

Universidade de Brasília  
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo  
Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo

**Análise das condições político institucionais para  
Inovação Tecnológica na Construção Civil:**

Adobe produzido com macrófitas aquáticas em Palmas - TO

Nicole de Castro Pereira

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria do Carmo Lima Bezerra

Brasília

2008

Universidade de Brasília  
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo  
Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo

**Análise das condições político institucionais para  
Inovação Tecnológica na Construção Civil:**

Adobe produzido com macrófitas aquáticas em Palmas - TO

Nicole de Castro Pereira

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria do Carmo Lima Bezerra

Brasília

2008

**TERMO DE APROVAÇÃO****Análise das condições político institucionais para Inovação  
Tecnológica na Construção Civil:**

Adobe produzido com macrófitas aquáticas em Palmas - TO

Autora: Nicole de Castro Pereira

Dissertação de Mestrado submetida à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília – UnB, como parte dos requisitos necessários à obtenção do Grau de Mestre em Arquitetura e Urbanismo, área de concentração “Tecnologia”.

Aprovado em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria do Carmo Lima Bezerra  
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, UnB  
(Orientadora)

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Anamaria de Aragão Costa Martins  
SEDUH - DF  
(Examinadora)

---

Prof. Dr. José Manoel Morales Sanchez  
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, UnB  
(Examinadora)

---

Prof. Dr. Otto Toledo Ribas  
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, UnB  
(Suplente)

Brasília, 2008

Para meus pais, Fátima e Adélcio, os exemplos da minha vida. Duas pessoas tão grandes quanto seus sonhos...

## **Agradecimentos**

A Deus, por me permitir a existência e, juntamente com a Mãe, me encaminhar em todas as etapas da minha vida.

A minha família, que sempre acreditou nas minhas escolhas.

Ao Philipe, pelo amor, paciência e pelas muitas vezes que me acudiu quando o cansaço, nas horas cruciais, desafiou meu ânimo.

À Prof<sup>a</sup> Maria do Carmo, estimada orientadora, por sua dedicação e disponibilidade, além da generosidade ao transmitir conhecimento.

Aos colegas da ETF-TO e CEFET-SP, que cooperaram em vários momentos do meu curso de mestrado.

Aos responsáveis pelos órgãos e instituições consultados e visitados, pela atenção e cordialidade.

Às minhas alunas, Natália e Ana Meires, que prestaram eficiente colaboração na busca de dados.

Ao pesquisador Obede Borges Faria, sem cujas informações sobre a tecnologia não teria sido possível a realização desse trabalho.

À Karlinha, Bruno, Bia, Cláudia e Taci, que me acolheram carinhosamente nas minhas idas e vindas à Brasília.

*“Se à primeira vista a idéia não for absurda,  
não há esperança para ela.” (Albert Einstein)*

## RESUMO

Inovação tecnológica é a introdução bem sucedida de mudança tecnológica em uma sociedade. A Cadeia Produtiva da Indústria da Construção Civil possui um importante papel na economia e no desenvolvimento social. Entretanto, além de causar impacto negativo no meio ambiente, o produto principal desta cadeia é resultado de um processo complexo de produção que envolve um grande número de agentes, dificultando, assim, qualquer mudança tecnológica no processo. O adobe produzido com macrófitas aquáticas é uma nova tecnologia, obtida a partir de um material tradicional. Por suas características, se apresenta como material apropriado a determinadas localidades brasileiras, minimizando problemas construtivos e ambientais. Neste trabalho, procurou-se analisar as variáveis de influência no processo de inovação tecnológica na cidade de Palmas, Tocantins, e verificar as vantagens competitivas da introdução do adobe produzido com macrófitas aquáticas na Construção Civil local. As dimensões político/ normativas, estratégicas e operacionais necessárias à inserção tecnológica foram avaliadas, concluindo-se serem positivas as condições para o processo.

## ABSTRACT

Technological innovation is the successful introduction of technological change in a society. The Productive Chain of Civil Construction Industry plays an important role in the economy and in social development. However, beyond causing negative impact in the environment, the main product of its chain is resulted of a complex production process witch involves a great number of agents, making it difficult any technological change in the process. The adobe produced with aquatic plants is a new technology, gotten from a traditional material. For its characteristics, it appears as an appropriate material for some Brazilian localities, minimizing constructive and ambient problems. In this work, it was looked to analyze the variable of influence on technological innovation process in the city of Palms, Tocantins, and to verify the competitive advantages of the introduction of the adobe produced with aquatic macrófitas in local Civil Construction. Politician /normative, strategical and operational dimensions necessary to the technological insertion had been evaluated, concluding to be positive the conditions for the process.



## SUMÁRIO

|   |     |
|---|-----|
| <b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS</b> .....       | xii |
| <b>LISTA DE FIGURAS</b> .....                     | xiv |
| <b>LISTA DE QUADROS, TABELAS E GRÁFICOS</b> ..... | xv  |

### APRESENTAÇÃO

|                            |    |
|----------------------------|----|
| Introdução.....            | 18 |
| Colocação do problema..... | 20 |

### BASES TEÓRICAS E CIENTÍFICAS

|  |    |
|--|----|
| 1. INOVAÇÃO TECNOLÓGICA.....   | 25 |
| 1.1. Considerações sobre Inovação .....  | 24 |
| 1.2. Inovação no Brasil e atores relativos à Inovação.....                                 | 33 |
| 1.3. Inovação na Indústria da Construção Civil no Brasil.....                              | 38 |
| 1.4. Conhecimento e inovação.....  | 42 |
| 1.5. Categorias de influência no processo de Inovação: aspecto político/<br>normativo..... | 45 |
| 1.5.1. Mercado de consumo de bens e serviços.....  | 45 |
| 1.5.2. Sociedade, aspectos históricos e sócio-culturais.....                               | 47 |
| 1.5.3. Os sistemas de produção.....  | 49 |
| 1.5.4. Regimes de concorrência.....  | 50 |
| 1.5.5. Estado e seu poder de regulação.....  | 51 |
| 1.6. Categorias de influência no processo de Inovação: aspecto<br>estratégico.....         | 53 |
| 1.6.1. O sistema educacional e de pesquisa.....  | 53 |
| 1.6.2. Instituições, programas e agências de fomento.....                                  | 55 |
| 1.7. Categorias de influência no processo de Inovação: aspecto<br>operacional.....         | 59 |
| 1.7.1. Organizações que apropriam e empregam os conhecimentos<br>gerados.....              | 59 |

|   |    |
|---|----|
| 1.8. Critérios de avaliação das condições político institucionais para Inovação.....    | 63 |
| 2. ADOBE PRODUZIDO COM MACRÓFITAS AQUÁTICAS.....  | 69 |
| 2.1. Contextualização.....  | 69 |
| 2.1.1. Construções com terra crua.....  | 69 |
| 2.1.2. As principais técnicas .....   | 70 |
| 2.1.3. As características das construções com terra.....                                | 73 |
| 2.1.4. As macrófitas aquáticas .....  | 78 |
| 2.1.5. Macrófitas aquáticas nas fases de formação e estabilização de reservatórios..... | 81 |
| 2.1.6. Sustentabilidade.....  | 82 |
| 2.1.7. Tecnologias Sociais e Tecnologias Apropriadas.....                               | 83 |
| 2.2. A pesquisa que gerou a tecnologia .....  | 85 |
| 2.3. Composição.....  | 86 |
| 2.4. Características físicas .....  | 90 |
| 2.5. Produção e aplicações.....   | 92 |
| 2.6. Oportunidades tecnológicas.....  | 95 |

## **ESTUDO DE CASO**

|   |     |
|---|-----|
| 3. PALMAS.....  | 99  |
| 3.1. Caracterização da área de estudo.....  | 99  |
| 3.2. A formação do lago e o surgimento das macrófitas.....  | 103 |
| 3.3. A oportunidade da inovação tecnológica em Palmas com o adobe produzido com macrófitas aquáticas..... | 106 |
| 4. CONDIÇÕES PARA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA EM PALMAS: VARIÁVEIS EXTERNAS.....                                 | 108 |
| 4.1. Regulação do Estado.....   | 108 |
| 4.1.1. Postura quanto às Inovações e existência de medidas.....   | 108 |
| 4.2. Instituições, Programas e Agências de Fomento locais.....  | 110 |
| 4.2.1. Programas locais.....  | 110 |
| 4.2.2. Agentes financiadores.....   | 113 |

|  |     |
|--|-----|
| 4.3. Infra-Estrutura Educacional, de Pesquisa e Desenvolvimento.....                                     | 114 |
| 4.3.1. Formação de profissionais.....  | 114 |
| 4.3.2. Produção de conhecimento.....   | 115 |
| 4.3.3. Relação com os sistemas de produção.....  | 117 |
| <br>   |     |
| 5. CONDIÇÕES PARA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA EM PALMAS: VARIÁVEIS INTERNAS.....                                | 121 |
| 5.1. Meio sócio-cultural.....  | 121 |
| 5.1.1. A opinião do usuário em potencial.....  | 121 |
| 5.2. Meio econômico.....   | 127 |
| 5.2.1. Capital institucional da Construção Civil.....  | 127 |
| 5.2.2. Concorrência: empresas com tecnologias semelhantes e grau de semelhança entre as tecnologias..... | 129 |
| 5.3. Meio físico.....  | 131 |
| 5.3.1. Condições climáticas que induzam à utilização da tecnologia...                                    | 131 |
| 5.3.2. Disponibilidade de matéria prima: solo.....   | 136 |
| 5.3.3. Disponibilidade de matéria prima: macrófitas aquáticas.....                                       | 138 |
| <br>   |     |
| <b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>   |     |
| <br>   |     |
| 6. ANÁLISE DAS CONDIÇÕES PARA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA.....  | 144 |
| 6.1. Condições externas para a inovação.....   | 144 |
| 6.2. Condições internas para a inovação.....   | 146 |
| <br>   |     |
| 7. RECOMENDAÇÕES PARA O CASO DE PALMAS.....  | 150 |
| 7.1. Propostas para variáveis externas.....  | 150 |
| 7.2. Uma proposta para o Adobe produzido com macrófitas aquáticas.....                                   | 152 |
| <br>   |     |
| <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>  | 154 |
| <br>   |     |
| <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>   | 159 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|             |   |
|-------------|---|
| ANPROTEC    | Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores                     |
| BNDES       | Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social  |
| BNH         | Banco Nacional de Habitação   |
| CAPES/MEC   | Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior / Ministério da Educação          |
| CCT         | Conselho Nacional de Ciência e Tecnológico  |
| CEB         | Companhia Energética de Brasília  |
| CECT        | Conselho Estadual de Ciência e Tecnologia do Tocantins  |
| CEULP/ULBRA | Centro Universitário Luterano de Palmas   |
| CNI         | Sistema Confederação Nacional da Indústria  |
| CPTEC/INPE  | Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais |
| CRA Terre   | The Center for the Research and Application of Earth Architecture                             |
| DBO         | Demanda Bioquímica de Oxigênio  |
| DCR         | Desenvolvimento Científico Regional   |
| DCS/UFLA    | Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras - MG                        |
| EMBRAPA     | Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária   |
| ETF-TO      | Escola Técnica Federal de Palmas  |
| FIA/USP     | Fundação Instituto de Administração da Universidade de São Paulo                              |
| FINAM       | Fundo de Investimento da Amazônia   |
| FNO         | Fundo Constitucional de Financiamento do Norte  |
| FomenTO     | Agência de Fomento do Estado do Tocantins   |
| FVA         | Fundo Verde-Amarelo   |
| IBGE        | Instituto Nacional de Geografia e Estatística   |
| ICT         | Institutos de Ciência e Tecnologia  |
| ICMS        | Imposto Sobre circulação de Mercadoria e Prestação de Serviço                                 |
| IEP         | Incubadora de Empresas (Palmas – TO)  |

|              |   |
|--------------|---|
| IEPO         | Instituto de Ensino e Pesquisa Objetivo   |
| IEL          | Instituto Euvaldo Lodi  |
| MCT          | Ministério de Ciência e Tecnologia  |
| ONG          | Organização Não Governamental   |
| PAC          | Programa de Aceleração do Crescimento   |
| PADCT        | Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico                     |
| PNI/MCT      | Programa Nacional de Incubadoras de Empresas e Parques Tecnológicos               |
| Pintec       | Pesquisa de Inovação Tecnológica  |
| PPP          | Programa Primeiros Projetos   |
| PROINDÚSTRIA | Programa de Industrialização Direcionada do Tocantins                             |
| PROSPERAR    | Programa de Incentivo ao Desenvolvimento Econômico do Estado do Tocantins         |
| SEBRAE       | Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas                          |
| SECIS        | Secretaria de Inclusão Social   |
| SEDEC        | Secretaria de Desenvolvimento Científico  |
| SEDUH        | Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano e Habitação do Município de Palmas |
| SENAI        | Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial                                       |
| SESI         | Serviço Social da Indústria   |
| SETEC        | Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico   |
| SIG Palmas   | Sistema de Informações Geográficas de Palmas                                      |
| UFT          | Universidade Federal do Tocantins   |
| UHE          | Usina Hidroelétrica   |
| UNITINS      | Fundação Universidade do Tocantins  |

## LISTA DE FIGURAS

|   |     |
|---|-----|
| Figura 1: Modelos indutores do processo de Inovação.....  | 32  |
| Figura 2: Representação do Modelo Evolutivo.....  | 36  |
| Figura 3: Representação do Sistema de Inovação.....   | 38  |
| Figura 4: Taipal.....   | 71  |
| Figuras 5 e 6: Construções com terra crua.....  | 72  |
| Figura 7: Edificação em adobe deteriorada.....  | 77  |
| Figura 8: Formas de vida das macrófitas.....  | 79  |
| Figura 9: <i>Eichhornia crassipes</i> .....   | 88  |
| Figura 10: <i>Pistia stratiotes</i> .....   | 88  |
| Figura 11: <i>Brachiaria arrecta</i> .....  | 88  |
| Figura 12: Adobes armazenados.....  | 90  |
| Figura 13: Adobes.....  | 91  |
| Figura 14: Adobes afunilados.....   | 92  |
| Figura 15: Testes de campo para resistência.....  | 94  |
| Figura 16: Consolidação de oportunidades tecnológicas.....  | 95  |
| Figura 17: Mapas da Divisão político-administrativa e Hidrografia (IBGE, 2008).....                                 | 101 |
| Figura 18: Mapa do Tocantins com seus municípios (IBGE, 2008).....  | 102 |
| Figura 19: UHE Lajeado (INVESTCO, 2008).....  | 104 |
| Figura 20: Localização da UHE e principais afluentes (IRINEU;SANTINO, 2006).....                                    | 105 |
| Figura 21: Mapa de solos do município de Palmas.....  | 136 |
| Figura 22: Evolução temporal (2004-2007) das ocupações das macrófitas aquáticas no reservatório da UHE Lajeado..... | 140 |
| Figura 23: Casa em adobe.....   | 165 |

## LISTA DE QUADROS, TABELAS E GRÁFICOS

|   |         |
|---|---------|
| Quadro 1: Âmbito político/normativo: variáveis e classificação da avaliação....   | 65      |
| Quadro 2: Âmbito estratégico: variáveis e classificação da avaliação.....   | 66      |
| Quadro 3: Âmbito operacional: variáveis e classificação da avaliação.....   | 66      |
| Quadro 4: Variáveis externas das condições para inovação a serem avaliadas na pesquisa.....   | 68      |
| Quadro 5: Condições para consolidação de oportunidades tecnológicas.....  | 96      |
| Quadro 6: Variáveis externas das condições para inovação a serem avaliadas na pesquisa.....   | 97      |
| Quadro 7: Principais construtoras da região.....  | 127/128 |
| Quadro 8: Olarias da região.....  | 129     |
| Quadro 9: Condições para inovação em Palmas: variáveis externas.....  | 143     |
| Quadro 10: Condições para inovação em Palmas: variáveis internas.....   | 145     |
| <br>  |         |
| Tabela 1: Balanceamento do solo.....  | 93      |
| Tabela 2: Brasil - Dispendios dos governos estaduais em Ciência e Tecnologia (C&T) (não inclui estimativa de gastos com a pós-graduação), por regiões e unidades da federação , 1997-2006.....          | 114     |
| Tabela 3: Tocantins - Produção científica no Diretório de Grupos de Pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, artigos completos em periódicos e anais 1998 – 2003..... | 115     |
| Tabela 4: Tocantins - Produção científica no Diretório de Grupos de Pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, artigos completos em periódicos e anais 1998 – 2003..... | 115     |
| Tabela 5: Tocantins - Produção científica no Diretório de Grupos de Pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, artigos completos em periódicos e anais 1998 – 2003..... | 115     |
| Tabela 6: Investimentos realizados em bolsas e no fomento à pesquisa segundo instituição - 2001-2007.....   | 116     |
| Tabela 7: Lista de táxons inventariados em junho de 2004, abril de 2005, junho de 2006 e novembro de 2007 seguidas pela família, nome comum e hábito (forma de vida) no ambiente aquático.....          | 139     |
| Tabela 8: Táxons encontrados durante o período de 2004 a 2007.....  | 140     |
| <br>  |         |
| Gráfico 1: Empresas que implementaram inovações.....  | 60      |
| Gráfico 2: Importância das atividades inovativas.....   | 60      |
| Gráfico 3: Problemas e obstáculos enfrentados pelas empresas inovadoras..   | 61      |

|   |     |
|---|-----|
| Gráfico 4: Artigos completos publicados por pesquisadores em periódicos especializados de circulação nacional e internacional, por regiões - 1998-2001.....   | 114 |
| Gráfico 5: Tipos de relacionamentos das empresas privadas e empresas públicas por tamanho, Brasil, 2004.....  | 117 |
| Gráfico 6: Questionamento sobre as condições térmicas das moradias das pessoas abordadas.....   | 121 |
| Gráfico 7: Questionamento sobre as condições térmicas das moradias das pessoas abordadas.....   | 121 |
| Gráfico 8: Questionamento sobre as condições térmicas das moradias das pessoas abordadas.....   | 121 |
| Gráfico 9: Questionamento sobre os fatores a serem considerados na compra ou construção de suas casas. Terceiro fator: sistema construtivo.....   | 122 |
| Gráfico 10: Questionamento sobre os fatores a serem considerados na compra ou construção de suas casas. Terceiro fator: sistema construtivo.....  | 122 |
| Gráfico 11: Questionamento sobre os fatores a serem considerados na compra ou construção de suas casas. Quinto fator: qualidades ambientais como a utilização de materiais recicláveis, economia de energia ou menor geração de impactos..... | 122 |
| Gráfico 12: Questionamento acerca da importância do custo de um material de construção, em detrimento de suas características.....  | 123 |
| Gráfico 13: Questionamento acerca das opções entre materiais mais ou menos agressivos ao meio ambiente.....   | 123 |
| Gráfico 14: Opiniões sobre a opção entre morar ou não na casa apresentada em imagem.....  | 123 |
| Gráfico 15: Questionamento sobre o conhecimento de casas de adobe seguida de descrições.....  | 124 |
| Gráfico 16: Precipitação Mensal Média dos anos de 2006, 2007 e 2008.....  | 130 |
| Gráfico 17: Precipitação Mensal Média dos anos de 2006, 2007 e 2008.....  | 131 |
| Gráfico 18: Temperaturas máximas mensais do ano de 2007.....  | 132 |
| Gráfico 19: Temperaturas máximas mensais do ano de 2008.....  | 132 |
| Gráfico 20: Temperaturas mínimas mensais do ano de 2006.....  | 133 |
| Gráfico 21: Temperaturas mínimas mensais do ano de 2006.....  | 133 |
| Gráfico 22: Temperaturas mínimas mensais do ano de 2008.....  | 134 |
| Gráfico 23: Temperaturas médias mensais dos anos de 2006, 2007 e 2008..   | 134 |





## **APRESENTAÇÃO**

---

## INTRODUÇÃO

Presente na pauta de discussões mundiais com relação à crise do desenvolvimento, a noção de desenvolvimento sustentável tem sua origem no debate iniciado em Estocolmo, em 1972, consolidado 20 anos mais tarde no Rio de Janeiro (GUIMARÃES 1998, apud VIANA et al.). Em 1987, a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (BRUNDTLAND, 1987) definia que “o desenvolvimento sustentável é aquele capaz de satisfazer às necessidades das gerações atuais, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazer suas próprias necessidades”.

Segundo Guimarães (1998, apud VIANA et al.), afirmar que os seres humanos constituem o centro e a razão de ser do processo de desenvolvimento significa advogar um novo estilo de desenvolvimento que seja ambientalmente sustentável no acesso e no uso dos recursos naturais e na preservação da biodiversidade; socialmente sustentável na redução da pobreza e das desigualdades sociais e promotor da justiça e da equidade; culturalmente sustentável na conservação do sistema de valores, práticas e símbolos de identidade. O aprimoramento técnico para adequar o uso dos recursos naturais as especificidade de cada território se constitui num dos pilares da promoção do desenvolvimento sustentável.

Projetada para funcionar como capital do Estado do Tocantins, a cidade de Palmas aparece no cenário nacional em constante dinamismo e em contínuo crescimento. A capital tem recebido inúmeros incentivos para a ênfase de suas qualidades de centro geográfico e político da fronteira de expansão econômica do país, reunindo condições para viabilizar a prática de um desenvolvimento sustentável em decorrência do discurso corrente, entre os diversos atores sociais, sobre a importância de a mesma vir a se constituir em uma “capital ecológica do Brasil”.

No ano de 2001, às margens da cidade de Palmas, foi concluída a Usina Hidrelétrica (U.H.E) Luís Eduardo Magalhães, a UHE Lajeado, pela Investco S.A. Com a formação do lago, a população depara-se com a ocorrência de macrófitas aquáticas nas regiões litorâneas de áreas de remanso (IRINEU,

2005) e juntamente com o Poder Público e a empresa responsável, iniciam-se as discussões acerca da sua retirada e destinação, considerando as dificuldades impostas pelo crescimento excessivo da espécie e seus riscos ambientais para a qualidade da água e da própria função do lago.

A construção civil, num contexto geral e em especial em Palmas, se constitui em uma das cadeias produtivas com maior potencial de geração de impactos na região, se fazendo necessário o investimento em inovações tecnológicas que ancorem a adoção do novo modelo de desenvolvimento.

O adobe produzido com macrófitas aquáticas é uma nova tecnologia, aprimorada a partir de um material há muito utilizado em diversas civilizações: o adobe. Pode ser produzido com matéria prima e mão-de-obra locais, dá destinação ao excedente de macrófitas, sua manufatura despende energia quase nula e produz bons resultados estéticos e higrotérmicos. Assim, pode aparecer como um material apropriado à sociedade com objetivos de sustentabilidade.

Constituindo uma inovação, o tijolo proposto para a região de Palmas aparece como material construtivo alternativo aos materiais tradicionalmente utilizados, como o tijolo cerâmico. Entretanto, o processo de inovação tecnológica envolve outras discussões sobre os desafios de construção de uma sociedade onde o conhecimento seja o propulsor de conquistas culturais, sociais e econômicas. Sem elas, o país abre mão de instrumentos essenciais para planejar o futuro, determinar prioridades, avaliar e corrigir o rumo do nosso desenvolvimento científico e tecnológico.

O Contexto geral que orienta a construção deste trabalho é referente à inserção da Ciência, Tecnologia e Inovação na agenda da Construção Civil do país e, em paralelo, sua responsabilidade em transformá-la em uma aliada à sociedade com objetivos sustentáveis. Para que isso ocorra, é preciso investigar as condições nas quais se possam desfrutar do potencial de promoção social, econômica e cultural que o desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia pode oferecer. Aferem-se, dessa maneira, sobre quais as bases efetivas de uma

sociedade sintonizada com a produção e com avanço do conhecimento difundido na Indústria da Construção Civil.

## **A COLOCAÇÃO DO PROBLEMA**

Na constituição deste trabalho, foram delimitadas duas vertentes de análise. A primeira refere-se ao processo de inovação tecnológica, dentro do contexto de políticas públicas e ferramentas de incremento. A segunda trata da tecnologia do adobe produzido com macrófitas aquáticas e suas potencialidades, tanto para o usuário, como para o meio ambiente. A interação dos dados verifica a existência de condições político institucionais para que o material constitua uma inovação na cidade de Palmas.

