFC e Ministério do Trabalho.
- Programar a substituição da copa do cajueiro das plantações dos município próximos, de tal modo que seja mantida uma oferta constante de lenha, de acordo com o que foi comentado no subitem 5.2.4., sendo necessária uma articulação envolvendo a ASCAJU, o SINDCERÂMICA-CE e a Associação dos Ceramistas de Russas.
- Implantar plano municipal de manutenção e melhoramento sistemático das estradas vicinais de Russas empregando os rejeitos cerâmicos.
- Instituir, por iniciativa do SINDCERÂMICA-CE, o Prêmio João-de-Barro, destinado ao ceramista exemplar de cada ano, sendo o mesmo aquele que trabalha com responsabilidade ambiental, social e econômica, contribuindo para o desenvolvimento sustentável.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F. *O bom negócio da sustentabilidade*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2002. 191p.
- ANDRADE, R. O. B.; TACHIZAWA, T.; CARVALHO, A. B. *Gestão ambiental: enfoque estratégico aplicado ao desenvolvimento sustentável*. 2ª. ed. São Paulo: Makron, 2002. 232p.
- BARBIERI, J. C. *Desenvolvimento e meio ambiente: as estratégias de mudanças da agenda 21*. Petropolis, RJ: Vozes, 1997. 159p.
- BARBOSA, A. P. L. *Metodologia da pesquisa científica*. Fortaleza: UECE, 2001. 462p.
- BARONI, M. *Ambiguidades e deficiências do conceito de desenvolvimento sustentável*. *Revista de Administração de Empresas/EAESP/FGV*. São Paulo. v. 32(2): 14-24, Abr./Jun. 1992.
- BECKER, D. F. (org.). *Desenvolvimento sustentável: necessidade e/ou possibilidade?* 4ª ed. Santa Cruz do Sul, RS: Edunisc, 2002. 241p.
- BRAGA, B. et al. *Introdução à engenharia ambiental*. São Paulo: Prentice Hall, 2002. 305p.
- BRAUN, R. *Desenvolvimento ao ponto sustentável*. Petrópolis, RJ: Vozes, 2001. 183p.
- BUARQUE, S. C. *Construindo o desenvolvimento local sustentável*. Rio de Janeiro: Garamond, 2002. 180p.
- BURSZTYN, M. (org.). *A difícil sustentabilidade: política energética e conflitos ambientais*. Rio de Janeiro: Garamond, 2001. 259p.
- CAIRNCROSS, F. *Meio ambiente: custos e benefícios*. Tradução: Cid Knipel Moreira. São Paulo: Nobel, 1992. 269p.
- CAMARGO, A. L. B. *Desenvolvimento sustentável: dimensões e desafios*. Campinas, SP: Papirus, 2003. 160p.
- CARNEIRO FILHO, A. *Impactos da mineração e procedimentos técnicos de reabilitação de áreas degradadas na região metropolitana de Fortaleza, Estado do Ceará*. 1999. 167f. Dissertação (mestrado em geografia) – Centro de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual do Ceará - UECE, Ceará, 1999.
- CAVALCANTI, C. (org.). *Desenvolvimento e natureza: estudos para uma sociedade sustentável*. 2ª ed. São Paulo: Cortez Editora, 1998. 429p.
- CIVITA, R. *Muito bem! Mas é preciso reinventar a roda?* (São Paulo). *Revista Veja*, 24 de dezembro de 2003.
- COIMBRA, J. A. A. *O outro lado do meio ambiente: uma incursão humanista na questão ambiental*. Campinas: Millennium, 2002. 560p.
- CORSON, W. H. (Ed.). *Manual global de ecologia: o que você pode fazer a respeito da crise do meio ambiente*. Tradução: Alexandre Gomes Camaru. 2ª ed. São Paulo: Augustus, 1996. 412p.
- CRISE atinge o setor ceramista. *Jornal Diário do Nordeste*, Fortaleza, CE, 7 de outubro de 2003.