O destaque à tecnologia é dado, inicialmente, devido à construção civil convencional se utilizar de materiais e componentes altamente prejudiciais e agressivos ao meio ambiente, como o cimento (em demasia e mal empregado), elementos construtivos de fibrocimento (cimento-amianto), entre outros. Estes materiais são poluentes na origem, no seu processo de produção e posteriormente – em conjunto (após a utilização na construção), produzindo grande volume de resíduos, o entulho da construção civil. Segundo Resende (1995, apud FARIA), o entulho é provocado pelo desperdício de materiais, que pode variar entre 30% e quase 90%, em massa.

Dentre todas as técnicas de utilização da terra crua, a opção pela tecnologia do tijolo de adobe produzido com macrófitas aquáticas se justifica pelo fato de terem sido encontradas nela diversas oportunidades tecnológicas: possuir matéria prima regional, podendo gerar emprego e renda; atende aos usuários que buscam alternativas (de materiais não convencionais) para a construção; responde bem ao critério climático, um dos principais requisitos de Palmas; atenua o problema enfrentado pelas usinas hidrelétricas, com a eutrofização de seus reservatórios.

O assunto, conforme citado anteriormente, engloba inúmeras questões que poderiam justificá-lo (manejo das macrófitas, resíduo das construções, déficit habitacional, qualidade e conforto da edificação). Contudo, a justificativa primordial para a realização da pesquisa é o fato de que, para que uma

tecnologia seja desenvolvida, produzida em escala considerável e empregada para atender às expectativas da sociedade, podendo assim, ser denominada “Inovação”, é necessária a prévia investigação dos fatores determinantes para sua implementação como alternativa na Construção Civil. Esta constitui-se na vertente de análise da presente pesquisa.

No Brasil, as oportunidades tecnológicas geradas pela produção de conhecimento têm ficado aquém das possibilidades. Por esse motivo, foi essencial a investigação do ciclo da inovação, considerando seus obstáculos e potencialidades e os motivos pelos quais o conhecimento, muitas vezes, esbarra nos limites dos laboratórios e assim se mantém estagnado.

Neste sentido, o objetivo geral deste trabalho é destacar os principais fatores a serem avaliados quando se pretende perceber o quão propício um ambiente é para promover uma inovação (introdução bem sucedida da mudança tecnológica). Neste caso, especificamente, a tecnologia do adobe produzido com macrófitas aquáticas, no setor da Construção Civil em Palmas. São objetivos específicos:

- (i) Análise teórica acerca da Inovação Tecnológica no cenário nacional e na região da capital do Tocantins, as variáveis influentes e seu desdobramento no setor produtivo da construção civil. Seria a construção civil no Brasil uma indústria aberta a mudanças tecnológicas? Com esse objetivo específico, verifica-se a diversidade de agentes envolvidos e a eficiência das ferramentas voltadas à inovação.
- (ii) Identificação e verificação das oportunidades tecnológicas da tecnologia do adobe produzido com macrófitas aquáticas, visando sua implantação em Palmas, no Tocantins.
- (iii) Proposição de ações a serem empreendidas, por meio de políticas públicas, no sentido de se incrementar processo de Inovação tecnológica em Palmas.

O trabalho a seguir apresentado, é organizado em duas partes: uma, de natureza teórica, estruturada a partir da investigação dos marcos conceituais e

regulatórios sobre a questão – correspondente aos dois primeiros capítulos; a segunda parte, apresentada nos dois últimos capítulos, procura estabelecer relações entre as variáveis verificadas, a área de estudo e a tecnologia, dentro de suas perspectivas locais.

O **Capítulo 1** parte da pesquisa bibliográfica que abrange o referencial teórico e conceitual necessário para a elucidação e compreensão do tema. Após a definição do termo “Inovação Tecnológica”, contextualiza a temática no cenário nacional, sua trajetória e a abrangência de discussões, inclusive no setor da Construção Civil. Além disso, estabelece os principais agentes envolvidos no processo, entre os âmbitos político/normativo, estratégico e operacional, e delimita os tópicos que orientaram a análise, quando tratada a área de estudo.

No **Capítulo 2**, também de cunho teórico, são tratados aspectos específicos da tecnologia do adobe produzido com macrófitas aquáticas. Inicialmente, para contextualização, é feita uma breve abordagem acerca de construções com terra crua (características e principais técnicas) e também sobre as macrófitas aquáticas, onde são explicados em que consistem e os motivos de seu aparecimento.

Em seguida, a descrição enfoca a tecnologia proposta desde a pesquisa que a originou até suas características intrínsecas. Neste momento, que encerra esta primeira parte da pesquisa, são abordadas as potencialidades do material para a cidade de Palmas, dentro do conceito de “oportunidades tecnológicas” e, assim, definidos os títulos de averiguação que nortearam a análise e identificação de reais vantagens competitivas do produto.

A cidade de Palmas é o escopo do **Capítulo 3**, que caracteriza aspectos geográficos da área e descreve, sucintamente, como e quando ocorreu o alagamento que originou o Lago, berço das macrófitas aquáticas. A criação do Estado e a construção da cidade, consolidando aspectos sócio-culturais, também são delineadas nesta parte do texto.

O **Capítulo 4** analisa as condições para inovações, de um modo geral, no cenário municipal e estadual. É verificada a inexistência de legislação pertinente, com exceção na definição de conselhos, e a presença de alguns

programas locais de incentivo a empreendedores inovadores. A infra-estrutura educacional e de pesquisa é objeto de investigação em paralelo, e colocada em cheque diante do seu subaproveitamento no sistema produtivo. Procurou-se, desse modo, a compreensão do ambiente local para o processo inovativo.

Já no **Capítulo 5**, o foco principal se volta novamente à tecnologia do adobe produzido com macrófitas. O objetivo, neste momento, foi verificar se as oportunidades tecnológicas, anteriormente identificadas, são de fato passíveis de serem exploradas. Os tópicos têm diferentes abordagens, entre aspectos sócio-culturais, econômicos e físicos. Todavia, ambos tendem para questões de viabilidade técnica da tecnologia.

O **Capítulo 6** traz os resultados, expressos em tabelas de valoração, de cada uma das variáveis tratadas. A classificação dos itens entre favorável, neutro e desfavorável, permitiu a compreensão sobre o deficitário ambiente palmense para inovação, bem como das limitações quanto à implementação da tecnologia do adobe produzido com macrófitas.

Visando responder aos objetivos específicos, o **Capítulo 7** traz uma série de recomendações, a partir das informações obtidas nas análises das variáveis. Primeiramente, contempla os diversos âmbitos da inovação e, posteriormente, é feita uma proposta de empreendimento que objetiva potencializar as vantagens competitivas do adobe produzido com macrófitas aquáticas. Por fim, o trabalho é concluído com as considerações finais sobre seu desenvolvimento e com os possíveis desdobramentos de investigação.



---

**BASES TEÓRICAS  
E CIENTÍFICAS**



# 1. INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

O tema abordado na introdução deste trabalho propõe analisar as condições para a utilização do adobe reforçado com macrófitas aquáticas na cidade de Palmas – TO. Porém, por se tratar de um material tradicional aprimorado, fez-se necessária uma pesquisa bibliográfica acerca dos principais assuntos envolvidos no tema: inovações tecnológicas e adobe com macrófitas aquáticas. A seguir é apresentada uma síntese dessa pesquisa.

## 1.1. Considerações sobre inovação

As transformações, em qualquer âmbito, compõem a natureza humana. O homem adota as mudanças como essência e predicado fundamental da sua existência. Embora tenha uma conceituação mais abrangente, o sentido de mudança é necessariamente atrelado ao da inovação que, por sua vez, é vinculado ao ato de renovar, adaptar ou criar algo.

O processo de mudança tecnológica constitui o núcleo central do desenvolvimento capitalista. Com origens no trabalho de Schumpeter<sup>1</sup>, foi incorporada à sua teoria a idéia de que o principal fator de explicação da dinâmica econômica reside na permanente introdução de inovações ao sistema, que rompe e evoluciona as formas e padrões de produção e, também, de consumo (VIOTTI, 1997b).

Muitas vezes, quando se trata de inovação tecnológica, erroneamente associa-se o termo a sofisticados computadores, máquinas e equipamentos de última

---

<sup>1</sup> “Schumpeter, em sua análise, estabelece, desde o início, as bases sob as quais atua o mecanismo econômico. São elas: a propriedade privada, a divisão do trabalho e a livre concorrência. Em A Teoria do Desenvolvimento Econômico, para se aproximar do movimento da economia capitalista, Schumpeter lança mão de artifício de análise, procedimento esse já presente em outros autores: trata-se do mecanismo do fluxo circular (...). Na economia do fluxo circular, segundo Schumpeter, a vida econômica transcorre monotonamente, em que cada bem produzido encontra o seu mercado, período após período. Isso, contudo, não significa concluir que inexista crescimento econômico. Admitem-se incrementos na produtividade, decorrentes de aperfeiçoamentos no processo de trabalho e de mudanças tecnológicas contínuas na função de produção (...). A questão para Schumpeter é que as inovações transformadoras não podem ser previstas *ex ante*. Contudo, esses tipos de inovações, que são originadas no próprio sistema, quando introduzidas na atividade econômica, produzem mudanças que são qualitativamente diferentes daquelas alterações do dia-a-dia, levando ao rompimento do equilíbrio alcançado no fluxo circular. Assim, a evolução econômica se caracteriza por rupturas e descontinuidades com a situação presente e se devem à introdução de novidades na maneira de o sistema funcionar.” (COSTA, 2006)

geração ou tecnologia de ponta. Entretanto, inovação tecnológica não significa apenas isso. O conceito engloba novas formas de se realizar ações, produtos modificados, novos processos e procedimentos. Mesmo algumas pequenas alterações nos processos já utilizados podem ser consideradas como inovações tecnológicas. Para Reis (2004), “inovações tecnológicas incluem novos produtos, processos e serviços e também mudanças tecnológicas em produtos, processos e serviços existentes”.

Para o economista Viotti (1997a), o desenvolvimento é essencialmente uma consequência dessas mudanças tecnológicas, que podem ocorrer pela Inovação ou Aprendizado. Diferentemente de “Inovação”, o termo “Aprendizagem Tecnológica” define o processo de mudança tecnológica obtida através da absorção de tecnologias já existentes, como a absorção ou difusão de inovações produzidas em local diferente daquele onde há a aprendizagem.

Uma conceituação mais específica formulada por Schumpeter (apud REIS, 2004) contempla cinco casos de inovação: introdução de um novo bem, que os consumidores não conheçam, ou de uma qualidade nova do bem (I); introdução de um novo método de produção, ainda não testado no meio industrial em questão, que tenha sido baseado em uma nova descoberta científica e que possa constituir-se em um novo modo de manusear comercialmente um bem (II); abertura de um novo mercado, em que o ramo da indústria em questão não tenha penetrado, seja este mercado preexistente, ou não (III); conquista de uma nova fonte de fornecimentos já existente, ou a ser criada (IV); e levar a cabo uma nova organização, uma indústria, tal como criar ou romper uma posição de monopólio (V).

Em visão mais funcional, Hitt et al. (2002) definem a inovação tecnológica como um resultado que as empresas e, por consequência, seus gestores, devem objetivar através do espírito empreendedor, pois esta inovação pode alavancar o sucesso competitivo da organização. Para eles, inovação é o resultado-chave que as firmas procuram através do empreendedorismo e, muitas vezes, é a fonte de saldo competitivo para companhias que competem na economia global.

Sob o ponto de vista da suas naturezas, Castro (1999) sugere o detalhamento dos processos de inovação segundo o BNDES (1990), assim descrito:

- **Inovação de processo:** são as mudanças nos processos já utilizados pela empresa ou a introdução de outros que resulte no aumento de produtividade, redução de custos e melhorias de qualidade;
- **Inovação na organização da produção:** são as alterações na maneira como se organiza o trabalho em determinada unidade, isto é, as transformações na operacionalidade por meio de novos métodos de gerenciamento, também visando o aumento da produtividade e redução de custos;
- **Inovação de produto:** é a introdução de produtos novos ou alteração por adição de conhecimentos em produtos existentes. Estão normalmente ligadas à busca de novos mercados e são condicionantes importantes na concorrência, especialmente nas indústrias que competem por diferenciação de produto.

Determinados estudos apresentam a inovação como uma novidade ou criação original. Outras vezes, ela é vista como algo tangível, passível de ser aplicado no mercado ou em processos produtivos. Incorporando várias opiniões, Utterback (1983) propõe o entendimento da inovação tecnológica como “um processo que envolve a criação, o desenvolvimento, o uso e a difusão de um novo produto ou idéia”, ou seja, a inserção e difusão na economia de produtos e processos novos ou aprimorados.

No momento em que se considera uma inovação implementada, simboliza que ela foi introduzida no mercado (inovações de produto) ou foi usada dentro de um processo de produção (inovação de processo). Assim, para que um novo produto ou processo criado passe a ser inovação, ele deve ser disponibilizado no mercado e, principalmente, absorvido por ele.

Este espectro constitui a fundamental diferença entre invenção e inovação. O primeiro é uma idéia, um esboço ou um novo modelo para um dispositivo – produto ou processo – novo ou aperfeiçoado. Já as inovações são, em grande parte, resultados da aplicação do conhecimento. Sendo possíveis de serem

comercializadas, devem ter um mercado potencial e resultam a partir de conhecimentos técnicos, invenções recentes ou provém de trabalhos de pesquisa e desenvolvimento (REIS, 2004).

Mañas (2001) aponta que a sociedade passou a absorver informações e gerar conhecimentos que antes eram inimagináveis, tanto na sua concepção quanto na quantidade. Esse montante de criação condiciona grandes mudanças e permite que indivíduos e organizações tomem consciência, gradativamente, das inúmeras conseqüências delas perante a economia, as relações sociais e políticas, a tecnologia e a organização de trabalho. São alterações no comportamento humano, suas relações entre grupos e organizações, questões econômicas e sociais, legais, políticas, ecológicas e até físicas. Senge ilustra a questão com o seguinte argumento:

*“a sustentação de qualquer processo de mudança profunda requer uma mudança na maneira de pensar. Precisamos compreender a natureza dos processos, analisar a ‘dança das mudanças’, a inevitável interação entre os processos de crescimento e processos limitantes”* (SENGE apud MAÑAS, 2001).

Nesse sentido, a sociedade passa a ponderar a abrangência dessas transformações no âmbito das inovações. A preocupação em inovar tem se estendido a todas as organizações, sejam estas comerciais, industriais, enfim, a empresas em geral. E, principalmente no caso das organizações produtivas, a inovação tecnológica tem sido encarada como uma condição de sobrevivência no mercado em que estão inseridas.

Além da implicação do ciclo de mudanças, há que se considerar seu tempo de ocorrência. As mudanças que os diversos setores do mercado competitivo atual têm sofrido são velozes, demandando constantes atualizações dos métodos de trabalho das organizações.

Chiavenato (2004) afirma que o ritmo da inovação tecnológica dos produtos/serviços é extremamente rápido na atualidade. Ele, assim como Mañas (2001), enfatiza a necessidade de mudanças nos processos. Para

ambos, as empresas que desejarem ser competitivas precisam promover mudanças imediatas e radicais em suas estruturas e em seus métodos de trabalho. A necessidade de ser competitivo, de manter-se atualizado ou de manter-se à frente dos concorrentes é o primordial propulsor da freqüente procura pela inovação.

Além disso, a criação de novos bens ou serviços também é motivada pelas amplas possibilidades técnicas e científicas. Objetiva responder às solicitações do mercado - não só constituídas de carências humanas - mas também para criar demandas antes inexistentes. Impõe-se, também, a perspectiva de sustentação, para garantir condições de vida adequada às gerações futuras, de acordo com a nova visão de desenvolvimento.

O termo “Inovação Tecnológica” tem sua origem marcada na economia e faz referência à apropriação comercial/social de uso de conhecimentos, novidades e descobertas, ou à introdução de aperfeiçoamentos em bens e serviços já utilizados. Como existe vínculo explícito com o conceito de mercado e com o ambiente de oferta e demanda de bens e serviços, o conceito também se atrela não somente ao desejo e necessidade de consumo, assim como à capacidade de aquisição de produtos e serviços pelos cidadãos ou por uma parte da sociedade.

Compreendendo a inovação como um processo de introdução de novos produtos e serviços no mercado, ela faz menção à aplicação comercial/social pioneira de invenções, conhecimentos, práticas organizacionais, técnicas e processos de produção. No contexto, entende-se por difusão, o processo de generalização de uma inovação, inclusive para outras aplicações, distintas das que foram inicialmente sugeridas (ALBUQUERQUE, 2005).

São assim entendidas, de forma sintética, as dimensões da inovação: criação, apropriação e difusão. Na primeira fase, a idéia (invento) é estruturada, baseada no conhecimento e desenvolvida em estudos específicos de pesquisa e desenvolvimento. A criação origina de uma idéia, da necessidade de aprimoramento de produtos ou serviços com experiência no passado, de

produtos ou serviços sem precedentes e com potencial de implementação ou da demanda recém criada por determinado setor.

Durante a criação, os produtos ou serviços normalmente são testados e simulados, dependendo de sua conformação. Dessa forma, estimam-se determinados resultados. Contudo, nesta fase ainda não é possível prever, diante das infinitas variáveis sócio-econômicas, o comportamento no mercado e as macro conseqüências face à implementação da idéia.

Albuquerque (2005) ressalta que, como a introdução de uma nova tecnologia pode modificar as relações de trabalho, tornar obsoletas ocupações e categorias profissionais, impor questões de natureza política e ética, há necessidade de realização de um esforço de antecipação das conseqüências, oportunidades e alternativas, tanto para as relações sociais e econômicas, quanto para o meio ambiente.

Com a criação formalizada, baseada em conceituação científica, passa-se a considerá-la uma tecnologia. Freeman (apud VIOTTI, 1997b), buscando esclarecer os limites entre tecnologia e técnica, afirma que “(...) tecnologia é simplesmente um corpo de conhecimentos acerca de técnicas.”

A técnica, no seu conceito e ao contrário da tecnologia, é tão antiga quanto o homem, pois aparece com a fabricação de instrumentos. Ela é um saber fazer que caracteriza a presença de uma cultura humana. Já a tecnologia pode ser definida como a solução de problemas técnicos por meio de teorias, métodos e processos científicos. Também se pode conceituar tecnologia como o estudo científico dos materiais, utilizados pela técnica, e dos processos de construção, fabricação e organização (VARGAS, 1994).

No momento da apropriação (ou implementação), a tecnologia é assimilada. Suas formas de uso mostram-se perfeitamente viáveis e já são aplicadas, ainda sem retorno ou aceitação comprovada do mercado. Outrossim, não se têm resultados práticos e ainda não é possível uma avaliação de resultados da apropriação. É um momento importante de criação de canais de comunicação e divulgação e talvez seja a ocasião de maiores riscos e investimentos.

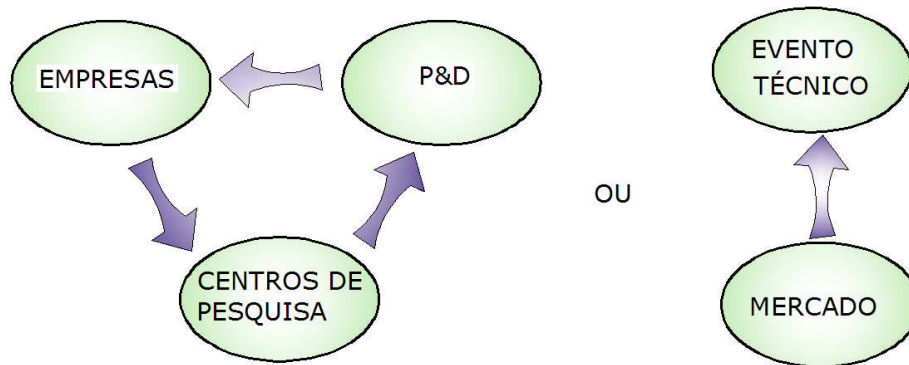
Quando se apropria de uma tecnologia, ela já pode ser considerada uma inovação. Contudo, isso não garante sua introdução bem sucedida no mercado. Para isso, ela deve ser difundida, ou seja, disseminada na sociedade ou no setor de mercado para a qual está sendo direcionada.

Em qualquer uma das dimensões, o processo de inovação tecnológica pode saltar as etapas descritas, ser reiniciado (sugerindo alterações à tecnologia) ou ser interrompido. Por possuir conformação complexa e dinâmica, não pode ser descrito por modelos unidimensionais, baseados em relações simples de causa e efeito. A inovação não é um ato único e bem definido, mas uma série de ações relacionadas ao processo inventivo. Os melhores resultados somente são obtidos mediante numerosas modificações, redesenho e pequenas melhorias.

Quanto aos mecanismos que induzem os processos de inovação, a literatura especializada identifica duas vertentes de pensamento. As definições encontram-se nas obras de Reis (2004), Viotti (1997ab), Albuquerque (2005) e outros. Nos modelos, ou a ciência abre novas oportunidades ou as exigências dos consumidores dirigirão o próprio desenvolvimento da ciência. São eles:

- Modelo “empurrado pela ciência ou descoberta científica” (science-push): a pesquisa básica é impulsionada pela curiosidade, tornando-se pesquisa aplicada, desenvolvimento experimental e resultando na inovação tecnológica;
- Modelo “puxado pela procura no mercado” (market-pull): a pesquisa básica é orientada pela procura pelo mercado, vira pesquisa aplicada, desenvolvimento experimental e resulta na inovação tecnológica.

No primeiro caso, temos, portanto, inovações induzidas pelo desenvolvimento científico, ou seja, um modelo baseado no avanço do conhecimento científico. No segundo, o fenômeno é explicado pela força que o mercado exerce na determinação do perfil de investimentos e das rotas de inovações: a inovação induzida pelo mercado.



**Figura 1. Modelos indutores do processo de Inovação.**

**Fonte: adaptado de CASTRO, 1999.**

Observando-se as análises dos diversos autores citados, percebe-se que, para as organizações produtivas manterem-se vivas e ativas no atual mercado competitivo e globalizado, inovações constantes são um caminho inevitável a ser seguido. Como descrito acima, uma maneira de se promover inovações tecnológicas nas organizações é a efetiva utilização da gestão do conhecimento.

Dessa maneira, a discussão sistemática, ampla e participativa, dos desafios de construção de uma sociedade onde o conhecimento seja o propulsor de conquistas culturais, sociais e econômicas, é essencial. Sem ela, a sociedade estaria abrindo mão de instrumentos fundamentais para planejar o futuro, determinar prioridades, avaliar e corrigir o rumo do nosso desenvolvimento científico e tecnológico.

Uma das questões que orientam a construção deste trabalho é referente à inserção da Ciência, Tecnologia e Inovação na agenda da Construção Civil do país e sua responsabilidade em transformá-la em uma aliada à sociedade com objetivos sustentáveis. Para que isso ocorra, é preciso investigar as condições nas quais se possam desfrutar do potencial de promoção social, econômica e cultural que o desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia pode oferecer. O desafio é como se construir, de forma coordenada e participativa, as bases efetivas de uma sociedade sintonizada com a produção e o avanço do conhecimento difundido na Indústria da Construção Civil.



## **1.2. Inovação no Brasil e atores relativos à Inovação**

Nas últimas décadas, o Brasil passou por importantes transformações. Experimentou ciclos de crescimento inicialmente motivados por um esforço de substituição das importações. Momentos de crescimento rápido foram alternados com estagnação e crises. Atualmente, transformou-se em uma importante economia, mas ainda pouco competitiva e pouco aberta ao exterior.

Segundo Blumenschein (2004), os países com industrialização tardia acabaram por desenvolver um padrão de dependência tecnológica em relação aos países mais desenvolvidos. Freeman (apud BLUMENSCHIN, 2004) caracteriza esse processo como Inovação incremental, um sistema com deficiências identificadas por Viotti (1997a) como a industrialização tardia, mudança tecnológica limitada ao aprendizado; estrutura industrial incompleta e mudança tecnológica dependente de crescimento.

No Brasil, esse fato marca uma trajetória tecnológica focada no aprendizado contínuo e não uma trajetória que privilegia a inovação, dificultando a inserção de novas tecnologias - principalmente atreladas a qualquer estigma - como é o caso das construções com terra.

No que se refere à ciência e tecnologia, o Brasil tem apresentado crescimento importante na produção de artigos científicos, em números absolutos. Segundo o Ministério da Ciência e Tecnologia, o país já participa com 1,9% da produção mundial. Contudo, os tem aproveitado pouco para criar e introduzir inovações ou à apropriação social.

Embora a questão da inovação tenha sido introduzida no país no início da década de 1990, ela somente mostrou-se acentuada quando associada às atividades de pesquisa, antes percebidas sem conexões claras com os processos de desenvolvimento (ALBUQUERQUE et al., 2005). O posicionamento favorável da ABIPTI (Associação Brasileira das Instituições de Pesquisa Tecnológica), defendido ao longo de sua história, foi retomado pelo PADCT III (Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico),

em sua terceira fase, iniciada em 1996. Neste momento, o cenário nacional passa a alavancar discussões mais abrangentes acerca da inovação.

Em 2004, foi aprovada a Lei de Inovação, a Lei nº. 10.937, que dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo. O marco regulatório, descrito pelo Ministério de Ciência e Tecnologia, está estruturado em três vertentes, a saber: constituição de ambiente propício às parcerias estratégicas entre as universidades, institutos tecnológicos e empresas (I); estímulo à participação de instituições de ciência e tecnologia no processo de inovação (II); incentivo à inovação na empresa (III).

Nesse contexto, Albuquerque et al. (2005) afirmam haver ainda um equívoco comum que pode ser identificado nas políticas governamentais, que tem sido a falta de entendimento sistêmico da tecnologia, valorizando unicamente a dimensão do conhecimento técnico-científico, sem integrá-la com as demais dimensões: política, econômica, sociocultural e relações externas de interdependência, por exemplo.

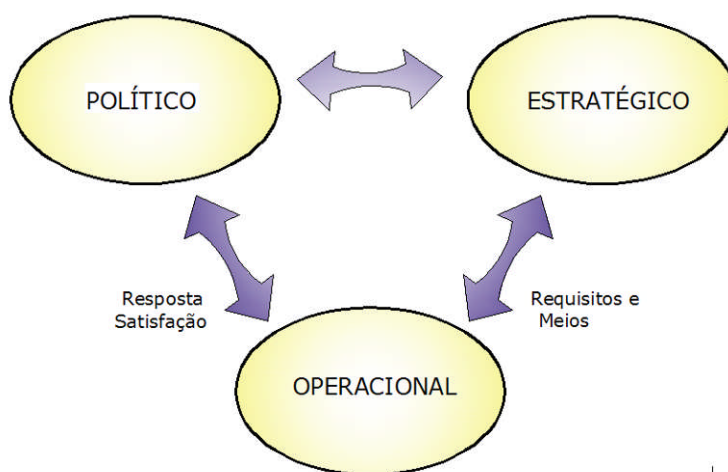
No intuito de elucidar a diversidade de agentes e variáveis que podem ter influência no processo de introdução de inovações e nas suas possibilidades de difusão, os autores mencionam os seguintes:

- estabilidade econômica, pois as possibilidades de ganhos comerciais são neutralizadas e os riscos envolvidos na introdução de inovações são aumentados em ambientes instáveis ou altamente inflacionários;
- regime de concorrência, que regula a competição entre empresas e as pressiona na busca de vantagens sobre seus competidores, pela introdução pioneira de novos produtos ou processos;
- identificação das demandas do mercado de bens e serviços, cuja capacidade de aproveitamento pode depender da introdução de inovações ou da adoção de tecnologias já disponíveis;
- educação dos consumidores e suas exigências, tanto no que se refere às condições de preço e qualidade, quanto às de procura e capacidade de compra de produtos e serviços especiais;

- capacidade e estratégias de regulação do Estado, como a política econômica, que pode intensificar ou diminuir a concorrência, estimulando ou reduzindo a necessidade de incorporação do progresso técnico como diferencial de competição;
- direitos de propriedade intelectual ou de exploração comercial para introduzir instrumentos de proteção aos agentes inovadores;
- qualificação dos trabalhadores, necessária à aprendizagem e à incorporação de novas tecnologias;
- atitude e capacidade de resposta da base técnico-científica instalada, que podem limitar ou favorecer a cooperação e a transferência de conhecimentos;
- capacidade de antecipação do progresso técnico-científico (prospectiva) na busca das vantagens do pioneirismo;
- aspectos socioculturais, que determinam os valores reais ou percebidos por uma comunidade (segmentação de mercado), que influenciam suas reações e atitudes em relação a determinados bens e serviços;
- capacidade de poupança e investimentos de uma sociedade, isto é, existência de investidores em busca de oportunidades, com disposição para realizar aplicações de risco;
- infra-estrutura de serviços técnico-científicos (metrologia, normatização, certificação de conformidade e de qualidade, informação), que pode limitar ou facilitar a aprendizagem tecnológica e a introdução de inovações;
- existência de lideranças e capacidade de gestão;
- estratégias de competição das empresas, que podem ser agressivas quanto à introdução de inovações ou mais conservadoras (imitativas, defensivas ou retardatárias no processo de incorporação de novas tecnologias.

No tema em questão, a disponibilidade de conhecimento e a existência de competências geram potencial (tendência) para as possibilidades de inovação. Outrossim, mesmo com a disponibilidade de recursos materiais e financeiros, interferências gerenciais negativas podem vir a limitar essas possibilidades. E, finalmente, mesmo que a atitude se revele positiva e os recursos suficientes, a introdução de novas tecnologias poderão ser travadas pelas emoções das pessoas envolvidas, pelas competências disponíveis e pelo estoque de conhecimentos existentes.

A interação entre os agentes pode ser equiparado com o Modelo Evolutivo<sup>2</sup>, que envolve um circuito formado por três processos, genericamente denominados como *político*, *estratégico* e *operacional* e considera a relação, duas a duas, entre seis categorias: objetivos x possibilidades, requisitos x meios e resultados obtidos x respostas desejadas.



**Figura 2. Representação do Modelo Evolutivo.**

**Fonte: ALBUQUERQUE et al., 2005.**

Schumpeter (apud ROCHA, 2003), em sua Teoria do Desenvolvimento Econômico, propõe que o desenvolvimento da economia de um modelo estacionário só é possível com o rompimento da situação de equilíbrio, em cujo papel do empresário inovador é fundamental. Para ele, empresário inovador é o

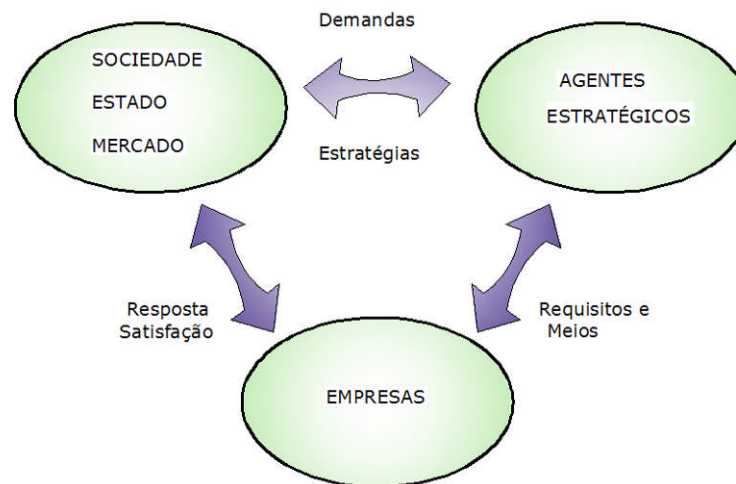
<sup>2</sup> A forma sistêmica adotada tem origem no Modelo Evolutivo citado por Albuquerque et al. (2005), onde consideram que “os potenciais geradores de tendências ou de movimentos estabelecem a direção de evolução dos processos, mas também seus limites”.

agente que, por meio das mais eficientes combinações, introduz no mercado novos produtos e induz os consumidores a desejá-los. Entretanto, isoladamente, as atitudes dos empresários não são suficientes para criar as condições de desenvolvimento econômico. O ambiente adequado precisa ser competitivo e dispor de vários outros condicionantes, incluindo a interferência do poder de regulação do Estado. Ademais, o processo depende da formação de parcerias entre os segmentos público e privado.

As inovações tecnológicas compreendem processos complexos e dinâmicos e que, geralmente, não podem ser descritos por modelos lineares e diretos, baseados em relações simples de causa e efeito. A compreensão do maior número de implicações entre todos os atores pertinentes e a identificação de possíveis convergências de interesses é fundamental para que se possa fazer uma análise de condições locais com relação às possibilidades de introdução tecnológica.

De forma sintética, Albuquerque et al. (2005) descrevem os papéis dos agentes que atuam em diferentes setores do processo de inovação, os quais podem ser classificados de acordo com as seguintes categorias:

- **Político/ normativo:** mercado de consumo de bens e serviços (consumidores em geral); sistema de produção, usuários de bens e serviços intermediários; regimes de concorrência; e Estado, com seu poder de regulação para promover inovações e que extrapola as regras do mercado.
- **Estratégico:** sistema educacional; infra-estrutura de pesquisa e desenvolvimento (base técnica e científica), representada pela população de pessoal qualificado, pela infra-estrutura e recursos disponíveis; agências de fomento; sistema financeiro; infra-estrutura tecnológica compreendendo os serviços tecnológicos.
- **Operacional:** organizações que apropriam e empregam os conhecimentos gerados



**Figura 3. Representação do Sistema de Inovação.**

Fonte: ALBUQUERQUE et al., 2005.

Na presente pesquisa, quando tratada a área de estudo, foram abordados, inicialmente, os agentes *político/normativos* e os agentes *estratégicos* do processo de Inovação. No âmbito operacional, como ainda não existe uma empresa específica, que responda ao mercado ou objetive a criação de um nicho, serão tratados requisitos de viabilidade técnica para a criação da mesma, dentro das condições locais de inovação.

### 1.3. Inovação na Indústria da Construção Civil no Brasil

A Construção Civil é uma indústria produtiva de grande importância no cenário econômico do país. O setor é usualmente conhecido como absorvedor de mão-de-obra pouco qualificada, de ambiente tecnológico de aprendizagem contínua, prevalecendo sobre a inovação. Dessa maneira, o campo técnico-produtivo é tardio e conservador.

Para Castro (1999), a construção de edificações no Brasil encontra-se dentro do “paradigma tecnológico dos sistemas de estrutura-vedação compostos por elementos lineares de transmissão de carga e blocos paralelepípedicos empilháveis.” Na sua concepção, isto se repete em construções para os vários níveis de renda, associado à organização manufatureira do trabalho por etapas sucessivas na agregação e transformação de produtos no canteiro.

A difusão do concreto como material moldável no local associado ao tijolo maciço, tijolo furado ou bloco de concreto, apesar de algumas crises na indústria cimenteira, resultou na frenagem na estrutura das relações de conhecimento – agentes operacionais, dificultando a inserção de novas tecnologias, bem como alterações nas relações de trabalho, no contexto da Construção Civil.

Sobre essa base técnica se consolidou o perfil do modelo produtivo da construção nacional, absorvedor dos migrantes rurais sem qualificação profissional e forte dependente da política estatal de financiamento e investimento. Contudo, a cadeia produtiva deveria ser caracterizada, segundo alguns estudos, como gerador de mão-de-obra especializada (CASTRO, 1999). Paralelamente, rotulou-se a crítica do setor como “atrasado”, tanto no processo produtivo como no processo de trabalho.

Castro (1999) relata que esse atraso é caracterizado pela base manufatureira, o baixo grau de mecanização, o desperdício de materiais de construção, a utilização intensiva da mão-de-obra, a baixa concentração industrial, a não padronização do produto e a preocupação com o custo.

Contudo, essa delimitação aponta somente fatores operacionais diretos, excluindo-se nas suas conseqüências, as relações com ambiente-sociedade, aspectos de grande relevância nos dias de hoje. A concepção evolutiva da construção marca a importância eminente de pesquisas orientadas para a problemática muitas vezes tomada como fundamental, o atraso, em detrimento às iniciativas voltadas para inovação.

Um dos trabalhos pioneiros no Brasil sobre o tema é de Vargas (1979, apud ABIKO 2002), que levanta algumas questões estruturais do setor, associadas ao funcionamento da economia capitalista como um todo, como, por exemplo, sua base fundiária, onde os lucros são advindos da monopolização de um bem e não da sua produção. Além disso, explicita que há maiores ganhos com a comercialização do que com a produção do bem em si, não incentivando, assim, os investimentos em inovação tecnológica.

Anteriormente no Brasil, as políticas para a construção eram voltadas à montagem de um aparato financeiro e institucional que visavam não propriamente à construção, mas a criação de empregos e a distribuição de casas para o povo. Ilustrando esse momento, Amorim (1992) conta que “o estado brasileiro adotou um sistema rígido, impondo um único padrão tecnológico, a partir de critérios pouco claros e estudados, quando este tipo de política tem sido associado às áreas de alta tecnologia, com caráter estratégico ou de segurança nacional”.

Segundo Abiko (2002), depois das teorias de Vargas que se estenderam por toda a década de 80, outros autores estruturam questionamentos acerca da dificuldade em se inovar no setor da Construção Civil. Estes trabalhos auxiliaram na sistematização de características específicas do setor que, ainda nos dias de hoje, consistem em obstáculos para sua evolução tecnológica, destacando-se:

- variabilidade das construções devido às diferentes características dos terrenos, usuários e concepções;
- longo período para o retorno do investimento inicial;
- grande número de agentes na cadeia produtiva, associado à falta de uma coordenação entre os mesmos e à variabilidade de cada um deles a cada novo empreendimento;
- mão-de-obra caracterizada por baixo nível cultural, alta rotatividade e abundância;
- baixa exigência dos clientes.

No final dos anos 80, além da idéia do “atraso tecnológico”, acrescentaram-se análises do processo de trabalho ao foco das discussões, procurando compreender melhor sua evolução. Percebe-se, assim, a formação de uma nova visão sobre o setor. Para Castro (1999), esse aspecto consagrou a construção na economia brasileira como “setor absorvedor de mão-de-obra excedente ou imigrante”.



Em virtude da carência habitacional e de fracassos em programas governamentais, a produção acadêmica passou a se concentrar na crítica à indústria da construção e à política habitacional, localizando na tecnologia a chave da produtividade e do barateamento da construção (MASCARÓ, 1992). Todavia, o meio acadêmico direcionava o enfoque às políticas de promoção estatal, ignorando a indústria. As análises mencionavam que o único caminho do desenvolvimento tecnológico seria o Estado, já que os setores industriais não teriam recursos para investir, preferindo importar tecnologia.

Essas discussões permitiram identificar não só a ocorrência de transformações no setor, “ainda que lentas e graduais” (Farah apud ABIKO, 2002), como também a necessidade de introdução de novas tecnologias. Essa preocupação surgiu, sobretudo, em função da crise que o setor começou a viver a partir dos anos oitenta, com o desaquecimento da economia e o fim do BNH – Banco Nacional da Habitação, o principal órgão de financiamento de habitações do Governo, em 1986 (ABIKO, 2002).

As novas perspectivas de mudanças são registradas também em vários outros trabalhos a partir dos anos 90, procurando analisar o desenvolvimento tecnológico do setor até a atualidade e apresentam, como possíveis facilitadoras de inovações, as seguintes transformações já ocorridas:

- restrições do mercado: um mercado mais competitivo induz à diminuição nos custos para que se atinja uma maior lucratividade;
- exigência maior dos consumidores: democratização, estabelecimento de nova legislação e mecanismos de defesa dos consumidores;
- influência do setor de construção pesada e industrial, que traz procedimentos organizacionais e tecnológicos mais estruturados;
- mão-de-obra mais exigente, que passa a ter maior organização sindical e mostra uma diminuição da sua disponibilidade.

A breve contextualização caracteriza o Brasil e contextualiza as raízes das condições do setor produtivo da Construção Civil. Nos itens seguintes deste capítulo, pretende-se discutir as condições nas quais se encontram o atual panorama de desenvolvimento tecnológico, dentro de delimitações mais

específicas. Procura-se abordar, separadamente, os aspectos político-normativos, estratégicos e operacionais que molduram – facilitam ou dificultam – os processos de inovação no país.

#### **1.4. Conhecimento e inovação**

O sucesso da inovação tecnológica depende, em grande parte, de aspectos como a estrutura da força de trabalho, as estratégias de ação, das alianças com outras empresas ou com universidades e, acima de tudo, da organização interna da empresa. O desenvolvimento de inovações tecnológicas está fortemente condicionado à existência de um ambiente interno no qual as idéias criativas possam emergir e ser aplicadas com eficácia e os conhecimentos (sejam eles tecnológicos, ou de gestão) possam ser acumulados (BARAÑANO, 2005).

Não podemos, de forma alguma, discorrer sobre inovação sem falar de conhecimento. Na manutenção do processo de desenvolvimento, a produção de conhecimento e sua apropriação em inovações são elementos essenciais. Ambos são cruciais para o aumento da produtividade e para a geração de novas oportunidades de investimentos, no âmbito de desempenho econômico.

Conforme descrito anteriormente, inovação tecnológica compreende basicamente a introdução bem sucedida de produtos ou processos novos ou a introdução de aprimoramentos nos já existentes. Considera-se que uma inovação de produto ou processo foi implementada quando houver sido introduzida no mercado ou usada na produção. O processo envolve uma série de iniciativas científicas, tecnológicas, organizacionais, financeiras e comerciais.

Reis (2008) descreve que os países desenvolvidos têm destacado a produção de conhecimento e a inovação tecnológica como centros de suas políticas de desenvolvimento. O fazem motivados pela sensibilidade de que o conhecimento é a dimensão principal da competição econômica e de que a inovação é o principal ativo da sua transformação em valor. Segundo ele, a gestão da inovação é a geradora, por excelência, do conhecimento economicamente útil.

Os investimentos feitos em ciência, tecnologia e inovação trazem retorno na forma de uma população mais inteligente e qualificada, bem como de empregos melhor remunerados, de geração de divisas e de melhor qualidade de vida (ALBURQUERQUE et al., 2005).

No processo de Inovação Tecnológica da Construção Civil, o conhecimento também exerce função crucial. Não basta somente que ele seja criado, ele precisa ser transferido e, posteriormente, disseminado. Além disso, os resultados sobre cada uma das três fases são diretamente conectados às motivações no ambiente no qual o processo ocorre.

Ao visarem à inovação, as empresas do setor se depararão com variáveis de motivação e obstáculos, na tentativa de tomar sua relação com as instituições de pesquisa. Estas, por sua vez, também encontram fatores potenciais e barreiras quando iniciado o relacionamento com as empresas.

Quando tratamos da aproximação entre empresas e universidades, nota-se um aspecto conflituoso na organização dos sistemas de inovação, que são as conexões entre atores com éticas distintas e, muitas vezes, divergentes. Reis (2008) ilustra que, apesar de concordar com os pesquisadores mundiais sobre a inovação ocorrer nas empresas, o papel da cooperação entre universidades e empresas e todos os desdobramentos dessa parceria são instrumentos fundamentais do processo de inovação tecnológica. Embora sejam duas entidades de naturezas distintas e com objetivos diversos, podem ter interesses convergentes, voltados ao desenvolvimento.

As empresas são diferentes, em seus processos e objetivos. No momento em que algumas empresas requerem conhecimentos de aplicação em curto prazo, outras visam desenvolver novos mercados e incorporar novas tecnologias. Para Viotti (1997), há empresas com sistema próprio de pesquisa e desenvolvimento e outras com reduzida capacidade para adquirir conhecimentos. Além disso, algumas se mostram com menor tradição em desenvolvimento tecnológico, já outras são habituadas a comprar tecnologia. Em suma, existem distintas demandas e potencialidades.

Como sua principal missão, as universidades instruem cidadãos para a vida produtiva, o que não significa que não devam ou não possam participar do processo de inovação. As instituições contribuem indiretamente, mediante elevação da inteligência da sociedade (capital intelectual), formando cidadãos e profissionais competentes, mas as conexões devem ser estimuladas, já que não ocorrem de forma natural.

Em virtude do processo de industrialização brasileira ter sido basicamente apoiado pela absorção de tecnologias dos países desenvolvidos (aprendizado tecnológico), entre outros fatores, a produção tecnológica tem ocorrido com a mínima absorção e adaptação de conhecimentos gerados em âmbito nacional e ínfimo desenvolvimento de competências capazes de gerar soluções próprias para introduzir inovações.

No cenário nacional, a relação entre empresas e instituições de pesquisa não acontece de forma espontânea. Ainda hoje, os objetivos distintos e a formação cultural diferenciada parecem ser as principais causas da dificuldade de relacionamento entre os dois agentes. Por um lado, a universidade forma recursos humanos qualificados para a sociedade e realiza, primordialmente, pesquisa básica para o avanço do conhecimento. A empresa, no entanto, recebe os profissionais formados pela universidade e desenvolve produtos, processos e serviços para o mercado.

Dados demonstrados por Reis (2008) apontam que a contribuição do Brasil na produção científica mundial é de 1,9%, enquanto que somente 267 patentes foram concedidas ao país junto ao escritório norte-americano de patentes no ano de 2005. Estes dados demonstram que o desempenho do Brasil como produtor de conhecimento científico, frente ao país produtor de tecnologia, é preocupante. Existe inaptidão em se transformar essa produção tecnológica, já reduzida, em produtos que sejam disponibilizados e usados pela sociedade.

## **1.5. Categorias de influência no processo de Inovação: aspecto político/normativo**

### **1.5.1. Mercado de consumo de bens e serviços**

Na atualidade, o tradicional combate ideológico acerca do papel do Estado e do mercado, como propulsores do desenvolvimento, é reconsiderado. De acordo com Johnson e Lundvall (2005), a questão não é mais se a máquina propulsora deve ser um ou outro, mas como eles podem se complementar e interagir.

Os bens e serviços de consumo, duráveis ou de uso imediato, destinam-se à satisfação das necessidades do contingente demográfico. Eles satisfazem a necessidades não apenas biofisiológicas, mas também a diversificados e crescentes complexos de requisições, que mobilizam praticamente todo o aparelho produtor da economia.

Por outro lado, os bens e serviços intermediários são constituídos por insumos destinados a reprocessamento. Esses bens reingressam no aparelho de produção da economia, para que sejam transformados em bens capazes de atender a necessidades finais. Já os bens e serviços de produção constituem uma categoria diferenciada de produtos finais. Embora não destinados ao consumo, consideram-se como terminais em relação aos fluxos de produção de que se originaram.

A cadeia produtiva da construção civil abarca os bens das diversas naturezas. Desde os bens e serviços de produção – aplicados nos métodos construtivos, até os intermediários – materiais processados, objetivando o produto final. São variáveis devido à regionalização e políticas empresariais. Toda a ação objetiva oferecer ao mercado o produto final. Este sim se distingue por uma conformação tradicional: construções (estrutura, fechamento e cobertura). Todo o processo anterior pode sofrer mudanças nos processos de execução, gerenciamento, materiais e demais bens envolvidos, ou mesmo, criando nichos especializados de um mercado.

Saviotti (2005) expõe que, a criação de um nicho pode preceder e até ser o requisito para a criação subsequente de um mercado. Uma tecnologia nova pode não ser imediatamente superior às preexistentes, além de não parecer interessante para um grande número de consumidores. Para ele, muitas novas tecnologias só se tornam eficientes, atraindo massa de consumidores, depois de algum tempo, quando o aprendizado for acumulado.

Entretanto, determinadas inovações (por possuírem características vantajosas para um pequeno grupo de usuários) podem ser difundidas, constituindo um nicho de mercado. Posteriormente, os efeitos do aprendizado acumulado nesse nicho podem permitir que a tecnologia melhore a tal ponto que se torne atraente para um grupo maior de usuários. Assim, gradualmente, o nicho se transforma em um mercado (SAVIOTTI, 2005).

O processo de criação do nicho poderá ocorrer tanto por meio da implementação de um produto ou serviço totalmente novo (inovação radical), como pelo aprimoramento de uma tecnologia preexistente. Neste, o processo ocorre nas dimensões do espaço de características, já na inovação radical, novas dimensões do espaço de características são criadas. Entretanto, em ambos, a emergência do nicho é facilitada por um menor nível de concorrência entre tecnologias.