- CUNHA, S. B.; GUERRA A. J. T. (orgs.). *Avaliação e perícia ambiental*. 4ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002. 294p.
- CURTY, M. G., et al. *Apresentação de trabalhos acadêmicos, dissertações e teses (NBR 14724/2002)*. 1ª reimp. Maringa; PR: Dental Press, 2002. 109 p.: il.
- DESERTIFICAÇÃO: Programa brasileiro terá quatro eixos de ação. *Jornal Diário do Nordeste*, Fortaleza, CE, 04 de agosto de 2004.
- DEVASTAÇÃO ambiental: desertificação avança no sertão cearense. *Jornal Diário do Nordeste*, Fortaleza, CE, 16 de maio de 2003.
- DOUROJEANNI, M. H. J.; PÁDUA, M. T. J. *Biodiversidade: a hora decisiva*. Curitiba: Editora da UFPR, 2001. 308p.
- ELIAS, D. (org.). *O novo espaço da produção globalizada: o Baixo Jaguaribe-CE*. Fortaleza: FUNECE, 2002. 366p.
- FOLADORI, G. *Limites do desenvolvimento sustentável*. Tradução: Marise Manoel. Campinas, SP: Editora da Unicamp, São Paulo: Imprensa oficial, 2001. 221p.
- FOUREZ, G. *A construção das ciências: introdução à filosofia e à ética das ciências*. 2ª. ed. São Paulo: UNESP, 1995. 319p.
- FRANCO, M. A. R. *Desenho ambiental: uma introdução à arquitetura de paisagem com o paradigma ecológico*. São Paulo: Annablume: FAPESP, 2000. 224p.
- _____. *Planejamento ambiental para a cidade sustentável*. 2ª ed. São Paulo: Annablume: Edifurb, 2001. 296p.
- FUNCEME apresenta estudos sobre recursos ambientais. *Jornal Diário do Nordeste*, Fortaleza, CE, 10 de fevereiro de 2004.
- FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS – CETEC. *Uso da madeira para fins energéticos*. Compilado: Waldir Rezende Penedo. Belo Horizonte, 1980. 1V. (Série de Publicações Técnicos, 1).
- FUNDAÇÃO NÚCLEO DE TECNOLOGIA INDUSTRIAL-NUTEC. *Fabricação de telhas e tijolos em cerâmica vermelha*. Geraldo Luiz Pinheiro Silva (org.). Fortaleza: IOCE, 1981. 96p.
- _____. Projeto TECMO – Tecnologia em cerâmica. Ações para a modernidade e competitividade. (Relatório final). Fortaleza, 2001. 59p.
- GOLDEMBERG, J. *Energia, meio ambiente & desenvolvimento*. Tradução: André Koch. São Paulo: Edusp; 2001. 234p.
- GONÇALVES, C. W. P. *Os (des)caminhos do meio ambiente*. 6ª ed. São Paulo: Contexto, 1998. 148p.
- HAUWERMEIREN, S. V. *Manual de economia ecológica*. Santiago, Chile: Programa de Economia Ecológica, Instituto de Ecologia Política, 1998. 264p.
- HINRICHS, R. A.; KLEINBACH, M. *Energia e meio ambiente*. Tradução técnica: Flávio Maron Vichi, Leonardo Freire de Mello. São Paulo: Pioneira Thompson Learning, 2003. 543p.
- HOFMEISTER, W. *Rio + 10 = Joanesburgo. Rumos para o desenvolvimento sustentável: experiências da Alemanha e do Brasil*. Fortaleza: Fundação Konrad Adenauer, 2002. 198p.

HOLANDA, F. J. M. *Combatendo a desertificação: manual de ajuda a convivência com as estiagens*. Fortaleza, CE: [s.m.], 1996. 51p.

_____. *Erosão do solo: práticas conservacionistas*. Fortaleza, CE: SEBRAE/CE, 1999. 46p. il.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. *Síntese de indicadores sociais 2003*. Estudos e pesquisas – Informação demográfica e socioeconômica nº 12. Rio de Janeiro, 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DE PETRÓLEO – IBP. Curso de informação sobre combustíveis e combustão. Rio de Janeiro, 1981. 334p.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS RENOVÁVEIS – IBAMA. *Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração: técnicas de revegetação*. Brasília, 1990. 149p.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARA - IPECE – Ceará em números, 2003. Fortaleza, v. 16, 2003. 146p.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO S/A - IPT. Conservação de energia na indústria cerâmica. São Paulo, 1980. 214p.

IOSHIMOTO, E. Diagnóstico tecnológico das indústrias cerâmicas do sul de Minas Gerais. Belo Horizonte, 1995. 40p.

KOPEZINSKI, I. *Mineração X meio ambiente: Considerações legais, principais impactos ambientais e seus processos modificadores*. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2000. 103p.

LIMA, M. Fogo degrada ambiente de serras. Jornal O POVO, Fortaleza, CE, 16 de novembro de 2003.

LIMA e SILVA, P. P. et al. (orgs.). *Dicionário brasileiro de ciências ambientais*. Rio de Janeiro: Thex Ed., 1999. 247p.

LOPES, I. V. et al. (orgs.). *Gestão ambiental no Brasil: experiência e sucesso*. 4ª ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2001. 401p.

MACHADO, I. F. *Recursos minerais: política e sociedade*. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda., 1998. 410p.

MARANHÃO, R. J. L. *Introdução à pesquisa mineral*. 4ª ed. Fortaleza: BNB, 1985. 796p.

MAY, P. H.; LUSTOSA, M. C.; VIANA, V. (orgs.). *Economia do meio ambiente: teoria e prática*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003. 318p.