Dentro do contexto do mercado, percebem-se mudanças no comportamento dos consumidores. Enquanto que, no passado, a informação e o conhecimento estavam embutidos nos diversos costumes e hábitos relacionados a classes sociais bem definidas, os processos atuais, que aumentam e transformam a informação e o conhecimento essenciais para cada (novo) mercado de produto, induzem novos padrões de consumo, indicando novos perfis de consumidores (PETIT, 2005). Para os profissionais da área, os padrões tendem a se tornar cada vez menos previsíveis.

Além do fato de as normas de consumo não se mostrarem estabilizadas, o foco aos consumidores passou a abranger uma lacuna associada à renda e outra associada ao conhecimento. Para Petit (2005), enquanto se pode esperar que todos obtenham padrões regulares de consumo com o aumento de renda, a nova dinâmica mostra uma posição mais complexa. Atualmente, o consumidor passou a ser classificado não apenas segundo sua renda, mas também conforme os tipos de conhecimento e informação que possui, bagagem cultural e preferências pessoais, resultantes de trajetórias individuais diferenciadas.

#### 1.5.2. Sociedade, aspectos históricos e sócio-culturais

Grande parte das idéias que originam as inovações não é criada no ambiente das empresas ou das organizações que as realizam. Esse fato demonstra que, no processo de inovação, há a participação de um diversificado elenco de atores, que interagem segundo suas próprias lógicas.

Segundo considerações de Lastres et al. (2005) o processo de inovação é cumulativo, dependendo de capacidades endógenas e baseando-se em conhecimentos tácitos. Assim, a capacidade inovativa de uma região decorre das relações entre fatores econômicos, políticos e sociais, refletindo condições culturais e institucionais, historicamente definidas.

Os autores contrapõem-se, neste pensamento, à idéia de um suposto tecnoglobalismo, afirmando que a geração de conhecimentos e tecnologias é localizada e está restrita às fronteiras regionais e nacionais.

Nesse contexto, a cultura local é de fundamental importância nos processos de mudança, em função da natureza tácita e localizada do conhecimento, além da necessidade de compartilhar a linguagem, a confiança e o sentimento de pertencer a uma comunidade. Lastres et al. (2005) chamam de “capital social”, o sentimento de identidade e de objetivos comuns que estimulam a interação e a cooperação dentro de uma cultura local, dotada de normas e valores específicos.

Quando tratamos de capital social, referimo-nos a normas sociais e hábitos, normalmente informais, que influenciam a receptividade de determinada sociedade quanto às intervenções que envolvam confiança, interação e aprendizado.

Abiko et al.(2002) identificam a resistência institucional como outra barreira na adoção de novas tecnologias voltadas à construção civil. Em estudo de caso sobre a introdução de “tecnologias alternativas” em Olinda – PE, voltadas para infra-estrutura e habitação, eles comentam sobre a resistência institucional em abandonar os padrões convencionais de engenharia, tanto internamente (técnicos da Prefeitura) quanto externamente (agentes financiadores). Além disso, houve grande resistência da comunidade, que se opunha a utilizar qualquer tecnologia diferente da tradicional.

Sobre outro caso, Abiko et al. (2002) descrevem que, mesmo depois de vários anos da alvenaria de tijolo de solo-cimento ter sido introduzida como uma nova tecnologia e de construídas várias moradias, os usuários tinham dúvidas em relação ao seu desempenho. Eles concluíram que, caso os agentes promotores da tecnologia saíssem do processo, a população, mesmo dominando a utilização dessa tecnologia, acabaria por abandoná-la, optando pela tecnologia tradicional.

Na Indústria da Construção Civil, as questões relativas ao capital social parecem ser ainda mais complexas, devido ao envolvimento de grande número de atores na cadeia produtiva. Abiko et al. (2002) ilustram outros agentes envolvidos. Para eles, tanto o construtor, como o comprador de bens imóveis são, em geral, muito conservadores nas suas opções. Além disso, as empresas construtoras brasileiras trabalham com base na falta de planejamento ou planejamento voltado ao curto prazo, investimentos baixos em recursos humanos e preocupação maior com custos e prazos do que com a qualidade.

Esses exemplos mostram que os processos de inovação devem abranger a mobilização do capital social, dentro das estratégias de desenvolvimento e suas características próprias. Nele, será trabalhado o ambiente – constituído histórica e culturalmente - sobre o qual a criatividade humana e a capacidade inovativa podem ser amplificadas.

Como cada sociedade é única, não se pode definir um modelo a ser seguido. Os casos devem ser avaliados dentro de suas peculiaridades, observando-se suas limitações e potencialidades. Somente assim, caso a caso, poderão ser estudadas estratégias apropriadas para os processos locais de inovação.

### 1.5.3. Os sistemas de produção

Os processos de aprendizado e inovação são crescentemente reconhecidos como fundamentais para a competitividade e sucesso de empresas, regiões e nações. A inovação é marcada como um processo cada vez mais dinâmico e interativo, desde a fase da pesquisa básica, até a comercialização e difusão.



Como o processo caracteriza-se por interações essenciais entre diferentes departamentos dentro de uma dada organização (produção, marketing, P&D, etc.) e entre diferentes organizações e instituições, essa relação passa então a constituir-se como fonte geradora de vantagens competitivas, quesito fundamental aos sistemas de produção.

Cassiolato et al. (2002) questionam que, apesar de introduzir elementos importantes relativos à coordenação das atividades ao longo da cadeia, as análises disponíveis sobre os sistemas de produção para os países em desenvolvimento são reducionistas. Em algumas delas é colocado que, a maneira de tornar sistemas locais de produção dinâmicos, é a partir de exportações e da integração em cadeias globais.

No intuito de superar esta limitação, o autor propõe uma tipologia de caracterização, que envolve três dimensões principais de influência: grau de territorialização, governança e mercado para o qual se destina a produção do arranjo.

O grau de territorialização relaciona-se a um aspecto fundamental da análise de arranjo local, ou seja, a dimensão local da inovação. Tal dimensão busca a investigação de até que ponto as capacitações necessárias para as atividades inovativas estão enraizadas localmente.

A segunda dimensão, governança, engloba a idéia geral do estabelecimento de práticas democráticas locais por meio da intervenção e participação de diferentes categorias de atores — Estado, em seus diferentes níveis, empresas privadas locais, cidadãos e trabalhadores, organizações não-governamentais etc. — nos processos de decisão locais.

Enfim, o mercado de destino da produção do arranjo é, para Cassiolato et al. (2002), uma dimensão importante num país como o Brasil. No caso em que as diferenças nos níveis de renda são muito altas, esta dimensão assume uma importância maior, já que tais diferenças tornam as especificidades locais significativas. O destino da produção se mostra essencial para se compreender a lógica de funcionamento das relações entre empresas e instituições, bem

como para se propor alternativas que visem a transformação de aglomerações em efetivos arranjos e sistemas produtivos locais.

Essa caracterização é essencial quando se busca explicações quanto às formas como podem se dar a transformação de aglomerações geográficas em arranjos e sistemas produtivos locais e como políticas podem ser direcionadas a estimular tal transformação.

#### 1.5.4. Regimes de concorrência

No momento em que se consideram as mudanças tecnológicas como elemento propulsor do desenvolvimento econômico, é preciso compreender também as relações das inovações com os produtos e serviços preexistentes, quando se aborda um mercado detentor de regimes de concorrência.

Com o intuito de caracterizar esse aspecto, Saviotti (2005) expõe uma fundamentação interessante. Para ele, a concepção de novos bens e serviços resulta de processos de variação e seleção:

*“Na economia, a variação é representada por atividades de busca que produzem protótipos de novos bens e serviços. Apenas uma parte desses bens e serviços sobrevive ao processo de seleção, cuja forma mais importante na economia é justamente a concorrência”.* (SAVIOTTI, 2005)

A medida na qual os novos bens e serviços podem substituir os preexistentes determina a intensidade da concorrência entre eles. Segundo Saviotti (2005), quanto mais próximas as características de bens, maior a concorrência entre os mesmos. Igualmente, quanto maior a distância, menor a intensidade da concorrência entre um produto ou serviço novo e um preexistente.

Além disso, a concorrência entre dois bens ou serviços distintos e, assim, separados em termos de características, é semelhante à concorrência monopolística, em virtude de cada bem ter certo grau de monopólio local. Nas considerações de Saviotti, duas questões são determinantes:

*“em primeiro lugar, a intensidade da concorrência não depende apenas do número de empresas envolvidas, mas também da natureza dos bens produzidos; em segundo lugar, (...) a intensidade da concorrência entre diversas empresas que produzem um bem homogêneo e idêntico não é igual à que se verifica entre o mesmo número de empresas produtoras de um bem diferenciado. Quanto mais elevada a diferenciação do produto, maior o grau de monopólio local desfrutado por produtores e mais baixa a intensidade da concorrência. Dessa forma, a mensuração da intensidade da concorrência deve incluir tanto o número de empresas participantes quanto o grau de diferenciação do produto” (SAVIOTTI, 2005).*

Concluindo o raciocínio, o autor justifica que, a partir desse tratamento dado à concorrência, o mercado só terá variedade de produtos ou serviços se as inovações inseridas: não forem substitutas, mas diferentes das tecnologias existentes (I), os produtores não perceberem a ameaça competitiva oferecida por elas (II) ou os consumidores não forem capazes de comparar as vantagens delas em relação aos bens e serviços antigos (III).

#### 1.5.5. Estado e seu poder de regulação

O desenvolvimento tecnológico pode ser impulsionado ou mesmo inibido pela ação governamental, em função de sua postura pró-ativa ou reacionária a mudanças.

A política industrial do país, por muito tempo inexistente, foi sancionada em 2004 e inclui a Lei de Inovação. Ela dá ênfase à inovação tecnológica, bem como à propriedade intelectual, e incentiva a exportação. Além disso, determina algumas prioridades como *softwares*, semicondutores, bens de capital, biotecnologia, nanotecnologia, fármacos e medicamentos e biomassa (Albuquerque et al., 2005).

A nova Lei de Inovação, a Lei nº. 10.937, dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo. Ela foi proposta visando intensificar as relações universidade/ governo/ empresa, dispondo

sobre a apropriação social de conhecimentos gerados pelas atividades de pesquisa. O termo regulatório está estruturado em três vertentes: constituição de ambiente propício às parcerias estratégicas entre as universidades, institutos tecnológicos e empresas (I); estímulo à participação de instituições de ciência e tecnologia no processo de inovação (II); incentivo à inovação na empresa (III) (MCT, 2008).

A lei incita que pesquisadores participem da formação de empresas (o que ainda se contrapõe à cultura da comunidade científica das universidades públicas) e pode favorecer empresas dispostas a investir em inovação tecnológica. Contudo, embora a lei beneficie as atividades das incubadoras e parques tecnológicos, existe o risco de transformar bons pesquisadores em frustrados empresários (Albuquerque et al., 2005).

No Brasil, o Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT) tem a responsabilidade de exercer o papel político/ normativo do governo federal no sistema de ciência e tecnologia. Entretanto, podemos considerá-lo em uma linha tênue com o ambiente estratégico, pois atua tanto no campo científico por meio da Secretaria de Desenvolvimento Científico (SEDEC), quanto no tecnológico, por meio da Secretaria de Inclusão Social (SECIS) e da Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico (SETEC). Dessa forma, reforça o papel estratégico com a implementação de programas de desenvolvimento científico e tecnológico, bem como na gestão de instituições vinculadas, que serão tratadas na próxima sessão deste trabalho.

Auxiliando a missão em esfera federal, foi criado um Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia (CCT), sediada no Ministério de Ciência e Tecnologia e sob a coordenação direta do presidente da República. Para Albuquerque et al. (2005), a idéia foi estimulada pela experiência internacional de conselhos nacionais da mesma natureza e fundamentou-se, principalmente, na crescente importância da ciência e tecnologia para o desenvolvimento sustentável, incluindo as relações de interdependência com as demais políticas públicas.

O conselho é integrado por dezesseis membros, sendo oito ministros de Estado e oito representantes da comunidade científica e do setor empresarial. Além

disso, é presidido pelo presidente da República e tem como secretário o ministro da Ciência e Tecnologia. No escopo de ações, o CCT tem a incumbência de propor planos, metas e prioridades de governo, realizar avaliações relativas à execução da política nacional de ciência e tecnologia, opinar sobre propostas ou programas que possam influenciar a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico, assim como sobre instrumentos normativos para sua regulamentação.

O Plano de Ação atual do governo federal (Plano de Ação 2007-2010) foi lançado em novembro de 2007 e integra o conjunto de ações do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC). O Plano, bem como suas prioridades estratégicas, será tratado de forma mais detalhada no próximo item.

## **1.6. Categorias de influência no processo de Inovação: aspecto estratégico**

### **1.6.1. O sistema educacional e de pesquisa**

De maneira geral, os meios para produção de conhecimento com objetivos voltados à inovação tecnológica envolvem ambientes educacionais, como as universidades e os institutos tecnológicos. Grande parte das instituições de pesquisa e desenvolvimento, além de formar recursos humanos para a sociedade, produz conhecimento passível de ser aplicado com fins econômicos e sociais.

A principal função da universidade é a formação profissional para a sociedade. A partir desse conceito, pode-se afirmar que o principal produto da instituição universitária é o profissional especializado em uma área específica do conhecimento, que supostamente contribuirá de maneira positiva para sociedade, individualmente ou por meio de uma empresa. Por outro lado, determinados conhecimentos utilizados nas empresas têm bases científicas resultantes de pesquisas universitárias, aplicadas por estudantes ou pesquisadores e demonstrando uma função secundária das instituições.

Rapini et al. (2006) vão mais além. Citando vários autores, elas descrevem as universidades como agentes estratégicos para os processos inovativos, podendo contribuir como:

*“fonte de conhecimento de caráter mais geral necessários para as atividades de pesquisa básica (Nelson, 1990); fonte de conhecimento especializado relacionado à área tecnológica da firma (Klevorick et al., 1995); formação e treinamento de engenheiros e cientistas capazes de lidar com problemas associados ao processo inovativo nas firmas (Rosenberg & Nelson, 1994; Pavitt, 1998); criação de novos instrumentos e de técnicas científicas (Rosenberg, 1992); criação de firmas nascentes (spin-offs) por pessoal acadêmico (Stankiewicz, 1994)” (RAPINI et al., 2006).*

O Brasil, embora ainda seja deficitário com relação à formação de mão de obra qualificada, é um país com expressiva comunidade acadêmica e científica. Como ciência e tecnologia podem tornar-se alicerce do desenvolvimento econômico e social de um país ou região, também há forte correlação entre o desenvolvimento tecnológico e a concentração do poder econômico (ALBUQUERQUE et al., 2005).

No âmbito nacional, a concentração espacial da competência técnico-científica está fortemente assentada no Sudeste, seguida do Sul e, em patamar distante, o Nordeste e o Centro-Oeste.

De acordo com Fernandes (1998), mais da metade da pesquisa universitária se enquadra na categoria de pesquisa básica, que envolve a descoberta de mecanismos fundamentais e não a realização prática de aplicações. Como nas empresas a preocupação maior é com questões atuais, essas pesquisas geram uma considerável incerteza quanto aos resultados que possam ser obtidos. Para ele, é por esse motivo que o apoio a pesquisa básica por parte da indústria não é significativo.

Reis (2008) complementa que, os mecanismos específicos para a transferência de conhecimento são, em sua maioria, desconhecidos, tanto pelas empresas como pelas universidades, resultando em uma baixa procura. Ou seja, o

potencial da relação universidade-empresa para o desenvolvimento da nação permanece muito aquém das possibilidades.

#### 1.6.2. Instituições, programas e agências de fomento

Até o início dos anos 1990, a política de ciência e tecnologia aplicada no Brasil consistia em um conjunto de ações mais focado na formação e consolidação da infra-estrutura de pesquisa do que em programas de financiamento direto às empresas ou à formação de redes de cooperação entre empresas e institutos de pesquisa e universidades.

Essas ações resultaram na criação de agências que têm, ainda hoje, importante papel no desenvolvimento da Ciência, Tecnologia e Inovação. São vinculados ao Ministério de Ciência e Tecnologia e os principais precursores do processo foram o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), com projetos de financiamento da pesquisa básica e da pós-graduação; a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES/MEC) com suporte à pós-graduação; como o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), criado em 1952, com objetivo de financiar empreendimentos que ampliem a competitividade do país; a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), focada em programas de fomento à P&D de empresas privadas.

O país conta hoje com um complexo Sistema Nacional de Desenvolvimento Científico, Tecnológico e de Inovação, composto de centenas de entidades com as mais inúmeras formas de atuação. Conforme Avellar (2007), esse novo perfil despontou a partir dos anos 1990. Nessa época, o principal objetivo da política nacional deixa de ser a montagem da infra-estrutura de pesquisa e passa a buscar uma maior integração com a política industrial, procurando estimular diretamente as empresas com a criação de programas de capacitação tecnológica.

Atualmente, a principal característica da política tecnológica tem sido o apoio às grandes empresas concentrado em incentivo fiscal e financiamento direto; o apoio financeiro direto às empresas de pequeno e médio porte (seja por meio

de crédito ou de capital de risco) e o apoio a projetos cooperativos entre empresas e universidades, a partir de recursos dos fundos setoriais (AVELLAR, 2007).

Diante da impossibilidade de descrição de todo o sistema, cabe salientiar algumas das organizações não-governamentais específicas e atuantes em C&T, que surgiram já no início dos anos 80, cada uma delas originada de um segmento dentro desse setor, e que mantém atuação marcante no país. Uma delas, a Associação Brasileira das Instituições de Pesquisa Tecnológica (ABIPTI), resultou do intercâmbio entre CNPq, FINEP e institutos de pesquisa, quando se percebeu a necessidade de maior interação entre esses organismos.

A ABIPTI encontra-se estruturada em unidades estratégicas de negócio e busca sua auto-suficiência financeira com a implementação de projetos inovadores e competitivos, mediante o estabelecimento de parcerias. Suas atividades de apoio institucional estão organizadas nas seguintes áreas de concentração: capacitação tecnológica e educação continuada; sistemas estaduais de ciência e tecnologia; *design* e tecnologias industriais básicas; promoção e apoio ao agronegócio; revitalização de institutos de pesquisa tecnológica e gestão ambiental.

Além dela, Filho e Nogueira (2006) lembram da Associação Nacional de Pesquisa, Desenvolvimento e Engenharia das Empresas Inovadoras (ANPEI), originada da articulação entre empresas participantes do programa tecnológico promovido pela Fundação Instituto de Administração da Universidade de São Paulo (FIA/USP). Já a Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores (ANPROTEC), foi criada em 1987 para representar e apoiar iniciativas de incubação de empresas e hoje conta com mais de 200 filiados, entre incubadoras e parques.

Com a missão de aguilhoar a competitividade do país, a ANPEI promove a inovação tecnológica nas empresas brasileiras. Representa empresas e instituições inovadoras junto às instâncias de governo e outros segmentos da sociedade e divulga a inovação como fator estratégico para o desenvolvimento do país.



Por outro lado, o principal papel da ANPROTEC é criar mecanismos de apoio às incubadoras de empresas, por meio de qualificação, articulação e medidas de incentivo ao empreendedorismo, nas esferas pública e privada. Oferece os serviços e produtos de interesse na área, tais como: portal de informações; jornal impresso e informativo eletrônico; concursos, prêmios, seminários, cursos, eventos e missões; publicações de livros, artigos técnicos e relatórios; avaliação e certificação de incubadoras de empresas; informações sobre negócios, postos de trabalho e geração de renda nas incubadoras. Ao lado da representação institucional, atua como secretaria-executiva do Programa Nacional de Incubadoras de Empresas e Parques Tecnológicos (PNI/MCT).

Com relação a incentivo financeiro, os Fundos Setoriais de Ciência e Tecnologia, criados a partir de 1999, são alguns dos instrumentos de financiamento de projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação no País. Há 16 Fundos Setoriais, sendo 14 relativos a setores específicos e dois transversais. Destes, um é voltado à interação universidade-empresa (FVA – Fundo Verde-Amarelo), enquanto o outro é destinado a apoiar a melhoria da infra-estrutura de ICTs (Infra-estrutura).

Em se tratando de atividades em C,T&I para o desenvolvimento regional ou local, operam o Sistema Confederação Nacional da Indústria (CNI) e o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), ambos também do terceiro setor. O Sistema CNI agencia um grande conjunto de atividades na representação e no fortalecimento do setor e é constituído pelo Serviço Social da Indústria (SESI), Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) e Instituto Euvaldo Lodi (IEL) e, ainda, congrega as federações estaduais e os departamentos regionais dessas entidades filiadas.

Segundo Filho e Nogueira (2007), o IEL é a entidade encarregada de promover a interação das universidades e instituições de pesquisa com o setor produtivo, em busca da modernização e da elevação da produtividade e da competitividade industrial brasileira. Para eles, o tema do desenvolvimento tecnológico regional constitui uma de suas linhas estratégicas de trabalho.

Nesse sentido, os autores descrevem que o IEL implementa programas voltados a setores industriais, a cadeias e a arranjos produtivos, para estimular a inovação tecnológica e o dinamismo da atividade empresarial, em diversas áreas do país. Procura contribuir para um ambiente favorável à inovação, integrando indústrias, universidades, centros de pesquisa, incubadoras e parques tecnológicos.

Enfim, o SEBRAE, criado em 1972 e que foi desvinculado do setor público e reestruturado como serviço social autônomo, em 1990. As suas prioridades estratégicas englobam ações para reduzir a carga tributária e a burocracia; ampliar o crédito e a capitalização; promover acesso à tecnologia; estimular a inovação; promover acesso a mercados; atuar em ações coletivas; e priorizar os arranjos produtivos.

Na opinião de Filho e Nogueira (2006) o órgão detém larga experiência e iniciativas inovadoras em assuntos relevantes para o segmento de micro e pequenas empresas. Do aprendizado dessa experiência, ampliou o seu foco de atuação de dentro da empresa para as formações coletivas e cooperativas de empresas (os arranjos) e para os territórios, nas dimensões local (município) e microrregional (conjunto de municípios).

## **1.7. Categorias de influência no processo de Inovação: aspecto operacional**

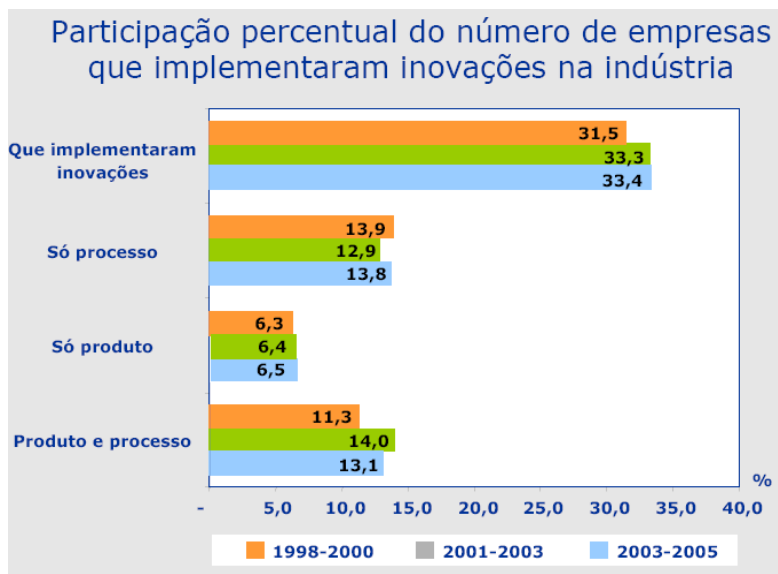
### 1.7.1. Organizações que apropriam e empregam os conhecimentos gerados

Na maior parte dos casos, para uma empresa realizar uma inovação, ela deve empreender alguma atividade inovativa. Conforme Arruda et al. (2006), são consideradas atividades inovativas: a realização de P&D pela própria empresa; a aquisição de P&D realizada por outra instituição (localizada no Brasil ou no exterior); a aquisição de outros conhecimentos, como por exemplo, o licenciamento de tecnologia; a aquisição de máquinas e equipamentos necessários à implementação de inovações de produto ou de processo; o treinamento orientado para inovações de produto ou de processo; a introdução das inovações tecnológicas no mercado; e o projeto industrial e outras preparações técnicas para produção e distribuição.

Todavia, é necessária a distinção entre inovação, P&D e outras atividades inovativas que conduzem à implementação de inovação de produto e/ou de processo. É possível que uma empresa tenha introduzido uma inovação sem que tenha realizado qualquer tipo de atividade inovativa.

Na caracterização da indústria brasileira, é conveniente salientar a acelerada evolução dos processos inovativos a partir do marco regulatório brasileiro, que ocorreu pela promulgação da Lei de Inovação, em Dezembro de 2004. Para Arruda et al (2006), ele gerou um movimento pró-inovação sem par na história do desenvolvimento tecnológico do país e, apesar de estar ainda em sua fase inicial, vê-se que é crescente e irreversível. De fato, conta-se agora com um respeitável sistema de fomento e estímulo à inovação.

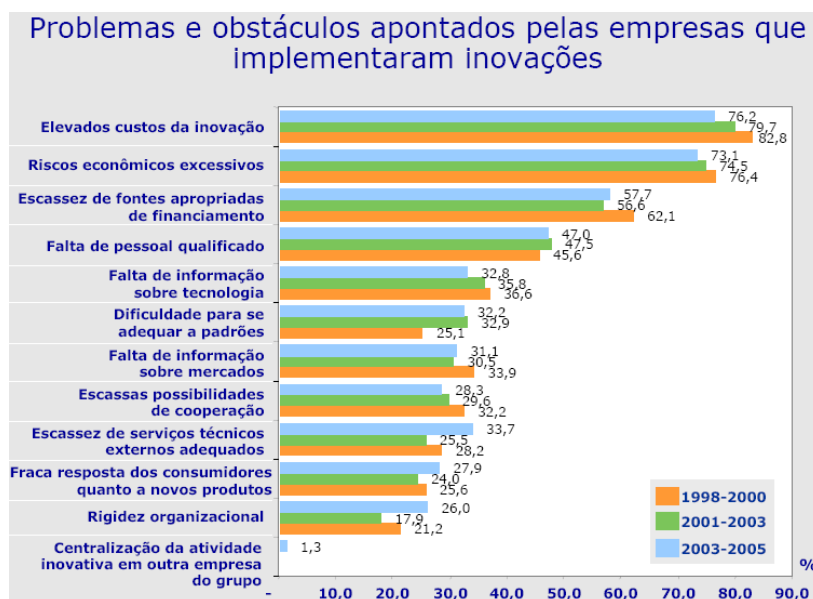
Segundo os autores, toda essa instrumentação legal é conveniente e, sem dúvida, de grande utilidade para mudar o quadro atual, pouco alentador, de baixa propensão à inovação e competitividade tecnológica das empresas brasileiras, como mostram os dados da Pintec - Pesquisa de Inovação Tecnológica, realizada pelo IBGE, em sua terceira edição (Gráficos 1, 2 e 3).



**Gráfico 1.** Empresas que implementaram inovações. Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Indústria, Pesquisa de Inovação Tecnológica - 2005



**Gráfico 2.** Importância das atividades inovativas. Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Indústria, Pesquisa de Inovação Tecnológica - 2005



**Gráfico 3.** Problemas e obstáculos enfrentados pelas empresas inovadoras. Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Indústria, Pesquisa de Inovação Tecnológica - 2005

Para as empresas, a decisão de inovar (como estratégia concorrencial) se dá por motivações específicas. Conforme descreve Viotti (1997b), os principais objetivos são: redução de custos; criação de lucros excepcionais; conquista de liderança de determinado setor; substituição de fatores de produção; ocupação de novos mercados; busca de maior produtividade e competitividade; e, também, em razão da disponibilidade de mecanismos de proteção de privilégios e de comercialização de inovações (patentes, marcas, segredos comerciais).

As estratégias são diversas, segundo objetivos e estrutura da instituição. Viotti (1997b) identifica algumas:

- **Estratégia ofensiva:** são empresas que buscam a liderança do mercado. Além de existirem em número reduzidíssimo, o são por períodos longos. São ágeis para explorar novas possibilidades de mercado e têm disposição para investir em pesquisa básica e desenvolvimento experimental.
- **Estratégia defensiva:** são intensivas em pesquisa, embora não objetivem a liderança mundial. Apostam na melhora do produto,

obtendo vantagens dos equívocos cometidos pelos concorrentes. Visam gerar produtos tão bons quanto os da concorrente.

- **Estratégia imitativa:** aspiram acompanhar as empresas líderes e tentam manter-se atualizadas quanto às mudanças técnicas, pra melhor escolher o produto a ser imitado ou as fontes de aquisição do “saber fazer”.
- **Estratégia dependente:** empresas subcontratadas que respondem às flutuações das empresas de maior porte. Não tem preocupação em iniciar ou imitar as mudanças técnicas em seu produto. É rotineira e conservadora, subordinada e sem iniciativa no desenho do seu produto.
- **Estratégia tradicional:** O que difere as firmas “dependentes” das tradicionais é a natureza de seus produtos. O produto proveniente da firma “tradicional” não vive de inovações, permanece sempre o mesmo, em contrapartida, o produto fornecido pela firma “dependente” pode mudar muito, mas como resposta ao comando ou especificação definida pela empresa mãe (firma a qual está ligada). A firma tradicional não apresenta capacitação técnica para promover as mudanças de produtos, todavia, concentra-se nas mudanças de projetos, vinculados a modismos do mercado.

Embora as estratégias sejam distintas, a principal motivação das empresas para a introdução de inovações é semelhante: a contínua busca pelos lucros. Santos (2003) explica que, devido a essa associação básica, a introdução permanente (embora descontínua e sujeita a saltos) de inovações é uma característica distintiva da dinâmica capitalista. Para ele, as inovações trazem as mudanças de paradigma e alavancam o desenvolvimento ao longo das trajetórias tecnológicas, permitindo o acesso às oportunidades tecnológicas criadas e a sua conseqüente exploração pelas firmas na busca por lucros.

Ele acrescenta que, na maioria das vezes, as oportunidades tecnológicas são aproveitadas pelas empresas quando as condições de apropriabilidade favoráveis garantam a realização de lucros temporários. No geral, essas

condições dependem de dois elementos teóricos: a existência de oportunidades tecnológicas e de condições de apropriação das inovações.

Em se tratando das categorias abordadas no presente estudo, as condições de apropriação das inovações são fatores inerentes à existência de ambiente propício, no contexto político/normativo e estratégico, para o desenvolvimento e implementação de novas tecnologias.

As oportunidades tecnológicas abrangem os condicionantes diretos da tecnologia, que balizam a viabilidade técnica de sua implementação na sociedade. A conveniência da manufatura de um novo produto, por exemplo, pode originar da percepção de um novo mercado ou pela resposta positiva da comunidade para a qual é destinado (capital social favorável). Entretanto, ainda não será possível a aplicação do conhecimento na firma, sem que haja condições físicas propícias à mudança tecnológica. Para isso, deve-se investigar a disponibilidade de matéria prima, infra-estrutura e recursos humanos, entre outros quesitos.

O adobe produzido com macrófitas aquáticas instigou a realização desta pesquisa porque, diante da nova tecnologia, presumiu-se a existência de determinadas oportunidades tecnológicas relacionadas ao produto, um dos critérios fundamentais para o processo de inovação.

### **1.8. Critérios de avaliação das condições político institucionais para Inovação**

O processo de inovação tecnológica envolve uma série de fatores, desde características relacionadas à sociedade para a qual é designada, passando por adjetivos provenientes da espécie de empreendimento que a promove, até as condições estratégicas e operacionais, internos e externos à tecnologia, objeto da inovação.

É notório que, diante de tantas variáveis investigadas, a avaliação quanto às condições para inovação, em detrimento da realidade local e visando a implementação de determinada tecnologia, estabelece relações complexas de causa e efeito, muitas vezes conflituosas.

Os quadros subseqüentes foram elaborados com o intuito de relacionar cada um dos itens descritos no capítulo, nos três âmbitos – político/normativo, estratégico e operacional, separadamente. Pretendeu-se, desse modo, sistematizar informações qualitativas para posterior transformação em dados passíveis de gerar resultados, quando analisada a área de estudo e o adobe produzido com macrófitas aquáticas. Foi feita, inicialmente, a seguinte delimitação das variáveis:

- **Variáveis internas:** são itens que, para serem avaliados, dependem das características intrínsecas do produto e/ou serviço envolvido no processo de inovação. Fazem parte das variáveis internas, questões quanto à viabilidade técnica da tecnologia, a aceitação do mercado e as empresas do setor da construção civil e serão abordadas, no próximo capítulo, como as “oportunidades tecnológicas diretas” da mesma. São apontados na cor azul.
- **Variáveis externas:** são fatores que, embora também dependam da tecnologia, têm com ela uma relação indireta e abrangente. Para sua avaliação, compõem os itens que determinam se o ambiente, para o qual é destinada, é propício às inovações em geral. São destacados com a cor verde.
- **Variáveis empresariais:** envolvem as características da organização que implementa a inovação. Ela é o agente capaz de dar resposta à sociedade através dos agentes estratégicos, em meio favorável a mudanças tecnológicas. Para isso, deve contar com infra-estrutura e mão de obra capacitada, determinar formas de produção que minimizem custos e impactos, planejamento estratégico de gestão e *marketing*, além de ultrapassar barreiras impostas pelo capital institucional do setor. Como não existem empresas atuantes, os vetores são apontados no quadro (na cor vermelha), mas não serão avaliados nesse trabalho. Este poderá sim, orientar quanto à viabilidade de se implantar, ou não, um empreendimento com vistas à tecnologia proposta.








**Quadro 1.** Âmbito político/normativo: variáveis e classificação da avaliação.

| VARIÁVEIS               |                                       | CONDIÇÕES PARA INOVAÇÃO  | CLASSIFICAÇÃO DA AVALIAÇÃO |
|-------------------------|---------------------------------------|--|----------------------------|
| Mercado                 | Existência de mercado ou nicho        | O nicho ou mercado podem ser preexistentes ou originarem na inovação                           | ■                          |
|                         | Perfil dos consumidores               | Dependem de trajetórias individuais diferenciadas, independente dos padrões de renda           | ■                          |
| Sociedade               | Capital social                        | Receptividade da população depende da cultura local  | ■                          |
|                         | Capital Institucional                 | Receptividade dos agentes depende de características locais do setor                           | ■                          |
| Sistemas de Produção    | Grau de territorialidade              | Envolve a dimensão da inovação, dentro das perspectivas locais                                 | ■                          |
|                         | Governança                            | Grau de comprometimento dos atores da cadeia nos processos inovativos                          | ■                          |
|                         | Mercado de destino                    | Abertura do mercado local (ou segmentação de mercado) às condições propostas pela inovação     | ■                          |
| Regimes de Concorrência | Semelhança com tecnologias existentes | Quanto mais próximas as características dos bens, maior a concorrência entre os mesmos         | ■                          |
|                         | Quantidade de empresas                | quanto maior o número de empresas com produtos semelhantes, maior a concorrência               | ■                          |
| Regulação do Estado     | Postura                               | Pode impulsionar ou inibir mudanças tecnológicas, segundo objetivos ou restrições legislativas | ■                          |
|                         | Existência de Medidas                 | A efetividade de medidas favoráveis incentiva os agentes do processo                           | ■                          |






Fonte: elaboração própria

**Quadro 2.** Âmbito estratégico: variáveis e classificação da avaliação.

| VARIÁVEIS                                     |                                     | CONDIÇÕES PARA INOVAÇÃO   | CLASSIFICAÇÃO DA AVALIAÇÃO  |
|---|-------------------------------------|---|---|
| Sistema Educacional e de Pesquisa             | Formação de profissionais           | Infra-estrutura para formação de profissionais para atuar nas áreas de Ciência, Tecnologia e Inovação |  |
|   | Produção de conhecimento            | Produtividade em ciência e tecnologia aplicável em mudanças tecnológicas                              |  |
|   | Relação com os sistemas de produção | Grau de interação entre institutos de ensino e pesquisa com empresas                                  |  |
| Instituições, Programas e Agências de fomento | Programas Locais                    | Ações efetivas estratégicas de incremento à inovação  |  |
|   | Agentes Financiadores               | Disponibilidade de recursos financeiros (públicos e/ou privados)                                      |  |

Fonte: elaboração própria

**Quadro 3.** Âmbito operacional: variáveis e classificação da avaliação.

| VARIÁVEIS  |                                      | CONDIÇÕES PARA INOVAÇÃO  | CLASSIFICAÇÃO DA AVALIAÇÃO  |
|------------|--------------------------------------|--|---|
| Empresa    | Natureza e objetivos                 | Determinam as estratégias utilizadas pela empresa. Refere-se, também, ao seu capital institucional         |  |
|            | Porte e recursos                     | Pode interferir na capacidade de investir na qualificação de mão de obra, infra-estrutura e em P&D         |  |
|            | Produção e atuação no mercado        | As formas de produção e atuação no mercado intervêm nos resultados e nas respostas da sociedade            |  |
|            | Relação com instituições de pesquisa | Grau de interação entre a empresa e institutos de ensino e pesquisa  |  |
| Tecnologia | Oportunidades Tecnológicas           | Diferenciais para a absorção pelo meio/sociedade, utilização pelo usuário e produção pelo setor ou empresa |  |

Fonte: elaboração própria

**Legenda:**  Variáveis externas  
 Variáveis internas  
 Variáveis empresariais

Esta delimitação, entre variáveis internas e externas, permitiu a distinção entre fatores que se relacionam com a cidade de Palmas e seu ambiente político institucional para inovação e fatores que dependem, quase que exclusivamente, da natureza da tecnologia a ser implementada.

Os tópicos aqui considerados como variáveis externas (em verde) norteiam a análise da área de estudo no terceiro capítulo: “Análise das condições para inovação tecnológica em Palmas”. Por outro lado, os itens apontados como variáveis internas (em azul) são trabalhados em duas instâncias. Como o processo inovativo é cíclico, na primeira delas (ainda dentro das bases teóricas e científicas), as variantes são reorganizadas dentro da visão de “oportunidades tecnológicas” balizadas no âmbito operacional. Por serem reflexos da tecnologia, a essa nova configuração das variáveis aparece no próximo capítulo: “Adobe produzido com macrófitas aquáticas”.

No segundo momento, as oportunidades tecnológicas identificadas orientam a verificação de viabilidade técnica para o adobe produzido com macrófitas aquáticas na capital do Tocantins.

Nesse contexto, a pesquisa contempla duas vertentes de análise: “Variáveis externas”, que tem sua estrutura apresentada a seguir, e “Variáveis internas”, formulada a partir dos demais fatores aqui apontados, confrontados com as características da tecnologia do adobe produzido com macrófitas aquáticas e suas oportunidades tecnológicas. As variáveis externas são mostradas no Quadro 4.

**Quadro 4.** Variáveis externas das condições para inovação a serem avaliadas na pesquisa.

| INOVAÇÃO TECNOLÓGICA - VARIÁVEIS EXTERNAS     |  |
|---|--|
| Regulação do Estado                           | Postura<br>Existência de Medidas   |
| Instituições, Programas e Agências de fomento | Programas Locais<br>Agentes Financiadores  |
| Sistema Educacional e de Pesquisa             | Formação de profissionais<br>Produção de conhecimento<br>Relação com os sistemas de produção |

Fonte: elaboração própria

## 2. ADOBE PRODUZIDO COM MACRÓFITAS AQUÁTICAS

### 2.1. Contextualização

O adobe produzido com macrófitas aquáticas é um tijolo composto de terra crua e macrófitas aquáticas, aprimorado a partir de um material tradicional. Anteriormente à descrição sobre a tecnologia em si, um breve resgate de suas origens, atributos e limitações contextualiza o material, dentro de suas possibilidades técnicas.

#### 2.1.1. Construções com terra crua

Construções em terra crua são aquelas cujas paredes são feitas em barro socado ou sob forma de tijolos crus, sem cozimento. Desde o início das civilizações, quando os homens começaram a construir as cidades, a terra crua sempre foi, através das tradições históricas e populares, um dos principais materiais de construção utilizados em nosso planeta. As técnicas foram, e ainda são, utilizadas em todos os continentes. Dethier (1982) afirma que mais de um terço da população mundial vive em habitats de terra.

Dentre as possibilidades, as técnicas são muitas. De acordo com Pisani (2003), a terra como matéria-prima na elevação de alvenarias, de abóbadas e de outros elementos construtivos tem sido empregada desde o período pré-histórico. O homem descobriu, muito cedo, que também poderia construir seu abrigo usando um dos materiais encontrados mais abundantemente na natureza: a terra. Segundo pesquisadores do grupo CRA Terre citados por Dethier (1982), os barros propícios à construção constituem cerca de 74% da crosta terrestre. Por se tratar de um material normalmente disponível, geralmente não requer transportes caros, e nem transformação de caráter industrial, atenuando gastos de energia para a produção.

Apresentando-se ora de forma maciça, ora de forma fragmentada, variando conforme a cultura e o clima local, esse material sempre apresenta um resultado final semelhante: paredes sólidas, capazes de resistir tanto aos ventos de alta velocidade das regiões desérticas do Oriente Médio quanto à

umidade da região chuvosa da Inglaterra. Se contornadas as limitações impostas pela permeabilidade do material com tratamento apropriado como alicerces altos, telhados com beirais generosos, adição de elementos estabilizantes, podem resistir a chuvas, ventos e à umidade proveniente do solo.

Para o arquiteto Jean Dethier (1982), as construções em terra crua resistem também a terremotos, principalmente quando as paredes são feitas com solo estabilizado e as colunas são reforçadas com bambu. As construções em terra crua são suscetíveis, contudo, a inundações (Dethier, 1982).

Além de apresentar bom resultado tanto em regiões de clima seco, quanto em regiões de climas úmidos, esse material também apresenta eficácia em climas quentes e frios. Quando as paredes são espessas (40 a 50cm de espessura), garantem a inércia térmica necessária para manter a temperatura interna constante, a níveis amenos, apesar da temperatura externa estar extremamente alta ou baixa. Ou seja, o material oferece baixa amplitude térmica aos ambientes internos, com temperaturas em torno de 26°C.

Em entrevista para a Revista Nature transcrita no livro organizado por Jean Dethier (1982), Indira Gandhi, Primeira Ministra da Índia em 1980, declarou: “Todos os edifícios modernos acarretam grandes gastos em energia. Ainda mais, têm o inconveniente de serem quentes no verão e frios no inverno. Não é o caso das arquiteturas tradicionais. Técnicas novas são necessárias, mas também é preciso conservar as antigas, que reúnem conhecimentos acumulados pelos habitantes, para melhor adaptar-se às exigências do clima, do meio e dos modos de vida. Não se pode conservar tudo, porque a vida evolui, mas é preciso adaptar e aperfeiçoar os conhecimentos”. (apud DETHIER, 1982)

### 2.1.2. As principais técnicas

Embora nas descrições de Jean Dethier tenham sido inventariados, em todo o mundo, pelo menos vinte métodos tradicionais de construção em terra crua - além das diversas variantes regionais - quatro técnicas principais sobreviveram

à tradição e chegaram aos dias de hoje. São elas: a taipa de pilão, o adobe, o pau-a-pique ou taipa de mão, e os pães de barro.

**a) Taipa de pilão:** recebe esta denominação por ser socada (apiloadada) com o auxílio de uma mão de pilão. A forma que sustenta o material durante sua secagem é denominada de taipal, que até hoje significa componentes laterais de formas de madeira. Após a escolha do solo e o preparo da argamassa de barro, esta é disposta dentro do taipal, em camadas de 10 a 15 centímetros e, posteriormente, apiloadada, camada a camada, até se obter o pé-direito desejado. As paredes resultantes são monolíticas e bastante espessas.

Atualmente, o pilão é substituído por socadores pneumáticos ou ainda, por rolos compressores. Na definição da espessura das paredes, a regra geral é que seja em torno de 10% do pé-direito.

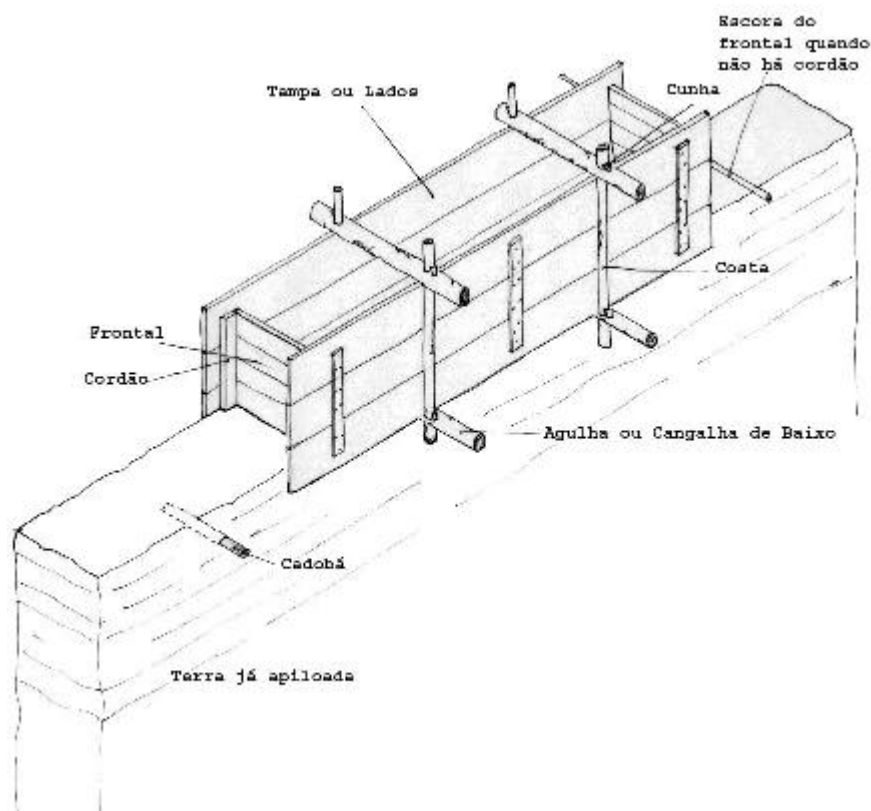


Figura 4: Taipal. Fonte: Oliveira (2005)

**b) Pau-a-pique:** esta técnica, denominada pau-a-pique ou taipa de mão, consiste em se fazer uma trama de madeira ou bambu, na parte interna da parede e, depois jogar o barro sobre esta trama (pelos lados de fora e de dentro simultaneamente de preferência), apertá-lo sobre ela com as mãos.

A terra tem papel secundário, servindo de preenchimento da estrutura entramada, constituída por colunas e vigas. Este sistema também é conhecido no Brasil pelos nomes de: “pescoção”, “taiona”, “sopapo”, “taipa de mão”, “taipa de sebo”, entre outros, variando conforme as diferentes regiões do país. (PISANI, 2003)

**c) Pães de barro:** A técnica consiste na confecção de grandes bisnagas de barro e colocá-las uma sobre a outra, formando as paredes. Essas bisnagas eram confeccionadas por toda a família, para a construção de suas casas. Muitas vezes são utilizados sacos plásticos em formatos tubulares, procurando-se uniformizar o material (SILVA, 2000).

**d) Adobe:** constitui um tijolo de terra crua. Aqui, a terra - de preferência pouco argilosa e muito arenosa - é misturada com água até a obtenção de uma massa plástica: o barro. Nela, adiciona-se palha picada ou outras fibras. Tradicionalmente, o amassamento deve ser feito com os pés ou por animais. Após, o barro é moldado em formas metálicas ou de madeira, desenhado



Figuras 5 e 6: Construções com terra crua.  
Fonte: PROJETO, 2008



logo em seguida e os tijolos são postos a secar ao sol, ou meia sombra.

Faria (2002) informa que atualmente, em algumas regiões, a produtividade é aumentada com a utilização de equipamentos mecânicos no amassamento e prensagem do material.

Para Silva (2000), o uso do tijolo cozido data de 5 a 7 mil anos. Contudo, seu uso em larga escala se deu somente a partir da Revolução Industrial, há cerca de apenas 150 anos. Para a grande maioria dos profissionais da área da construção civil, a mudança de uso do tijolo cru para o tijolo cozido representou um avanço tecnológico, já que este segundo apresenta maior resistência às intempéries e maior solidez por peça. Porém, as conseqüências dessa mudança se fizeram sentir em vários aspectos, sobretudo sob o ponto de vista ambiental.