MERICO, L. F. K. *Introdução à economia ecológica*. Blumenau, SC: Ed. da FURB, 1996. 160p., il.

- MONTIBELLER-FILHO, G. *O mito do desenvolvimento sustentável: meio ambiente e custos sociais no moderno sistema produtor de mercadorias*. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001. 306p.
- MOTA, J. A. *O valor da natureza: economia e política dos recurso ambientais*. Rio de Janeiro: Garamond, 2001. 198p.
- NORTON, F. H. *Introdução à tecnologia cerâmica*. São Paulo: Ed. Edgar Blücher: Ed. da Universidade de São Paulo, 1973. 324p.
- O POVO. *Anuário do Ceará 2004*. Fortaleza: O POVO S.A., 2004. 591p.
- OLIVEIRA, S. L. *Tratado de metodologia científica: projetos de pesquisas, TGI, TCC, monografias, dissertações e teses*. 6ª reimp. da 2ª ed. de 1999. São Paulo: Pioneira Thonson Learning, 2004. 320p.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS - ONU. *conferência das nações unidas sobre meio ambiente e desenvolvimento*. 3ª ed. Brasília: Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas, 2001. 598p.
- PARAHYBA, R. E. R.; CAVALCANTI, V. M. M; MEDEIROS, M. F. *Projeto TECMO – Tecnologia em cerâmica. Ações para a modernidade e competitividade*. Atividades 11, 12, 13, 14, 15. (Relatório preliminar). Fortaleza, 2000. 35p.
- PEREIRA, V. P. *Centrais garantem qualidade*. Guia da indústria cerâmica. São Paulo:[s.n.], 1994 .
- PHILIPPI JR.; ROMÉRO, M. A.; BRUNA, G. C. (Eds). *Curso de gestão ambiental*. Barueri, SP: Manole, 2004. 1045p.
- PINHEIRO, F. S. A. *Impactos da extração de argila na planície aluvial do rio Jaguaribe*. Fortaleza, 2002, 87f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente), UFC, Fortaleza, 2002.
- PINTO-COELHO, R. M. *Fundamentos em ecologia*. Porto Alegre: Artmed, 2000. 252p.
- PONTES, F. S. T. *O Consumo de lenha da indústria cerâmica: da ameaça ambiental à essencialidade da industrialização (Um Estudo de Caso)* 1995, 67p. Dissertação (Mestrado em Economia Rural), UFC, Fortaleza, 1995.
- QUEIROZ, B. et al. Diagnóstico energético da indústria cerâmica do Estado de Pernambuco. *Revista Pernambucana de Tecnologia*, Recife, ITEP, 2(3): 67-96, set./dez. 1982.
- QUEIROZ, L. Desertificação: Conferência reabre discussão sul-americana. *Jornal Diário do Nordeste*, Fortaleza, CE, 5 de julho de 2004.
- REFLORESTAMENTO exemplar. *Jornal Diário do Nordeste*, Fortaleza, CE, 29 de fevereiro de 2004.
- REIS, L. F. D; QUEIROZ, S. M. P. *Gestão ambiental em pequenas e médias empresas*. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2002. 123 p.
- REIS, L. F. S. S. D. & QUEIROZ, M. P. *Gestão ambiental em pequenas e médias empresas*. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., 2002. 140p.
- RIO Grande do Norte atrai cerâmicas. *Jornal Gazeta Mercantil*, Fortaleza, CE, 21 de agosto de 2002.

- RODRIGUES, S. A. *Destruição e equilíbrio: o homem e o ambiente no espaço e no tempo*. São Paulo: Atual, 1989. 98p.
- SACHS, I. *Ecodesenvolvimento: crescer sem destruir*. São Paulo: Terra dos Homens, 1979. 166p.
- SACHS, J. *Desenvolvimento humano, trabalho decente e o futuro dos empreendedores de pequeno porte no Brasil*. Brasília: Edição SEBRAE, 2002. 200p.
- SALES, I. Degradação atinge economia do semi-árido. *Jornal Diário do Nordeste*, Fortaleza, CE, 28 de junho de 2004.
- SAMPAIO, Y. et al. *Quanto vale a caatinga?* Fortaleza: Fundação Konrad Adenauer, 2002. 158p.
- SANTOS, A. R. *Metodologia Científica: a construção do conhecimento*. 5ª ed. Rev. (conforme NBR 6.023/2000). Rio de Janeiro: DP&A, 2002. 168p.
- SANTOS, E. M. (coord.). *Gás Natural: estratégias para uma energia nova no Brasil*. São Paulo: Annablume, FAPESP, Petrobras, 2002. 325p.
- SANTOS, P. S. *Tecnologia de argilas*. São Paulo: Ed. Edgar Blücher: Ed. da Universidade de São Paulo, 1975. 2v. 802p.
- SECRETARIA DA INFRA-ESTRUTURA DO CEARÁ - SEINFRA. *Balanço energético do Estado do Ceará*. 1997/2000. Fortaleza, 2000.
- SEITZ, J. L. *A política do desenvolvimento: uma introdução a problemas globais*. Tradução: Octávio Alves Velho. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor Ltda., 1991. 190p.
- SEVERINO, A. J. *Metodologia do Trabalho Científico*. 22ª ed. revista de acordo com ABNT e ampliada. São Paulo: Cortez Editora, 2002. 196p.
- SINDICATO DA INDÚSTRIA CERÂMICA DO CEARÁ – SINDCERÂMICA-CE et al. *Diagnóstico setorial da indústria cerâmica do Ceará*. Fortaleza, 2002. 74p.
- SMITH, C. B. *Energy management principles*. New York, USA: Pergamon Press Inc., 1981. 495p.
- SOUZA, M. R. et al. Viabilidade do uso do gás natural. *Anais do VIII Congresso Brasileiro de Energia*. Rio de Janeiro, 1999.
- SUWWAN, L. Brasil lança plano para a sustentabilidade. *Jornal Folha de São Paulo*, 17 de julho de 2002.
- TAUK-TORNISIELO, S. M.; GOBBI, N.; FOWELER, H. G. *Análise ambiental: uma visão multidisciplinar*. 2ª ed. São Paulo: UNESP, 1995. 206p.
- THEODORO, S. H. (org.). *Conflitos e uso sustentável dos recursos naturais*. Rio de Janeiro: Garamond, 2002. 344p.
- TORRES, H. & COSTA, H. (orgs.). *População e meio ambiente: debates e desafios*. São Paulo: Editora SENAC, São Paulo, 2000. 351p.
- TRIGUEIRO, A. (coord.). *Meio ambiente no século 21: 21 especialistas falam da questão ambiental nas suas áreas de conhecimento*. Rio de Janeiro: Sextante, 2003. 367p.
- USHER, A. P. *Uma história das invenções mecânicas*. Tradução: Lenita M. Rimolli Esteves. Campinas: Papirus, 1992. 560p.

VALLE, C. E. *Qualidade ambiental: ISO 14000*. 4ª ed. São Paulo: Editora SENAC São Paulo, 2002. 193p.

VARGAS, M. (org.). *História da técnica e da tecnologia no Brasil*. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista: Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, 1994. 412p.

VASCONCELOS, A. C. *Estruturas da natureza: um estudo de interface entre biologia e engenharia*. São Paulo: Studio Nobel, 2000. 311p.

VIANA, M. O. L.; RODRIGUES, M. I. V. Um índice interdisciplinar de propensão à desertificação (IPD): Instrumento de Planejamento. *Revista Econômica do Nordeste*, Fortaleza, v. 30, nº 3, p.264-294, jul-set. 1999.

VIEIRA, P. F. & WEBER, J. (orgs.). *Gestão de recursos naturais renováveis e desenvolvimento: novos desafios para a pesquisa ambiental*. Tradução: Anne Sophie de Pontbriand-Vieira, Christilla de Lassus. 3ª ed. São Paulo: Cortez, 2002. 500p.

APÊNDICE

A

APÊNDICE A – Questionário preenchido

Indústria nº: 10	Data: 18 / 05 / 2004
17. Tempo de atividade (anos): 11	
18. Número de empregos: 18	
19. Número de carteiras assinadas: 6	
20. Produção mensal (milheiros de telhas): 400	
21. Matérias – Primas 5.1. Origem / distância da fábrica: compra de terceiros por carrada/menos de 3km 5.2. Legalização das áreas: não 5.3. Máquinas: não 5.4. Recuperação das áreas mineradas: não 5.5. Ensaios: não 5.6. Consumo: não respondeu	
22. Equipamentos de conformação 6.1. Listagem: caixão alimentador, misturador, laminador, extrusora à vácuo, cortadora/rebarbadora 6.2. Capacidade de produção (milheiros/dia): 25 6.3. Estado / Operação: regular	
23. Secagem das peças 7.1. Secador: não 7.2. Galpão: sim 7.3. Ao sol: sim	
24. Lenha 8.1. Origem/Tipo: 50% poda de cajueiro, 50% caatinga 8.2. Existência de Área de manejo florestal: não 8.3. Armazenagem: ao relento	
25. Fornos 9.1. Quantidade/Tipo/Produção: 5 tipo chama reversível 60.000 telhas/ciclo 9.2. Consumo específico de lenha st/milheiros de telhas: 1,5 9.3. Estado de conservação e operação: regular	
26. Perdas (%): 5	
27. Classificação dos produtos (%) 1ª: 60 2ª: 20 3ª: 20	
28. Destinos das vendas: 50% CE, 50% BA	
29. Destinos dos rejeitos: pátio, disponível para melhoramento de estradas	
30. Capacitação tecnológica: não	
31. Instrumentação: não	
Observações: Desconfiança com relação ao propósito da pesquisa	