O advento da Revolução Industrial provocou a rejeição, de um modo geral, aos produtos manufaturados. Em nome do progresso, as tecnologias consideradas rudimentares - entre elas a técnica de construção em terra crua - foram sumariamente desprezadas, consideradas arcaicas e pobres; principalmente nos países industrializados. E os países pobres, por sofrerem forte influência por parte dos países ricos, absorvem os costumes destes, em detrimento aos costumes locais, e alguns acabam por perder sua identidade cultural por completo. Tal comportamento gera, entre outros, os problemas causados pela substituição de soluções locais, culturalmente sedimentadas, por soluções importadas, nem sempre adaptáveis, sobretudo culturalmente.

### 2.1.3. As características das construções com terra

A terra, com suas diferentes utilizações, pode resultar em edificações diferenciadas. Na introdução deste trabalho, foram apresentadas algumas das vantagens do material sobre outros materiais de construção. Neste item, procura-se de complementar sua caracterização, abordando, além de suas vantagens, suas limitações.

Faria (2002) cita LE CENTRE DE LA CULTURE ET DES TECHNIQUES DE LA TERRE (2008) que destaca, dentro de uma perspectiva de sustentabilidade, algumas características benéficas do material, a saber:

**a) baixo custo energético:**

- pouca ou nenhuma energia para transporte (material local);
- pouquíssima energia para transformação e
- nenhuma energia para reciclagem.

**b) recurso renovável abundante e local:**

- a argila é o produto da degradação última de rochas;
- a terra é transportada pelos cursos d'água das montanhas para os vales;
- a natureza do material se mantém intacta após a utilização.

**c) longevidade:**

- por sua natureza, o material não entra em um ciclo de degeneração.

**d) ausência de toxidade**

**e) permeabilidade à radiação cósmica**

**f) regulador térmico:**

Para tijolos de terra crua extrudados (densidade aproximada de  $2\text{g/cm}^3$ )

- Condutividade térmica de  $1,05\text{ W/m}^\circ\text{C}$ , inferior à dos tijolos cozidos (1 a 1,35);
- Inércia térmica de  $2.000\text{ KJ/m}^3$ , superior à dos tijolos cozidos (1.360 a 2.100).

**g) regulador higroscópico:**

- pode absorver até 3% do seu peso em vapor d'água (elevação de seu teor de umidade de 4% a 7%), o que permite ter uma inércia hídrica não desprezível, em se tratando de conforto;
- evita o excesso de umidade que pode provocar reumatismos ;
- evita a falta de umidade que pode provocar problemas oculares, inflamatórios e respiratórios.

**h) permeabilidade ao vapor d'água das paredes externas:**

- climatização de verão;
- perspiração das paredes;
- boa difusão do vapor d'água.

**i) isolamento fônica e correção acústica:**

- índice de correção acústica (à 500 Hz) de 50 dB para uma parede de 20 cm em tijolos de terra crua extrudada.

**j) absorção de odores e dissolução de gorduras:**

- propriedades absorventes das argilas (produtos de desengorduramento tipo K2R);
- proteção contra as nocividades associadas às ondas eletromagnéticas geradas por aparelhos e circuitos elétricos.

**k) ausência de eletricidade estática:**

- evita a aderência de poeiras sobre as paredes.

**l) Oferece grande riqueza policromática:**

- do cinza escuro ao amarelo brilhante, passando por diversas nuances de rosa e vermelho.

Algumas das vantagens citadas acima, dentre elas, as de durabilidade e salubridade são, muitas vezes, encobertas pelas desvantagens. Entretanto, muitas das opiniões que pairam sobre o material, são equivocadas ou passíveis de serem corrigidas. Dentre as desvantagens, Pisani (2003) exemplifica algumas:

**a) falta de padronização:**

- sua composição depende das características geológicas e climáticas da região. Podem variar de composição, resistências mecânicas, cores, texturas e comportamento. Para avaliar essas características são necessários ensaios que indicam as providências corretivas para corrigi-las com aditivos.

**b) permeabilidade:**

- as construções com terra crua são permeáveis e estão mais suscetíveis às águas, sejam pluviais, do solo ou de instalações. Para sanar esse problema é necessária a proteção dos elementos construtivos com detalhes arquitetônicos, com materiais e camadas impermeáveis ou mesmo aditivos.

**c) Alta retratilidade:**

- o solo sofre deformações significativas durante a secagem, podendo gerar fissuras e trincas.

Faria (2002) acrescenta outros fatores a serem considerados, ditos como desvantagens:

**d) Fragilidade quanto a sismos (ou terremotos):**

- principalmente quando desempenha também a função estrutural (em paredes autoportantes). Para sanar o problema, deve ser associado a outros materiais – madeira ou bambu, por exemplo.

**e) Preconceito - facilitador na proliferação do barbeiro:**

- A manutenção correta das edificações, com eliminação de frestas periodicamente, anula por completo a possibilidade da proliferação do inseto causador da Doença de Chagas nas paredes construídas com terra crua.

**f) Preconceito – edificação que remete à pobreza:**

- A perda da técnica com o passar dos tempos, além da falta de manutenção, fazem com que as edificações não sejam construídas da maneira como deveriam.

Apesar do preconceito existente, especialistas afirmam que a Doença de Chagas não ocorre somente nas casas de barro, mas em qualquer tipo de casa mal cuidada, que apresente frestas e rachaduras em suas paredes. Atualmente, a maioria das casas em terra são mal construídas e mal cuidadas e costumam ser o último (ou o único) recurso usado por quem não tem outro meio de construir a sua casa.



Figura 7: Edificação em adobe deteriorada  
Fonte: Fernandez, 2006.

Por esse motivo, ou talvez pela perda progressiva do conhecimento, por este se tratar de uma tradição oral, o sistema construtivo em terra crua chegou aos dias

atuais sendo executado quase sempre de maneira precária e sujeito a insalubridades. Essas casas, em nosso país, viraram sinônimo de pobreza, precariedade e insalubridade.

As edificações geralmente são feitas sem os cuidados básicos das construções comuns, como alicerces e pilares, por exemplo. Além disso, muitas sequer são providas de correta impermeabilização e, ao serem construídas direto sobre o solo, a umidade deste passa para as paredes por capilaridade. Assim, as paredes úmidas favorecem o aparecimento de fungos e bactérias no ambiente interno das casas, prejudicando a saúde dos usuários.

Ademais, nos arredores dos centros urbanos, por exemplo, as construções normalmente não são ajustadas ao prumo e, portanto, são tortas e mal construídas. Os próprios proprietários, por desconhecimento ou por preconceito, não se empenham em efetuar melhorias em suas moradias. Como declarou Milanez (apud Silva, 2000), o estado dessas casas demonstra baixa auto-estima por parte de seus moradores, acrescentando-se a esse fator a falta de conhecimento – ou disposição - para utilizar os recursos naturais que estão abundantes à sua volta como o barro, a madeira, a pedra, a palha, o bambu e vários outros materiais.

#### 2.1.4. As macrófitas aquáticas

As macrófitas aquáticas consistem em organismos vegetais visíveis a olho nu, cujas partes fotossinteticamente ativas estão permanentemente (ou por diversos meses, todos os anos) total ou parcialmente submersas em água doce ou salobras ou ainda, flutuantes na mesma (Irgang & Gastal Jr., 1996).

Outras definições as consideram como formas macroscópicas de vegetação aquática, incluindo macroalgas, musgos, espécies de pteridófitos (samambaias) adaptadas ao ambiente aquático e as verdadeiras angiospermas, originárias do ambiente terrestre com adaptações para a vida na água (SPENCER et al, 1993). Podem ser consideradas plantas que vivem na água ou sobre a água, ou ainda, plantas de margem que têm relação com água em abundância (POTT et

al, 2000). Estes vegetais apresentam várias formas de vida: emersas, flutuantes, enraizadas, submersas livres e enraizadas com folhas flutuantes (Figura 8), determinando a estes organismos grande amplitude ecológica.

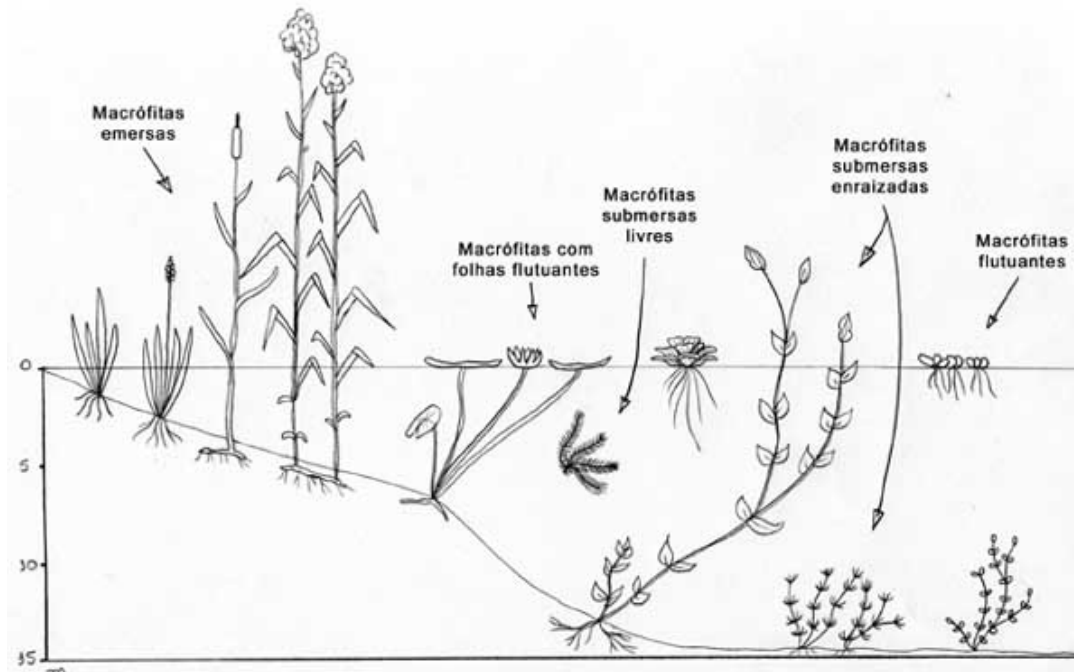


Figura 8 - Formas de vida das macrófitas. Fonte: IRINEU & SANTINO, 2005.

Esteves (apud Faria, 2002) comenta que as macrófitas aquáticas exercem importante influência na dinâmica dos ecossistemas, tais como na formação de detritos orgânicos, na estocagem e ciclagem de nutrientes, na reprodução de peixes, controle de poluição e eutrofização artificial, entre outros. Entretanto, sua reprodução demasiada pode ocasionar grandes problemas.

Faria (2002) afirma que a invasão de plantas aquáticas em lagos e represas pode se tornar um problema grave, na medida em que bloqueiam canais e bombas em projetos de irrigação; interferem na produção de hidrelétricas; desperdiçam água por evapotranspiração; dificultam a navegação; interferem na pesca e piscicultura; aumentam as doenças transmitidas pela água e obstruem rios e canais de drenagem, provocando enchentes.

O controle pode ser executado de diversas maneiras. Segundo ele, pode ser feito manualmente, mecanicamente, de forma biológica (com auxílio de insetos, organismos patogênicos, peixes e outros) ou, ainda, através de equipamentos

que podem “desidratar” as plantas ainda no lago, retirando cerca de 70% da água por elas retidas e enviando o material desidratado até estufas de secagem, para posterior utilização.

Os efeitos prejudiciais podem ser minimizados através de fiscalização, controle e planejamento das atividades na bacia. Neste caso, é também conveniente manter inventários e monitoramentos que conduzam a um manejo adequado das comunidades de macrófitas aquáticas.

Retomando e complementando as sugestões de uso para as macrófitas aquáticas sugeridas por Irineu (2005) na introdução deste trabalho, Faria cita NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES (1984, apud FARIA 2002), enfatizando alguns usos e acrescentando outros:

- fertilizantes ou aditivos para o solo;
- fonte de proteína vegetal para a criação de ruminantes, visto que podem conter de 10 a 30% de proteínas, como a maioria das forragens;
- polpa para a produção de papéis;
- fibras para várias finalidades tais como artesanato de cestaria, construção de pequenas embarcações, ou cobertura de edificações;
- fonte de energia como, por exemplo, na produção de biogás, contendo 70% de metano e 30% de dióxido de carbono;
- alimentação humana, já que algumas espécies, como o “espinafre aquático” (*ipomoea aquática* ou *ipomoea reptans*), podem ser ingeridas, quando cozidas ou na forma de embutidos;
- tratamento de águas de esgotos urbanos e industriais;
- remoção de metais pesados da água;
- produção de materiais de construção, que consiste em um foco deste trabalho.



### 2.1.5. Macrófitas aquáticas nas fases de formação e estabilização de reservatórios

Com a formação de um reservatório, o regime hídrico sofre mudanças em suas características, passando de um sistema lótico (com águas correntes como rios, riachos e corredeiras) para lêntico (com águas com movimentos lentos como lagos e reservatórios). Em ambientes que apresentam grande correnteza, a turbulência das águas se constitui no principal fator limitante ao desenvolvimento de organismos vegetais, tais como o fitoplâncton (organismo microscópicos) e as macrófitas aquáticas que colonizam, geralmente, pequenas áreas de remansos (IRINEU et al, 2005).

Quando um rio se transforma em um reservatório, ocorrem várias alterações no metabolismo do ecossistema. A redução da velocidade da água e a inundação de áreas cobertas pela vegetação nativa são as principais causas destas mudanças. Segundo Irineu et al (2005), com a inundação, a submersão do solo e da vegetação promove a morte das plantas remanescentes. Como consequência da decomposição das matérias orgânicas do solo e da fitomassa submersa ocorre a liberação de nutrientes, cujas presenças em concentrações elevadas, associadas a outros fatores, podem provocar uma evolução do grau de fertilidade das águas dos reservatórios recém formados.

A eutrofização (enriquecimento do corpo hídrico por elementos minerais, especialmente, fósforo e nitrogênio, podendo ocorrer sob condições naturais ou antrópicas) tem como consequência os aumentos das taxas de produção primária dos ecossistemas aquáticos. Para Irineu (2005), os seguintes fatores ambientais estão relacionados com a ocorrência de macrófitas aquáticas: (i) estabilidade do nível da água, (ii) tempo de residência longo, (iii) profundidade média pequena, (iv) inundação de solos férteis, (v) presença de fustes e estruturas de vegetais submersos que não foram retirados na época do enchimento do reservatório e (vi) morfologia ramificada e espelho d'água estreito.

Concomitante aos processos naturais, a intensificação das atividades antrópicas incrementam os lançamentos de efluentes (esgotos domésticos e

industriais) e os provenientes das enxurradas das áreas de drenagem agrícolas. Estes incrementos, geralmente ocorrem sem planejamento ou controle e geram várias conseqüências ambientais, tais como os processos de eutrofização e o de carreamento de pesticidas empregados na agricultura para os corpos d'água.

A intensa proliferação de macrófitas aquáticas decorrente da eutrofização produz elevada quantidade de matéria orgânica que, quando se decompõe, libera nutrientes para o ambiente e conseqüentemente incrementam a velocidade do processo de fertilização das águas.

#### 2.1.6. Sustentabilidade

Mesmo atendendo aos princípios básicos de moradia, baseados nos ideais de ecodesenvolvimento da região, nenhuma sociedade poderá atingir o desenvolvimento sustentável sem que a construção civil, que lhe dá suporte, passe por transformações (CARNEIRO et al., 2001). A cadeia produtiva da construção civil acarreta importantes impactos em todas as etapas do seu processo: extração de matérias primas, produção de materiais, construção, uso e demolição. Na fabricação do cimento, blocos de concreto e tijolos convencionais, por exemplo, observa-se o elevado consumo de energia, além da produção de materiais pouco ou nada recicláveis (BAUER, 1994 apud FARIA). Além disso, uma vez empregados na obra, são pouco porosos, contribuindo para criar ambientes interiores termicamente desconfortáveis.

A utilização do adobe com macrófitas aquáticas como alternativa na construção civil pode possibilitar uma edificação saudável e termicamente confortável. Ademais, minimiza impactos ambientais acarretados pela Indústria da Construção Civil e oferece destinação ao excedente de macrófitas. Como já foi citado, estudos já realizados determinam suas características físicas e mecânicas, bem como das plantas, e o colocam em condição positiva de aplicação. Numa perspectiva mais ampla de sustentabilidade, apresenta-o como um material adequado para regiões tropicais e excelente material, no que diz respeito ao isolamento térmico/acústico.

Pisani (2003) elucida que a terra crua regula a umidade ambiental, já que o barro possui a capacidade de absorver e perder mais rapidamente a umidade que os demais materiais de construção. Além disso, a terra armazena calor, ou seja, como outros materiais densos como as alvenarias de pedra, o barro armazena o calor durante sua exposição aos raios solares e perde-o lentamente quando a temperatura externa estiver baixa.

Construções com terra crua podem economizar muita energia e diminuir a contaminação ambiental. De acordo com a autora, elas praticamente não contaminam o ambiente, pois, para prepará-las, necessita-se de 1 a 2% da energia despendida com uma construção similar com concreto armado ou tijolos cozidos. Por fim, Pisani (2003) afirma ser o processo totalmente reciclável: as construções com solo podem ser demolidas e reaproveitadas múltiplas vezes. Basta fragmentar e voltar ao processo de preparo da massa de terra.

Além disso, a utilização do material pode promover a geração de emprego e renda. Sua produção é simples, de fácil entendimento e absorção e a aplicação é muito semelhante à dos tijolos comuns permitindo, até mesmo, a autoconstrução.

Em função de todos os aspectos citados anteriormente e da abrangência conceitual do paradigma da sustentabilidade de interação ser humano e ambiente construído, construção e impactos ambientais, gestão de resíduos, indústria da construção, bem estar e inclusão social, onde a construção civil exerce um papel fundamental (na relação economia/ ambiente/ sociedade), a introdução bem sucedida da tecnologia do adobe proposto seria um passo positivo para a área.

#### 2.1.7. Tecnologias Sociais e Tecnologias Apropriadas

A justificção da tecnologia é determinada por sua adequação em todas as suas dimensões. Em linhas gerais, Albuquerque et al.(2005) definem as *tecnologias sociais* como as que relacionam-se diretamente às questões do

desenvolvimento sustentável, considerando indicadores como: intensidade de trabalho e capital financeiro; impactos potenciais sobre o meio ambiente; potencial de inclusão ou exclusão; interferência nos recursos naturais envolvidos; população afetada; e reversibilidade dos impactos

Eles consideram que, por outro lado, o conceito de *tecnologia apropriada* - que não deve ser confundido com a noção de *tecnologia social* - tem sido empregado em oposição à de ponta, ou que tem base nos avanços científicos mais recentes. Entretanto, Abiko (2003) esclarece que “a tecnologia traz em si uma grande carga ideológica, demonstrando que a tecnologia apropriada está definitivamente atrelada a um determinado modelo de desenvolvimento que se almeja”. Percebe-se, assim, o motivo pelo qual o adjetivo “apropriado” é aplicado: apropriada para um determinado modelo de desenvolvimento ou para um determinado interesse. Já em um sentido mais operacional, estas são algumas das características das Tecnologias Apropriadas (Codetec, 1979):

- Integração com o ecossistema: a tecnologia deve exercer o menor impacto ambiental e favorecer a integração com o ecossistema;
- Autonomia local: a tecnologia utiliza matérias primas e energia locais, favorecendo a autonomia local das regiões e dos países;
- Baixo custo: a tecnologia necessita de pouco capital;
- Absorvedora de mão-de-obra: a tecnologia deve se utilizar dos recursos mais abundantes e um deles pode ser a mão-de-obra;
- Capacitação acessível: a tecnologia não requer níveis muito específicos de especialização da mão-de-obra;
- Menos burocracia: a tecnologia é do domínio público, não havendo preocupações com o pagamento de patentes ou royalties;
- Adaptabilidade e simplicidade: a tecnologia deve ser de fácil entendimento e absorção, sendo assimilada culturalmente com rapidez.

Em se tratando da Construção Civil, para conceituar a tecnologia apropriada, é conveniente situá-la em confronto com a técnica tradicional de construção e a

tecnologia moderna, sem desconsiderar os critérios largamente abordados na atualidade, relacionados ao meio-ambiente e sustentabilidade, nos seus diversos conceitos.

Enquadra-se assim, em aspectos do social e do apropriado, a tecnologia do adobe produzido com macrófitas aquáticas, consolidando a preocupação de Albuquerque et al.(2005). Eles enfatizam que, embora respeitem a distinção que se consolidou na literatura, de que a tecnologia apropriada compreende o emprego de práticas antigas para satisfazer às necessidades de comunidades carentes, “todas as tecnologias precisam ser sempre apropriadas, no sentido de sua adequação ética, social, econômica e política, independentemente de seus graus de sofisticação”.

## **2.2. A pesquisa que gerou a tecnologia**

No ano de 2002, Obede Borges Faria apresentou à Escola de Engenharia de São Carlos – SP, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências da Engenharia Ambiental, sua tese intitulada: “Utilização de macrófitas aquáticas na produção de adobe: um estudo de caso no reservatório de Salto Grande (Americana – SP)”. Nela, o pesquisador busca otimizar a utilização de macrófitas aquáticas na produção de adobe (tijolos de terra crua, secos ao sol), baseado na determinação e estudo de suas características físicas e mecânicas, bem como nas características físicas e químicas das plantas.

Segundo ele, além da possibilidade de se encapsular (solidificar / estabilizar) a biomassa – que pode apresentar níveis elevados de metais pesados e nutrientes (fósforo e nitrogênio) - como alternativa de manejo integrado do lago, o material pode possibilitar autoconstrução de habitações de baixo custo. Além disso, o uso dos vegetais nos tijolos provoca a estabilização do solo muito argiloso, minimizando retrações durante a secagem e evitando fissuras.

O adobe proposto utiliza na sua produção, além de terra crua e água, biomassa triturada de macrófitas aquáticas incorporada ao traço. Na pesquisa, Faria

demonstra a viabilidade técnica do material que, além de resultar de expressiva retirada de biomassa do sistema, apresenta grandes melhorias na sua qualidade, tanto físicas quanto mecânicas.

Nesta investigação, o produto foco é o material de construção avaliado por Faria. Na literatura, existem inúmeras variações nos traços, dimensões e formas de se fabricar adobes. No entanto, grande parte das características abordadas, desde a composição até as formas de produção e aplicação, serão as recomendadas por ele.

## **2.4. Composição**

A terra, uma das matérias primas mais abundantes no planeta, é o principal componente dos adobes. Entretanto, Milanez (1958, apud FARIA, 2002) alerta que sua camada superficial, de 30 a 40 centímetros, é normalmente constituída de húmus (ou terra vegetal), que contém grande quantidade matéria orgânica. Este material pode se decompor e conter organismos nocivos, comprometendo a salubridade da edificação. Portanto, não é indicado para utilização na construção civil. Abaixo desta camada, a chamada “terra” é encontrada e, esta sim, é apropriada para a construção.

O solo é formado, basicamente, por três elementos: argila, areia e silte. Em função das quantidades de cada uma dessas partículas, pode-se definir qual a técnica construtiva em terra crua mais apropriada. Os especialistas recomendam que, para o adobe, deve-se fazer uso de solo arenoso, com composição em torno de 60 a 70% de areia e o restante de argila e silte.

No caso de maior disponibilidade de solo argiloso, é possível balanceá-lo através de correção granulométrica, acrescentando-se areia ou misturando-o a outros solos diferentes. Faria (2002) ainda acrescenta que a utilização da biomassa na confecção dos tijolos estabiliza o solo argiloso, sem comprometimento do resultado final.

Mchenry (1984) ensina que a melhor prática para o teste de determinação do solo para os tijolos de adobe é executando alguns tijolos - que atuarão como corpos de prova - desse solo. No entanto, há uma série de estudos laboratoriais de solo (principalmente com relação à determinação do tipo de estabilização do solo a ser feita) que objetivam a produção, com maior precisão, de um tijolo melhor.

Exemplificados por Faria (2002), os principais ensaios são: a) ensaios de determinação do teor de umidade natural do solo e da massa específica aparente do solo em estado solto; b) determinação da concentração de nutrientes e metais no solo; c) determinação da distribuição granulométrica; d) determinação do limite de liquidez e limite de plasticidade ou, ensaios de consistência; e) determinação do limite de contração; e, f) ensaio de absorção do azul de metileno.

A sabedoria popular, transcrita e aplicada por vários autores, traz também ensinamentos sobre testes de campo para avaliações preliminares da terra. Para Faria (2002), são os testes feitos na prática pelos leigos e passados de geração a geração. Alguns deles, Faria (2002) e Lengen (2004) descrevem: a) “teste da queda da bola” (granulométrico); b) “teste da bola seca” (granulométrico); c) “teste do vidro” (granulométrico, por sedimentação); d) “Teste da tira” (plasticidade); e) “Teste da caixinha” (retração).

Ainda sobre a composição do adobe, é necessário discorrer sobre a forma de utilização das macrófitas: espécies e caracterização física. Na confecção dos adobes em questão, as plantas são o segundo principal componente.

Na sua pesquisa, Faria (2002) fabricou adobes com três espécies diferentes de macrófitas: *Eichhornia crassipes* (aguapé); *Pistia stratiotes* (alface d'água); *Brachiaria arrecta* (braquiária).



Figura 9: *Eichhornia crassipes*. Fonte: Western Australian Herbarium



Figura 10: *Pistia stratiotes*. Fonte: Western Australian Herbarium

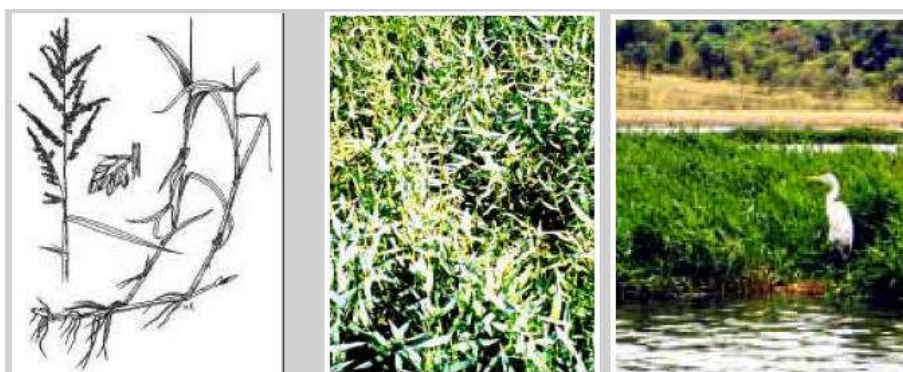


Figura 11. *Brachiaria arrecta*. Fonte: Western Australian Herbarium

Os adobes foram testados entre si e comparados com os tijolos cerâmicos comuns, os tijolos alveolares queimados (bainos). Foram feitos ensaios de resistência a compressão e os melhores resultados foram provenientes dos



adobes feitos com a *Eichhornia crassipes*. Todavia, na determinação do traço e espécie a ser utilizada, devem ser consideradas suas condições de utilização.

O pesquisador (2002) coloca que, se os tijolos forem destinados à alvenaria autoportante (paredes com finalidade de vedação e estrutural, simultaneamente), deverá ser priorizada a resistência. No entanto, se o objetivo for a produção de alvenaria apenas de vedação (sistema misto, utilizando outro material na estrutura), é prioritária uma menor massa específica, minimizando os carregamentos na estrutura. Para isso, quanto maior a quantidade de biomassa utilizada, melhor.

Nos ensaios de determinação de resistência à compressão do tijolo de adobe, os menores resultados obtidos foram de 1,89 MPa, ou seja, 3,2 vezes superior ao resultado médio (0,59 MPa) obtido pelos tijolos cerâmicos comuns. Nas definições dos traços para o tijolo, Faria conclui que são variáveis, em função dos objetivos do mesmo.

Para o melhor desempenho da *Eichhornia crassipes*, é possível acrescentar cerca de 3,3% (em massa) de sua biomassa ao barro e ainda se manter o mesmo nível de resistência apresentado pelo controle (2,48 MPa). Para a mesma situação, só é possível adicionar cerca de metade dessa biomassa de *Pistia stratiotes* (1,7%) ou de *Brachiaria arrecta* (1,5%).

Se a prioridade não for a resistência do tijolo, é possível agregar uma quantidade consideravelmente maior de biomassa, sem que haja grande redução nesse parâmetro. Faria (2002) sugere a adição, por exemplo, de até 7,74% em massa (ou 70% do volume) de *Eichhornia crassipes* e, ainda assim, obter tijolos com resistência à compressão de 2,14 MPa. *Pistia stratiotes* pode compor 6,78% da massa (ou 33,33% do volume), gerando tijolos de 1,89 MPa e *Brachiaria arrecta* 5,37% da massa (50% do volume) para 1,94 MPa.

Por fim, ainda se tratando da composição do objeto – o adobe com macrófitas aquáticas, tem-se que mencionar a água, seu terceiro componente. Ela é o elemento que permite a formação do barro até que seja obtida uma massa plástica, permitindo o amassamento do material e posterior moldagem. Nos ensaios, Faria (2002) utiliza água destilada, mas a recomendação geral é que

se utilize uma água limpa, livre de contaminação ou quaisquer tipos de poluentes.

O teor de água na concepção dos tijolos é de fundamental importância. Se esta é pouca, ocorre o risco de a terra formar torrões que se aglomeram de forma independente, não se unindo bem àquela já posta no molde. Se for em excesso, o bloco pode se deformar demasiadamente quando desenformado. Muita água também pode gerar retração superior à desejada, resultando em fissuras. Além disso, a resistência cai, por conta do aumento da porosidade provocado pela evaporação.

#### 2.4. Características físicas

A aparência do adobe proposto é muito semelhante à do adobe tradicional. Se executado de maneira cuidadosa durante todo o processo, desde a escolha do material até a secagem e transporte, pode adquirir uma forma paralelepédica regular, com arestas bem definidas.

Sua coloração final varia entre tons avermelhados, castanhos, amarelos e acinzentados, conforme o solo empregado na produção. Segundo Lengen



Figura 12. Adobes armazenados. Fonte: FÁRIA, 2002

(2004), os adobes em cores muito escuras ou até negras são obtidos de terras gordurosas, que podem apodrecer, gerando mau cheiro ou maiores problemas de salubridade. Também os muito claros, próximos do branco, são obtidos de solo excessivamente arenoso e têm sua durabilidade comprometida.



Figura 13: Adobes. Fonte: ALBERTO, 2008.

As dimensões empregadas por Faria na concepção dos adobes foram 12cm de largura, 10cm de altura e 25cm de comprimento. Todavia, Lengen (2004) afirma que a unidade do material pode ter várias dimensões, e as mais usadas são: 5 x 10 x 20; 8 x 10 x 40 e 10 x 15 x 30.

Ainda sobre o tamanho dos tijolos, Oliveira (2005) completa que suas dimensões variam muito de região para região. Citando Milanez (1958 apud Oliveira, 2005), ela fala da existência de peças de 8 x 12 x 25 cm, até 10 x 30 x 46 cm e finaliza que, na região de Tiradentes - MG, por exemplo, é comum produzir-se tijolos nas dimensões de 10 x 12 x 25 cm.

Sobre o formato das unidades, independente da dimensão, existe uma gama extensa de possibilidades. Os mais usuais são os retangulares mas, se o intuito for obter resultados diversos, basta se optar por fôrmas diferenciadas. Lengen (2004) fala de moldes afunilados (com um lado maior que o outro) para construção de paredes com esquinas curvas, meios tijolos e tijolos com orifícios, para serem reforçados com varas de ferro ou de madeira.



Figura 14: Adobes afunilados.

Fonte: NETO, 2008.

## 2.5. Produção e aplicações

No processo de manufatura dos tijolos, uma das primeiras etapas consiste na coleta e caracterização das macrófitas aquáticas. Compreende os seguintes itens: coleta, propriamente dita; secagem e trituração das plantas; realização de ensaios de caracterização física e química.

Em seguida, deve-se realizar a extração do solo. Esta pode ser feita visando a produção em maior ou menor escala. Trabalhando-se com maiores quantidades, utiliza-se uma máquina retro-escavadeira. De qualquer maneira, retira-se a camada vegetal para iniciar a escavação. Já que o solo ideal deve ser composto de maior teor de areia e menor de argila, o solo rico em húmus, com características naturais, não são recomendadas para produção do adobe. No caso de não se encontrar um solo ideal, pode-se balanceá-lo, acrescentando areia ou argila, conforme sua composição. Lengen (2004) orienta que, quando não se consegue uma terra apropriada, pode-se criá-la com o seguinte traço:

| MATERIAL | PROPORÇÃO  |
|----------|------------|
| areia    | 4-8 partes |
| argila   | 4 partes   |
| água     | 4 partes   |

Tabela 1. Balanceamento de solo.

Fonte: adaptado de Lengen, 2004.

Após a coleta e caracterização do solo, deve-se realizar ensaios de determinação da composição granulométrica, determinação do teor de umidade, ensaios de consistência, determinação do limite de contração. Um traço sugerido por Faria (2002), adequado para a utilização da biomassa de macrófitas aquáticas para a produção do adobe, utilizado em unidade de volume é de 3:1 (três medidas de solo para uma de biomassa).

Mistura-se o solo e a biomassa com água até a obtenção de uma mistura plástica. Lengen (2004) informa que, para tornar o adobe mais resistente à umidade, pode-se acrescentar emulsão de asfalto. Se utilizarmos óleo queimado ao invés de asfalto, só precisamos da metade da quantidade. Após amassado, o material deve ser deixado em repouso por 48 horas para melhor homogeneização da umidade e absorção pela biomassa. Após este repouso e antes da moldagem dos tijolos, o mesmo deve ser novamente amassado.

O amassamento do barro pode ser feito artesanalmente com os pés, protegidos por botas de PVC, ou mecanicamente em máquinas chamadas marombas. O ideal é fazer a separação de determinada quantidade de material para moldar corpos de prova para ensaio de retração linear do barro e para ensaio de determinação da resistência à compressão.

Depois os tijolos podem ser moldados em formas de madeira ou metálicas, desenformado logo em seguida, e postos para secar à meia sombra, sobre suportes de madeira, para não absorverem umidade do solo. Outra alternativa para a moldagem dos tijolos é a utilização de máquinas chamadas tijoleiras ou prensa mecânica. O ideal é que as peças fiquem em repouso e protegidos das intempéries durante, pelo menos, 20 dias antes do uso.

Além dos ensaios de laboratório efetuados por Faria, três testes simples descritos por Lengen (2004) são possíveis de serem feitos em campo para se constatar se o material é adequado para a construção (figura 15). São eles:

Colocar um adobe sobre outros dois e pisar com força. Ele deve suportar sem quebrar (I); Colocá-lo de molho na água durante quatro horas, quebrá-lo e verificar a espessura da superfície de absorção de água, que não deve exceder um centímetro (II) e, por último, deixá-lo de molho na água durante quatro horas e depois colocá-lo sobre outros dois. Empilhar outros seis adobes por cima. Ele deve agüentar o peso durante pelo menos um minuto antes de quebrar (III). Quando os adobes não são muito resistentes, deve-se mudar a mistura ou usá-los para as paredes internas, que não suportam o peso da estrutura da cobertura.

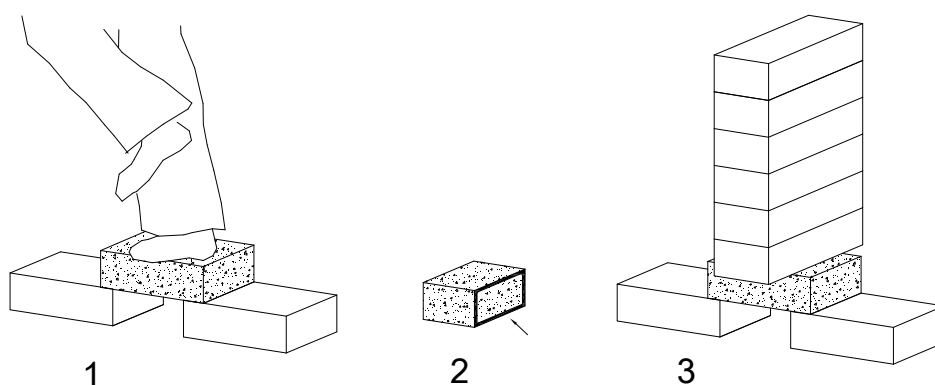


Figura 15: Testes de campo para resistência.

Fonte: adaptado de Lengen, 2004.

Com os tijolos prontos, os mesmos deverão ser transportados até o local da obra cautelosamente e por etapas, evitando rompimentos e desperdício de material. As fundações da edificação devem ser impermeabilizadas e a primeira fiada deve ser executada a certa distância do solo (um mínimo de 15 cm), evitando infiltrações por capilaridade.

Seu assentamento pode ser feito com argamassa de terra (a mesma utilizada na produção) e requer especial cuidado: uniformidade nas espessuras e

prumicidade nos fechamentos. Com as paredes prontas, as mesmas devem ser lixadas e, se necessário, preparadas para receber revestimentos.

As instalações podem ser aparentes ou embutidas em tijolos especificamente projetados para receber as tubulações e eletrodutos. No caso de sistema misto, nas conexões entre parede e estrutura, um tratamento com material flexível deve ser feito para prevenir fissurações na alvenaria.

## 2.6. Oportunidades tecnológicas

Dentre todas as características das construções com terra apontadas anteriormente, bem como das específicas do adobe proposto na pesquisa de Faria, algumas são retomadas nesse item. Procurou-se, inicialmente, a identificação das principais características e a sistematização de informações, para a posterior análise. A avaliação de cada uma delas pode configurar vantagens competitivas do adobe produzido com macrófitas aquáticas, visando sua implementação em uma sociedade com objetivos sustentáveis.

Nesse contexto, quando a difusão de uma tecnologia tem determinadas justificativas ou objetivos, ela deve dar essa resposta à sociedade. Entretanto, é essencial que se verifique as condições nas quais possíveis oportunidades tecnológicas possam ser consideradas vantagens competitivas, potencializando esse retorno (figura 16).

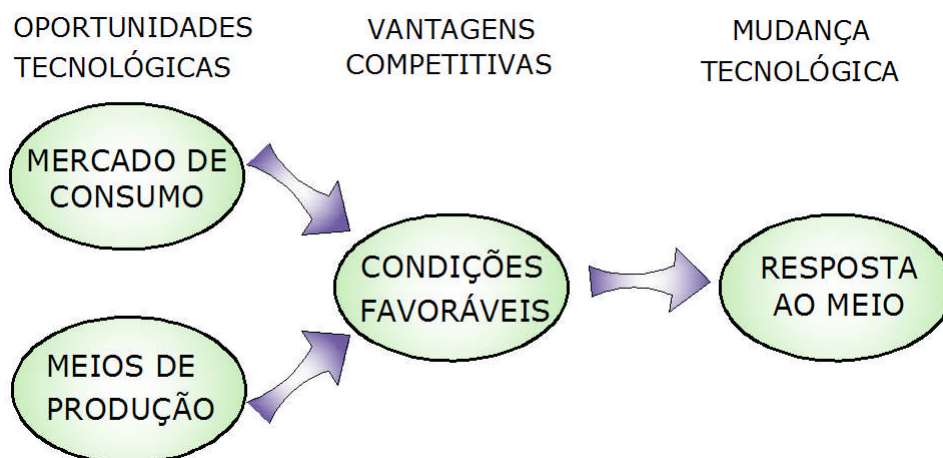


Figura 16: Consolidação de oportunidades tecnológicas. Fonte: autora.

No capítulo anterior foram abordadas, de um modo geral, as principais variáveis dentro do processo de inovação. Alguns itens foram classificados como variáveis internas (tecnologia), outros como variáveis externas (meio). Neste capítulo, as “variáveis internas” foram reformuladas de forma a contemplarem as especificidades da tecnologia (adobe produzido com macrófitas aquáticas) e, dentro de suas características, identificadas as condições nas quais as supostas oportunidades tecnológicas possam ser julgadas vantagens competitivas, facilitando a inovação.

Para realização dessa pesquisa, supôs-se que o conforto higro-térmico promovido pela tecnologia e suas qualidades ambientais (menor gasto energético, redução na geração de entulho e reciclabilidade, por exemplo) seriam diferenciais perante os potenciais usuários. Também se presumiu que sua simplicidade (fácil aprendizagem) e semelhança com tecnologias tradicionais (tijolos comuns) poderiam facilitar a absorção e que a aquisição das matérias primas necessárias para sua produção não configurava um obstáculo. Contudo, permaneceu grande a incerteza quanto à opinião do usuário perante o novo produto – diante do preconceito existente. O quadro abaixo estabelece condições sob as quais os hipotéticos diferenciais da tecnologia poderiam ser confirmados:

| TECNOLOGIA DO ADOBE PRODUZIDO COM MACRÓFITAS AQUÁTICAS |  |   |   |
|--|--|---|---|
|  | OPORTUNIDADES TECNOLÓGICAS                             | CONDIÇÕES FAVORÁVEIS  | RESPOSTA PARA O MEIO/ SOCIEDADE             |
| Vantagens competitivas para utilização pelo usuário    | Qualidades Ambientais                                  | Preocupação do usuário  | Baixo gasto energético;                     |
|  | Regulação Térmica/Higroscópica                         | Condições climáticas  |   |
| Vantagens competitivas para produção pelo setor        | Baixa concorrência                                     | Grau de semelhança com tecnologias existentes e nº de empresas no setor | Utilização do excedente de macrófitas;      |
|  | Possibilidade de criação de novo mercado ou nicho      | Procura pelo mercado e/ou aceitação do usuário                          | Diminuição dos impactos gerados pela I.C.C; |
|  | Acessibilidade tecnológica e facilidade de absorção    | Baixa resistência Institucional   | Geração de emprego e renda;                 |
|  | Baixo Custo de Transporte e aquisição de matéria prima | Disponibilidade de matéria prima  |   |



**Quadro 5.** Condições para consolidação de oportunidades tecnológicas.

A partir dessa abordagem, foram definidos os itens a serem estudados na verificação das condições de inovação para o adobe produzido com macrófitas aquáticas, dentro da realidade sócio-cultural, física e econômica da região. Este segundo quadro aponta os critérios utilizados na análise, a ser mostrada no capítulo quatro:

| INOVAÇÃO TECNOLÓGICA - VARIÁVEIS INTERNAS |  |
|---|--|
| Meio sócio-cultural                       | <p>Aceitação do usuário ou busca por tecnologias alternativas</p> <p>Preocupação com as qualidades ambientais dos materiais de construção civil</p>      |
| Meio econômico                            | <p>Resistência institucional do setor</p> <p>Grau de semelhança com tecnologias existentes</p> <p>Quantidade de empresas com tecnologias semelhantes</p> |
| Meio físico                               | <p>Condições climáticas locais que induzam à utilização da tecnologia</p> <p>Disponibilidade de matéria prima</p>  |

**Quadro 6.** Variáveis externas das condições para inovação a serem avaliadas na pesquisa.



## **ESTUDO DE CASO**

---

### **3. PALMAS**

#### **3.1. Caracterização da área de estudo**

Resultado da emancipação do antigo norte goiano, o mais novo Estado brasileiro foi criado. Com uma área de 277.297 Km<sup>2</sup> e assumindo o décimo lugar em extensão territorial no Brasil, o Tocantins é o terceiro maior na região norte.

Desde então, sua população vem registrando um substancial crescimento e Palmas, a capital, tem recebido pessoas de diversas partes do Brasil. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), entre os anos de 91 e 96, a Capital cresceu 28,7% ao ano, superando Brasília (DF), que ficou na faixa de 22% nos primeiros anos de criação. No ano de 2004, o órgão estimava que o crescimento estivesse em torno de 15% ao ano.

No seu período inicial de organização, o centro político administrativo permaneceu na cidade de Miracema, enquanto se construía o definitivo. O período entre a Palmas política oficial e a Palmas urbanística compreendeu o mandato do primeiro governador do Tocantins, José Wilson Siqueira Campos (1989-1991), no qual se incluiu a construção da cidade. Para Silva (2002), este foi o momento de maior efervescência na esfera de decisões político-administrativas, quando ocorreram a estruturação administrativa inicial do Estado e a polêmica sobre a instalação da capital.

Com a obtenção da aprovação em Brasília, as discussões políticas foram reorientadas para outra problemática e se restringiram ao âmbito das fronteiras internas. A decisão, naquele momento, era a escolha da capital provisória, que deveria se adequar à nova função, obedecendo a determinados critérios. As três cidades consideradas com potencial à condição de capital provisória foram Porto Nacional, Araguaína e Gurupi. No entanto, a escolha recaiu sobre

Miracema do Norte<sup>3</sup>, que exerceu essa função até a transferência da capital para Palmas.

Em seguida, o governador Siqueira Campos contratou os urbanistas do Grupo Quatro<sup>4</sup> de Goiânia e determinou que os estudos de escolha do local da implantação seriam feitos nos limites de um quadrilátero de 90 x 90 Km, por ele traçado, tendo como único critério a centralidade geográfica no Tocantins.

A decisão da escolha do sítio não era exclusivamente técnica. Dessa forma, além dos trabalhos dos técnicos, a Assembléia legislativa organizou uma comissão multidisciplinar que, através de viagens aéreas e reuniões, aprovariam a área adequada para a construção da capital.

Finalmente, uma área próxima ao Rio Tocantins foi recomendada pela Assembléia, concedendo-se ao governador o poder sobre a precisão exata do local. Em decorrência de um acordo político, tanto a atribuição dos parlamentares não foi desrespeitada, quanto a vontade do governador deixou de prevalecer. Silva (2002) comenta que a adequabilidade da localização de Palmas foi o tema mais consensual entre os políticos, havendo uma concordância quase total sobre os resultados positivos da escolha para o estado como um todo.

O sítio onde foi edificada a nova capital do Tocantins localiza-se na região de Canelas, no centro geográfico do Estado do Tocantins, entre a Serra do Carmo e do Lajeado. Três ribeirões no sentido leste-oeste, que nascem no pé da Serra do Lajeado, atravessam a área, estabelecendo uma zona de proteção ambiental e preservando a vegetação do cerrado e a mata ciliar. Margeando a cidade, o Rio Tocantins.

---

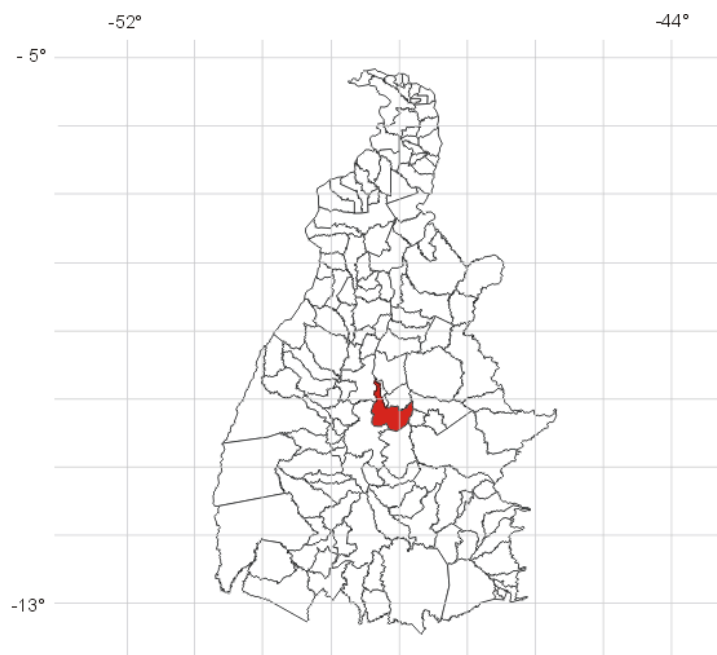
<sup>3</sup> A escolha de Miracema para sede provisória coube ao presidente José Sarney. Optando por uma cidade que estava alheia à disputa para sediar a capital, evitava-se qualquer resistência maior à transferência para a capital definitiva.