ANEXOS
A; B; C; D e E

ANEXO A - Número de empresas, número de empregados e capacidade produtiva mensal em milhares de peças cerâmicas por município

Municípios	Nº de Empresas	Nº Empregados	Capacidade produtiva (1000)
Abaiara	1	23	450
Acarapé	1	25	200
Acaraú	1	70	499
Acopiara	4	68	1.270
Aiuaba	1	10	50
Alto Santo	10	261	4.582
Amontada	2	35	700
Antonina do Norte	1	20	100
Apuiarés	3	40	390
Aquiraz	10	339	7.315
Aracati	1	120	1.000
Assaré	1	10	0
Aurora	1	19	350
Barbalha	1	12	100
Barreira	7	94	1.010
Baturité	2	56	790
Beberibe	7	176	920
Brejo Santo	1	22	200
Camocim	1	30	100
Campos Sales	1	10	500
Canindé	6	88	860
Caridade	3	43	550
Cascavel	7	206	2.444
Caucaia	17	396	7.417
Cedro	1	25	350
Chorozinho	5	87	1.540
Crateús	4	105	1.470
Crato	9	264	4.843
Cruz	1	18	249
Granja	1	10	120
Guaiúba	5	172	1.740
Hidrolândia	1	15	100
Icó	2	24	200
Iguatu	3	116	1.830
Independência	1	33	250
Ipueiras	1	12	0
Itaiçaba	2	38	534
Itaitinga	2	64	1.850
Itapagé	5	57	235
Itapipoca	1	40	180
Itatira	1	9	15
Jaguaribe	2	27	208
Jaguaruana	3	121	1.900
Juazeiro do Norte	1	16	300
Jucás	2	72	950

Municípios	Nº de Empresas	Nº Empregados	Capacidade produtiva (1000)
Limoeiro do Norte	12	301	3.506
Maracanaú	5	354	2.850
Maranguape	6	29	1.222
Marco	1	8	80
Massapê	1	22	100
Milagres	1	32	200
Milhã	2	51	1.390
Morada Nova	4	49	510
Moraújo	1	10	60
Nova Russas	2	38	1.020
Nova Olinda	2	45	700
Novo Oriente	1	12	100
Ocara	1	6	60
Pacajus	1	15	120
Palhano	6	87	2.180
Paraipaba	2	24	280
Paramoti	1	45	999
Pentecoste	3	82	375
Piquet Carneiro	1	12	80
Quixadá	3	51	915
Quixeramobim	3	77	1.202
Quixeré	5	134	2.065
Russas	86	2.229	43.080
São Gonçalo do Amarante	8	155	2.600
São João do Jaguaribe	2	20	310
Saboeiro	1	10	100
Santa Quitéria	2	28	555
Santana do Acaraú	1	20	60
São Luís do Curu	1	15	100
Senador Pompeu	1	15	60
Sobral	4	350	3.141
Tabuleiro do Norte	2	34	396
Tauá	2	33	540
Trairi	1	11	80
Ubajara	1	15	100
Umirim	1	12	80
Uruburetama	1	20	60
Uruoca	1	22	250
Varjota	1	10	100
Várzea Alegre	1	50	350
Total	324	8031	122.642

FONTE: SINDCERÂMICA – CE et al. (2002), com adaptação do autor.

ANEXO B – Solicitação de informações relativas ao recolhimento de ICMS da indústria cerâmica de Russas

NO.	OTHER FACSIMILE	START TIME	USAGE TIME	MODE	PAGES	RESULT
01	894110145	JUL. 12 03:37PM	00'48	TX	01	OK

JUL. 12 2004 03:38PM



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA - SECITECE
FUNDAÇÃO NÚCLEO DE TECNOLOGIA INDUSTRIAL

12 de julho de 2004.
 OF 141 / PRESI

Prezada Senhora,

Visando comprovar a importância da Indústria Cerâmica para o município de Russas e justificar a realização de trabalhos técnicos voltados para o setor, solicitamos a colaboração de V. Sa., no sentido de que nos sejam fornecidas as seguintes informações:

- ♦ ICMS recolhido pelas Industrias Cerâmicas de Russas, bem como sua participação percentual no ICMS industrial e total do município relativo aos anos de 2001,2002,2003 e 2004;
- ♦ Relação das indústrias cerâmicas do município com a situação perante essa Secretaria.

Para maiores esclarecimentos e recebimento dos dados solicitados, indicamos o Engº José Manoel Albuquerque Paula Pessoa, pertencente ao quadro desta Instituição.

Desde já agradecemos a atenção dispensada ao nosso pleito.

Atenciosamente


 KRISHNAMURTI DE MORAIS CARVALHO
 Presidente

Ilma. Sra.,
 LAURA JUDITE M. DIAS
 Diretora de Célula de Execução em Russas
 Secretaria da Fazenda do Estado do Ceará - SEFAZ

Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial – NUTEC – Rua Prof. Rômulo Proença s/n – Campus do Pici (085) 287.8211 – 287.3855– Fortaleza - Ceará

ANEXO C – Solicitação sobre a relação das indústrias cerâmicas cadastradas do município de Russas e sua situação relativamente ao consumo de lenha e extração de argila



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA - SECITECE
FUNDAÇÃO NÚCLEO DE TECNOLOGIA INDUSTRIAL

12 de julho de 2004.
OF 142 / PRES!

SFU-SISTEMA DE PROTOCOLO UNICO
SEAD-CE *Paula*
NUM. 04149582 - 9
SEMACE DATA: 12/07/04 HORA: 15:50

Prezado Senhor,

Visando a realização de trabalhos técnicos voltados para a melhoria da eficiência técnica de fornos cerâmicos, bem como a redução do desperdício de matéria-prima, solicitamos a colaboração de V. Sa. no sentido de que nos seja fornecida a relação das empresas cerâmicas cadastradas no município de Russas, com a situação relativa ao consumo de lenha e à extração de argila.

Para maiores esclarecimentos e recebimento dos dados solicitados, indicamos o Eng^o José Manoel Albuquerque Paula Pessoa, pertencente ao quadro desta Instituição.

Desde já agradecemos a atenção dispensada ao nosso pleito.

Atenciosamente,

Krishnamurti de Moraes Carvalho
KRISHNAMURTI DE MORAIS CARVALHO
Presidente

Ilmo. Sr.
ROMEU ALDIGUERI DE ARRUDA COELHO
Superintendente da SEMACE.

ANEXO D – Orçamentos de máquinas para a indústria cerâmica

ITAMAQ	INDÚSTRIA TABULEIRENSE DE MÁQUINAS LTDA
	CNPJ 05.677.406/0001-27 – IE 06.834.808-8
	Rua Capitão José Rodrigues 4616 – Centro
	Tabuleiro do Norte – Ceará
	CEP 62960-000 – Telefax (88) 424-1168

ORÇAMENTO DE MÁQUINAS

À

QUANT.	ITEM	V. UNIT	V. TOTAL
01	Misturador – motor 10 CV – polia 80mm – 3 gornes B	4.500,00	4.500,00
01	Laminador – motor 10 CV – IV pólos – polia 120mm – 4 gornes B	3.500,00	3.500,00
01	Esteira – motor 1 CV IV pólos – polia 50mm – 1 gorne B	1.250,00	1.250,00
01	Maromba – motor 50 CV IV pólos – polia 130mm – 6 gornes B	27.000,00	27.000,00
01	Bomba à vácuo – motor 10CV IV pólos	1.800,00	1.800,00
01	Carro cortador manual	700,00	700,00
	TOTAL GERAL	38.750,00	38.750,00

Observações: 1 – Não acompanha motores, polias e nem correias de acionamento;
2 – Produção: 30.000 telhas/8h ou 20.000 tijolos/8h de 8 furos.

1) Condições de pagamento: à vista.

Tabuleiro do Norte(CE), 07 de JULHO de 2004.

INDÚSTRIA TABULEIRENSE DE MÁQUINAS LTDA


VALVERÂNGUES Joulé Alencar Menezes
Sócio-gerente


JOSE Gondim de Menezes
Sócio

ANEXO E – Roteiro para realizar a caracterização tecnológica de argilas (IPT)

IPT	1/7
ENSAIOS PRELIMINARES DE ARGILA VISANDO A SUA UTILIZAÇÃO CERÂMICA	Seção de Cerâmica
<p>1. <u>Objetivo</u></p> <p>Estes ensaios permitem classificar as argilas usadas na indústria cerâmica em três grupos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.1. argilas para cerâmica vermelha (tijolos, telhas, ladrilhos de piso e manilhas). 1.2. argilas para cerâmica branca (louça doméstica e sanitária, porcelana doméstica e técnica, azulejos e pastilhas). 1.3. argilas para fabricação de materiais refratários sílico-aluminosos. <p>2. <u>Teste para classificação do grupo cerâmico pela cor, após a queima</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 2.1. À argila conforme recebida, adicionar água em quantidade suficiente para moldar manualmente 3 c.p. em forma de esferas, com cerca de 1,5 cm de diâmetro. 2.2. Secar os c.p. em estufa a 110°C, durante 4 horas. 2.3. Queimar os c.p. em forno elétrico a 1000°C, em atmosfera oxidante. Manter a temperatura de queima durante 1 hora, deixar o forno resfriar naturalmente e observar a cor após queima. 2.4. Se os c.p. apresentarem cor vermelha, o material deverá ser ensaiado para cerâmica vermelha nas temperaturas de 950°C, 1050°C e 1100°C. 2.5. Se os c.p. apresentarem cor branca ou clara, o material deverá ser ensaiado para cerâmica branca nas temperaturas de 1050°C, 1100°C e 1250°C e para materiais refratários sílico-aluminosos na temperatura de 1450°C. <p>3. <u>Preparação da amostra</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 3.1. Pesar cerca de 1 kg. 3.2. Secar ao ar até atingir umidade de britagem. 3.3. Passar em britador de mandíbulas. 3.4. Pulverizar em moinho de disco até que o material passe 	

totalmente em peneiras USS nº 80 (abertura 0,177 mm).

3.5. Umedecer a amostra com metade da quantidade de água do limite de plasticidade (o limite de plasticidade é determinado segundo o método ABNT MB-31/69) para a moldagem por prensagem dos corpos de prova.

4. Preparação dos corpos de prova

4.1. Moldar c.p. com dimensões de (6,0 x 2,0 x 0,5) cm³, sob pressão de 19,6 MPa (200 kgf/cm²), em prensa hidráulica.

5. Ensaaios

5.1. Umidade de prensagem

5.1.1. Pesar o c.p., após prensagem, com aproximação de 0,1g.

5.1.2. Secar ao ar no mínimo 12 horas e em seguida em estufa a 110°C, durante 24 horas. Resfriar em dessecador e pesar.

5.1.3. Calcular a umidade de prensagem pela fórmula:

$$\text{Umidade de prensagem - \%} = \frac{m - m_0}{m_0} \times 100$$

m = massa do c.p. após prensagem, em gramas

m₀ = massa do c.p. seco a 110°C, em gramas

O resultado é a média de 4 c.p.

5.2. Contração linear de secagem

5.2.1. Medir o comprimento do c.p., após prensagem.

5.2.2. Secar ao ar no mínimo 12 horas e em seguida em estufa a 110°C, durante 24 horas. Resfriar em dessecador e medir o comprimento.

5.2.3. Calcular a contração linear de secagem pela fórmula:

$$\text{Contração linear de secagem - \%} = \frac{L_u - L_s}{L_s} \times 100$$

L_u = comprimento do c.p. após prensagem, em centímetros

L_s = comprimento do c.p. seco a 110°C, em centímetros

5.5.3. Calcular a perda ao fogo pela fórmula:

$$\text{Perda ao fogo - \%} = \frac{m - m_0}{m} \times 100$$

m = massa do c.p. seco a 110°C, em gramas

m₀ = massa do c.p. após queima, em gramas

O resultado é a média de 4 c.p.

5.6. Contração linear de queima

5.6.1. Secar o c.p. ao ar no mínimo 12 horas e em seguida em estufa a 110°C, durante 24 horas. Resfriar em dessecador e medir o comprimento.

5.6.2. Queimar o c.p. em cada uma das temperaturas do grupo cerâmico classificado no item 3, em atmosfera oxidante e aquecimento constante (100 a 150°C/h). Manter a temperatura do queima durante 3 horas. Resfriar em dessecador e medir o comprimento.

5.6.3. Calcular a contração linear de queima pela fórmula:

$$\text{Contração linear de queima - \%} = \frac{L_s - L_q}{L_s} \times 100$$

L_s = comprimento do c.p. seco a 110°C, em centímetros

L_q = comprimento do c.p. após a queima, em centímetros

O resultado é a média de 4 c.p.

5.7. Tensão de ruptura à flexão após queima

5.7.1. Secar o c.p. ao ar no mínimo 12 horas e em seguida em estufa a 110°C, durante 24 horas.

5.7.2. Queimar o c.p. em cada uma das temperaturas do grupo cerâmico classificado no item 3, em atmosfera oxidante e aquecimento constante (100 a 150°C/h). Manter a temperatura do queima durante 3 horas e resfriar em dessecador.

5.3. Tensão de ruptura à flexão

- 5.3.1. Secar o c.p. ao ar no mínimo 12 horas e em seguida em estufa a 110°C, durante 24 horas. Resfriar em dessecador.
- 5.3.2. Medir com o paquímetro a largura e altura do c.p.
- 5.3.3. Colocar o c.p. sobre dois apoios, de forma que a face maior fique apoiada sobre os mesmos.
- 5.3.4. Aplicar a carga na parte central do c.p., de forma a obter um aumento de 29,4 a 49,0 N/min (3 a 5 kgf/min).
- 5.3.5. Calcular a tensão de ruptura à flexão pela fórmula:

$$\text{Tensão de ruptura à flexão - MPa} = \frac{3 PL}{2 bh^2}$$

P = carga de ruptura, em newtons.

L = distância entre os apoios do c.p., em centímetros.

b = largura do c.p., em centímetros.

h = altura do c.p., em centímetros.

O resultado é a média de 4 c.p.

5.4. Cor

- 5.4.1. Secar o c.p. ao ar no mínimo 12 horas e em seguida em estufa a 110°C, durante 24 horas. Resfriar em dessecador.
- 5.4.2. Avaliar a cor visualmente (Consultar o Dicionário Nunsell).

5.5. Perda ao fogo

- 5.5.1. Secar o c.p. ao ar no mínimo 12 horas e em seguida em estufa a 110°C, durante 24 horas. Resfriar em dessecador e pesar.
- 5.5.2. Queimar o c.p. em cada uma das temperaturas do grupo cerâmico classificado no item 3, em atmosfera oxidante e aquecimento constante (100 a 150°C/h). Manter a temperatura do queima durante 3 horas. Resfriar em dessecador e pesar.

IPT

5/7

- 5.7.3. Medir com paquímetro a largura e altura do c.p.
- 5.7.4. Colocar o c.p. sobre dois apoios, de forma que a face maior fique apoiada sobre os mesmos.
- 5.7.5. Aplicar a carga na parte central do c.p., de forma a obter um aumento de 29,4 a 49,0 N/min. (3 a 5 kgf/min).
- 5.7.6. Calcular a tensão de ruptura à flexão pela fórmula:

$$\text{Tensão de ruptura à flexão - MPa} = \frac{3 PL}{2 bh^2}$$

P = carga de ruptura, em newtons.

L = distância entre os apoios do c.p., em centímetros

b = largura do c.p., em centímetros

h = altura do c.p., em centímetros

O resultado é a média de 4 c.p.

5.8. Absorção de água, massa específica aparente e porosidade aparente

- 5.8.1. Secar o c.p. ao ar no mínimo 12 horas e em seguida em estufa a 110°C, durante 24 horas.
- 5.8.2. Queimar o c.p. em cada uma das temperaturas do grupo cerâmico classificado no item 3, em atmosfera oxidante e aquecimento constante (100 a 150°C/h). Manter a temperatura de queima durante 3 horas, deixar resfriar dentro do forno e pesar.
- 5.8.3. Colocar o c.p. em água, em recipiente adequado e ferver durante 2 horas, mantendo o nível de água acima do c.p.
- 5.8.4. Deixar o c.p. imerso e resfriar até temperatura ambiente.
- 5.8.5. Determinar a massa do c.p. imerso, efetuando a pesagem com o c.p. suspenso por um fio de cobre preso a um dos braços da balança. A balança deve ser previamente equilibrada com fio imerso em água à mesma profundidade da pesagem do c.p.
- 5.8.6. Retirar o c.p. do recipiente, eliminar o excesso de água da superfície com um pano úmido e posar o c.p. saturado.

5.8.7. Calcular a absorção de água, a porosidade aparente e a massa específica aparente pelas fórmulas:

$$\text{Absorção de água - \%} = \frac{m - m_0}{m_0} \times 100$$

$$\text{Porosidade aparente - \%} = \frac{m - m_0}{m - m_1} \times 100$$

$$\text{Massa específica aparente - g/cm}^3 = \frac{m_0}{m - m_1}$$

m = massa do c.p. saturado com água, em gramas

m_0 = massa do c.p. após queima, em gramas

m_1 = massa do c.p. imerso em água, em gramas

Os resultados são a média de 4 c.p.

5.9. Cor após queima

- 5.9.1. Secar o c.p. ao ar, no mínimo 12 horas e em seguida em estufa a 110°C, durante 24 horas.
- 5.9.2. Queimar o c.p. em cada uma das temperaturas do grupo cerâmico classificado no item 3, em atmosfera oxidante e aquecimento constante (100 a 150°C/h). Manter a temperatura de queima durante 3 horas. Resfriar em dessecador.
- 5.9.3. Avaliar a cor visivelmente (consultar o Dicionário Munsell).

TABELA DOS VALORES LIMITES DOS CARACTERÍSTICOS CERÂMICOS DE ARGILAS PARA FABRICAÇÃO DE TIJOLOS MACIÇOS, TIJOLOS FURADOS E TELHAS.

Massa cerâmica (manual, extrudada, prensada) para a fabricação de	Tijolos maciços	Tijolos furados	Telhas
Tensão de ruptura à flexão da massa, <u>se</u> que a 110°C (mínimo)	15 kgf/cm ²	25 kgf/cm ²	30 kgf/cm ²
Tensão de ruptura à flexão da massa após a queima (mínimo)	20 kgf/cm ²	55 kgf/cm ²	65 kgf/cm ²
Absorção de água da massa após a queima (máxima)	-	25,0%	20,0%