<sup>4</sup> O Grupo Quatro, formado em 1971 por Fernando Cruvinel, Walfredo Antunes, Walney Aguiar e Solimar Damasceno, foi um dos maiores escritórios de arquitetura de Goiás no período. Na época, Cruvinel era titular da firma e, associado a Antunes, foram responsáveis pelo projeto urbanístico de Palmas.

**Tocantins**

(divisão por municípios)

■ Palmas

**Tocantins**

(Hidrografia)

■ Palmas

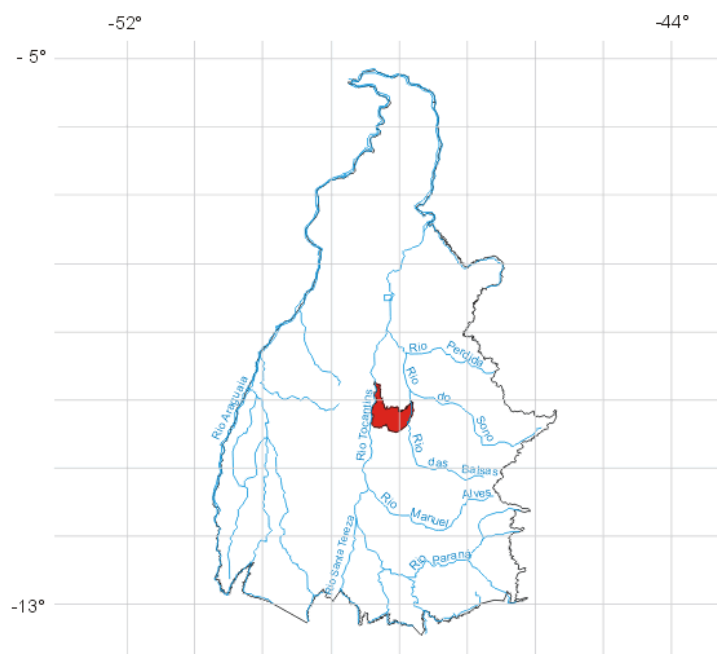


Figura 17: Mapas da Divisão político-administrativa e Hidrografia (IBGE, 2008)

O novo estado apresenta hoje 139 municípios e uma população de 1.243.627 habitantes, distribuídos na área urbana e rural (IBGE, 2008). Suas cidades são todas de pequeno porte, sendo Araguaína a mais populosa.

Os principais municípios são: Araguaína (115.759 hab.), Gurupi (71.413 hab.), Porto Nacional (45.289 hab.), Paraíso do Tocantins (40.290 hab.), Miracema do Tocantins (19.683 hab.) e a capital Palmas, com uma população de 178.386 habitantes (IBGE, 2008).



Figura 18: Mapa do Tocantins com seus municípios (IBGE, 2008)

Silva (2002) lembra que, com a criação do estado do Tocantins e implantação da cidade de Palmas, pela Constituição Federal, ocorreu uma mudança abrupta na intensidade de uso das terras do antigo norte goiano. O fato ocorreu, sobretudo, na região central do estado, caracterizada até então pela baixa densidade demográfica, pelo predomínio da pecuária extensiva como principal atividade econômica e por uma infra-estrutura de transportes e energia elétrica deficiente.

A nova cidade foi planejada para que pudesse, em médio prazo, além de abrigar a estrutura administrativa estatal, também servir como ponto de integração da infra-estrutura de energia elétrica e de transportes (aéreo, rodoviário, ferroviário e fluvial). Previu-se a instalação, no seu entorno, de projetos envolvendo principalmente o agronegócio, com produção de grãos e fruticultura tropical, além do estímulo ao ecoturismo.

Com a possibilidade de melhoria da qualidade de vida, emprego e renda proporcionada pelo crescimento da máquina administrativa e pela implantação da infra-estrutura urbana, aliadas à expansão da cidade, muitas pessoas

oriundas do interior do Tocantins e de outros estados optaram por fixar residência em Palmas. Esse fato consolidou um perfil municipal característico das cidades construídas (não resultantes de formação natural), no qual a identidade do local é resultante de várias culturas e onde não se percebe uma tradição bem definida.

Dentre as cidades planejadas no Brasil para serem capitais de estado, Palmas é a mais nova e a menos populosa. Como foi mostrado, estimativas do IBGE em 2007 indicam uma população de 178.386 habitantes.

A cidade é diferenciada pelo seu planejamento e caracterizada pela preservação de áreas ambientais. Denominada, nos discursos políticos, capital ecológica do Brasil, tem recebido inúmeros incentivos para a ênfase de suas qualidades de centro geográfico, político e, enfim, de pólo de desenvolvimento sustentável (SILVA, 2002). Localiza-se em uma planície, entre as Serras do Carmo e do Lajeado, às margens do lago represado com a formação da Usina Hidroelétrica (U.H.E) Luís Eduardo Magalhães, a UHE Lajeado, que foi concluída no ano de 2001.

### **3.2. A formação do lago e o surgimento das macrófitas**

A Usina Hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães - Lajeado foi construída pela Investco S.A., consórcio formado pelo Grupo REDE, EDP, CEB e CMS Energy. Dentre os projetos hidrelétricos do País - a UHE Lajeado foi construída em tempo recorde - apenas 39 meses - constituindo-se num marco do Setor Elétrico: o maior empreendimento de geração realizado pela iniciativa privada no Brasil (INVESTCO, 2007).

Em julho de 1998, ocorre o lançamento da pedra fundamental da usina, marcando o início das obras, e é celebrado o acordo para a participação da Eletrobrás no empreendimento. Em outubro do mesmo ano, é concluída a primeira fase do desvio do Rio Tocantins. Já em setembro de 2001, iniciou-se o enchimento do reservatório, que teve seu término em fevereiro de 2002. O acionamento da 1ª unidade geradora foi em dezembro de 2001.

Com a implantação da UHE Luís Eduardo Magalhães, uma grande área foi alagada. De acordo com Rodrigues (2008), o reservatório se estende por cerca de 170 km, apresentando um espelho de 630 km<sup>2</sup>. O alagamento implicou no desaparecimento das praias naturais do Rio Tocantins (apesar da criação de algumas praias artificiais, enquanto medidas compensatórias), deslocamento da população ribeirinha, inundação de áreas extensas de produção de alimentos e florestas, além de importantes alterações no meio ambiente.



Figura 19: UHE Lajeado (INVESTCO, 2008)

Com a formação do reservatório, o regime hídrico sofreu mudanças em suas características, passando de um sistema lótico (águas correntes como: rios, riachos e corredeiras) para lântico (águas com movimentos lentos como: lagos e reservatórios), além de ser fertilizado com o material submerso, ocasionando a eutrofização. Em consequência, já nos anos seguintes à formação do lago, as macrófitas aquáticas começaram a surgir, preocupando a população.

Entre os anos de 2004 e 2006, foram feitos, por pesquisadores da Universidade Federal de São Carlos – SP, relatórios de inspeção nas áreas do lago com incidência de macrófitas aquáticas.



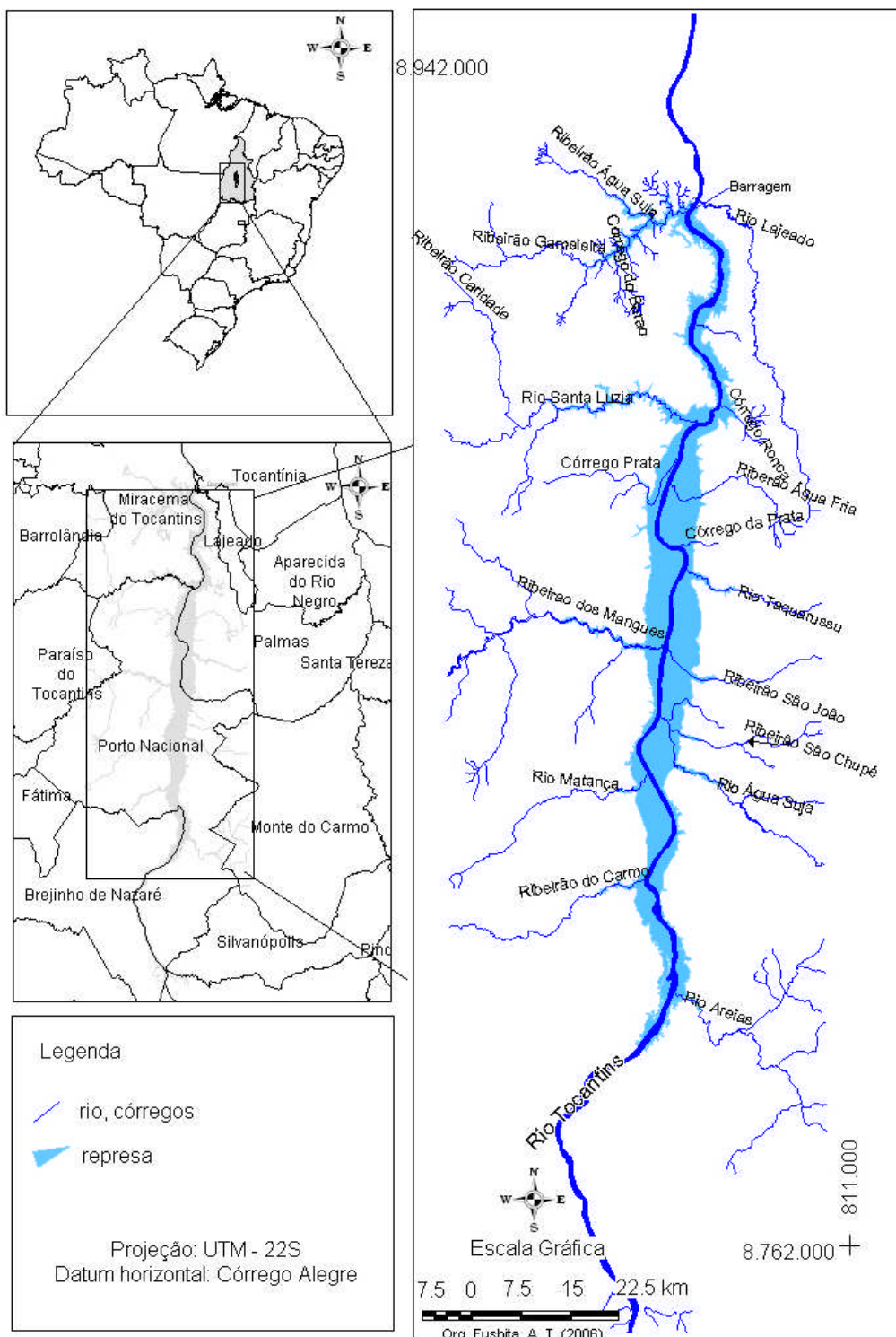


Figura 20: Localização da UHE e principais afluentes (IRINEU; SANTINO, 2006)

Nos relatórios, Irineu e Santino (2006) narram os resultados dos levantamentos de macrófitas aquáticas, que foram realizados no reservatório da UHE Lajeado (Figura 20) e tributários. Segundo eles, o primeiro inventário (junho de 2004) permitiu verificar a ocorrência de 8 táxons de plantas aquáticas. Na segunda

inspeção observou-se a ocorrência de 11 espécies/gêneros de plantas aquáticas. No terceiro inventário (junho de 2006), registraram-se as presenças de 4 espécies e em 2007, 16 táxons foram verificados.

Além de financiar as pesquisas, a empresa faz retiradas regulares dos excedentes das plantas, por meio de barcos e redes, e freqüente controle da qualidade da água.

Entretanto, a mídia e a população insistem na cobrança de maiores iniciativas dos agentes envolvidos, acreditando serem as espécies tóxicas. Com relação a uma das matérias jornalísticas publicadas, intitulada “Plantas aquáticas voltam a preocupar” (Jornal do Tocantins, 21 de fevereiro de 2005), Irineu e Santino (2005) esclareceram que:

*“(...) o que se pode observar no reservatório da UHE Lajeado são apenas as macrófitas aquáticas e não as cianofíceas, visto que estas últimas são algas microscópicas. Portanto, relatos da população sobre a observação de cianofíceas no lago são inverossímeis se os observadores não tenham utilizado um microscópio e se não possuírem conhecimento das formas destes organismos. Há que ressaltar, ainda, que as cianofíceas ocorrem normalmente neste reservatório, no entanto, as densidades destes organismos são baixas (não ultrapassando 5000 cel ml<sup>-1</sup>, registrado em setembro de 2004), estão dentro do limite estabelecido pela resolução CONAMA 357/05 (ENGEBIO, 2005) e não se constituem como um problema de saúde pública.”*

3.3. A oportunidade da inovação tecnológica em Palmas com o adobe produzido com macrófitas aquáticas.

O adobe produzido com macrófitas aquáticas é uma nova tecnologia, pode ser produzido com matéria prima e mão-de-obra locais, sua manufatura despande energia quase nula e produz excelentes resultados estéticos e higrotérmicos. Para Palmas, pode aparecer como um material apropriado, já que o aprimoramento técnico para adequar o uso dos recursos naturais às

especificidades locais constitui um dos pilares da promoção do desenvolvimento sustentável.

A viabilização do material poderá oferecer, para clientes e usuários, uma alternativa na construção civil de tecnologia comprometida com o meio ambiente, com custo acessível e que resolva (ou amenize) a questão de conforto térmico em edificações tão importante em Palmas. Sua utilização como alternativa na construção civil possibilita uma edificação saudável e termicamente confortável, já que o clima do Estado exige eficiência ainda maior dos materiais empregados. Ademais, poderá minimizar impactos ambientais acarretados pela Indústria da Construção Civil e ainda oferecer destinação ao excedente de macrófitas.

Paradoxalmente ao estigma existente, o sistema construtivo pode representar a atenuação, para o morador, de problemas de saúde pública como a contaminação *indoor* e a ionização do ar (SILVA, 2000). Todavia, a construção com o Tijolo Brasil requer cuidados específicos, e deve ser realizada por profissionais qualificados, de forma a garantir segurança, durabilidade e bom acabamento estético.

Além dos benefícios ambientais e para os usuários das edificações, a produção da tecnologia poderá contribuir para a geração de empregos diretos e indiretos, além de oferecer oportunidade – qualificação e trabalho - a um número considerável de profissionais da área da construção civil e/ou interessados. O tijolo é um sistema construtivo alternativo aos convencionais, possui qualidades ambientais e a possibilidade de oferecer aos clientes uma edificação diferenciada. Dentro do conceito de sustentabilidade, a implementação da tecnologia só se justifica quando a questão social também é atendida. Por isso, sua produção deve gerar oportunidade a um grupo maior de pessoas, possibilitando crescimento econômico, inserção social e, principalmente, formando cidadãos.

## 4. CONDIÇÕES PARA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA EM PALMAS: VARIÁVEIS EXTERNAS

### 4.1. Regulação do Estado

Neste capítulo, pretende-se abordar as especificidades da região de Palmas acerca da existência e efetividade de políticas de incentivo à inovação, tanto municipais quanto estaduais. Inicialmente, são apontados aspectos legais da administração. Em segundo momento, a abordagem trata da existência e efetividade de políticas voltadas à Inovação Tecnológica

#### 4.1.1. Postura quanto às Inovações e existência de medidas

Dentro da legislação municipal, a Lei nº 1365, de 1º de março de 2005, dispõe sobre a organização e estrutura administrativa do Poder Executivo do Município de Palmas e, entre outras providências, confere que:

*“§ 5º Compete à Coordenação de Ciência, Tecnologia e Cooperação Internacional:*

*I - elaborar e implementar a política de ciência e tecnologia do município;*

*II - estimular o processo de inovação tecnológica no município;*

*III - promover o apoio às incubadoras de base tecnológica e outros mecanismos de apoio ao desenvolvimento tecnológico;*

*IV - estimular o desenvolvimento científico entre as crianças e os jovens;*

*V - prestar apoio técnico e administrativo ao Conselho Municipal de Ciência e Tecnologia;*

*VI - coordenar e elaborar estudos e projetos necessários para a obtenção de financiamentos e promover a captação de recursos externos às finanças municipais, tendo como objetivo a viabilização de projetos definidos pela Administração Municipal, a partir da identificação de fontes de financiamento nacionais e internacionais;*

*VII - estabelecer e coordenar a política de intercâmbio e cooperação multilateral e bilateral com cidades, instituições e Organizações Não Governamentais (ONG's);*

*VIII - elaborar e executar políticas de projeção internacional da cidade para desenvolver políticas de cooperação com outras cidades do mundo;*

*IX - outras atividades nos termos do regimento.”*

Entretanto, não foram encontradas demais referências municipais sobre leis, decretos ou portarias, que tratassem de inovação, ciência ou tecnologia. Também não há restrições no código municipal de obras (Lei 45/90) com relação às alvenarias serem em terra crua.

Já no âmbito legislativo estadual, as menções sobre o tema se limitam à Lei nº 1.664, de 22 de fevereiro de 2006, que dispõe sobre o Conselho Estadual de Ciência e Tecnologia e o Fundo Estadual de Ciência e Tecnologia.

Em seu primeiro artigo, a lei define as competências do Conselho Estadual de Ciência e Tecnologia. Neste trecho da deliberação, ela faz alusão à política científica estatal, podendo promover inovações de natureza semelhante à abordada no presente trabalho, de desenvolvimento local sustentável, conforme transcrito a seguir:

*“Art. 1º. O Conselho Estadual de Ciência e Tecnologia – CECT, órgão colegiado superior, criado pela Constituição do Estado do Tocantins, vinculado à Secretaria de Ciência e Tecnologia do Tocantins, tem por finalidade formular as diretrizes e promover a execução da política de ciência e tecnologia estadual, observados os seguintes princípios:*

*I - tratamento prioritário à pesquisa científica básica e à **difusão de tecnologias adequadas ao desenvolvimento do Estado do Tocantins**, tendo em vista o bem público e o progresso da ciência;*

*II - pesquisa tecnológica voltada, preponderantemente, para a **solução dos problemas regionais** e para o desenvolvimento produtivo do Estado;*

*III - formular e aperfeiçoar recursos humanos para a pesquisa científica e tecnológica, apoiados, principalmente, na concessão de bolsas, aos que a ela dão início, e condições especiais de trabalho, àqueles que dela se ocupam;*

*IV - a política científica e tecnológica respeita:*

**a) a recuperação do meio ambiente;**

**b) a vida e a saúde;**

**c) o aproveitamento racional não-predatório dos recursos naturais;**

**d) os valores culturais do povo”** (TOCANTINS, Lei nº1.664, 2006. Grifo da autora).

No que se refere ao Fundo Estadual de Ciência e Tecnologia, cabe salientar que, segundo a lei, é destinado ao atendimento de despesa total ou parcial com:

*“I - programas e projetos de pesquisa;*

*II - qualificação de recursos humanos;*

*III - edição de obras científicas;*

*IV - realização de seminários, congressos, encontros e outros eventos de natureza tecnológica e científica.”* (TOCANTINS, Lei nº1.664, 2006)

Sendo assim, pode ser um recurso favorável às pesquisas visando o desenvolvimento e aprimoramento tecnológico de materiais próprios da construção civil.

## **4.2. Instituições, Programas e Agências de Fomento**

### **4.2.1. Programas locais**

A Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Ciência e Tecnologia tem suas atividades de ciência e tecnologia limitadas à implantação de projetos de inclusão digital, voltados às comunidades da zona rural e zona urbana mais distante do centro da cidade (PALMAS, 2008).

Contudo, uma ação voltada aos empreendedores de tecnologia de informação, biotecnologia, telecomunicações, empresas tradicionais e novos materiais apóiam a criação de empreendimentos competitivos, através da geração de processos inovadores e inserção no mercado de produtos que atendam às demandas da sociedade.

Neste sentido, a Secretaria de Desenvolvimento Econômico da Prefeitura Municipal mantém uma Incubadora de Empresas (IEP), que oferece cursos voltados para empresários formais do comércio e indústria da capital e, em parceria com a IEP/CEULP Ulbra (Centro Universitário Luterano de Palmas), seleciona novos empreendimentos de base tecnológica que farão parte do programa.

A IEP (2008) informa que, após ingressarem no projeto, mediante seleção, os empreendedores podem disponibilizar de apoio por um período médio de doze meses (que pode ser prorrogado), com um ínfimo valor mensal. Em geral, esse apoio envolve espaço físico, infra-estrutura de comunicação, assessoria e consultoria especializada em áreas estratégicas, acesso a recursos humanos e físicos da Instituição de Ensino envolvida, entre outras vantagens.

Bermudez (2000), em abordagem sobre incubadoras de empresas, enfatiza que “este conjunto de apoios permite não só a aceleração do processo como a solidez necessária para o ingresso no mercado altamente competitivo nas áreas inovadoras”.

Além da Incubadora, algumas das políticas são voltadas à implantação de novas empresas e indústria, através de incentivos fiscais. Entre elas estão o PROINDÚSTRIA e o PROSPERAR.

Criado com o objetivo de promover a interiorização da atividade industrial, a geração de emprego e renda, o estímulo à utilização e à transformação de matéria-prima local, o uso sustentado dos recursos naturais e a gradativa desoneração da produção, o PROINDÚSTRIA concede desconto e formas de isenção sobre o ICMS na aquisição de matéria-prima e insumos e nas operações internas, inclusive nas destinadas a órgãos públicos.

Além disso, as empresas enquadradas no PROINDÚSTRIA podem obter um benefício adicional de assistência financeira, para capital de giro e investimentos fixos, que corresponde a 50% do ICMS pago, em projetos considerados de interesse estratégico para o Estado.

Com desígnio semelhante, o PROSPERAR também é um programa de apoio a atividades econômicas que promovam o desenvolvimento agropecuário, industrial, comercial e turístico. O incentivo ocorre através do financiamento, redução ou isenção do ICMS que incide sobre a produção dessas empresas, sobre a compra de equipamentos e bens de capital ou sobre o consumo de serviços como telecomunicações e energia elétrica.

Com relação à Ciência, Tecnologia e Inovação, o governo do estado mantém projetos, envolvendo instituições de ensino, no sentido de associar pesquisa, desenvolvimento e educação ao processo de desenvolvimento. Um deles é o “Projeto Estruturante – Fortalecimento de Estruturas de Ciência, Tecnologia e Inovação no Estado do Tocantins”.

O auxílio é fornecido a projetos das áreas de meio ambiente, saúde, agropecuária e educação, vinculados às entidades de ensino parceiras. São elas: Universidade Federal do Tocantins, Fundação Universidade do Tocantins e Centro Universitário Luterano de Palmas.

Outras possibilidades são o “Projeto PPP – Programa Primeiros Projetos” que auxilia pesquisadores no Estado do Tocantins, pelo financiamento de projetos de pesquisadores doutores, vinculados a instituições públicas de ensino e pesquisa e o “Programa DCR – Desenvolvimento Científico Regional”, que visa atrair e fixar doutores em instituições públicas e privadas de ensino superior e pesquisa no Tocantins.

Além das alternativas de políticas públicas locais, o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas do Tocantins (SEBRAE – TO), também atua efetivamente no processo de desenvolvimento tecnológico. A instituição opera a favor do desenvolvimento, competitividade e aperfeiçoamento técnico dos empreendimentos, sejam elas industriais, comerciais, agrícolas ou de serviços.



A entidade associativa de direito privado, sem fins lucrativos, oferece capacitação aos futuros empreendedores, presta consultoria sobre ações gerenciais (estratégicas e de planejamento), promove concursos, estimulando o desenvolvimento tecnológico e iniciativas de negócios.

No mês de agosto, por exemplo, a instituição (SEBRAE nacional) agenciou a Feira do Empreendedor em um circuito de doze cidades brasileiras, inclusive Palmas. O evento promove vendas, divulgação de novos produtos e serviços, palestras e cursos, entre outras atividades de empreendedorismo.

#### 4.2.2. Agentes Financiadores

Diversas linhas de crédito e incentivos tributários estimulam os empreendedores privados com interesse na implantação ou ampliação de investimentos no Estado do Tocantins. As linhas de financiamento contam com recursos do Fundo Constitucional de Financiamento do Norte (FNO), Fundo de Investimento da Amazônia (FINAM), do Governo do Tocantins e do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES).

As linhas de crédito do FNO e do FINAM, operadas pelo Banco da Amazônia, são dirigidas a diversos setores produtivos e têm condições especiais de prazo, abrangência, carência e juros.

Além disso, o Governo do Estado criou mecanismos próprios, como a Agência de Fomento do Estado do Tocantins S/A. A autarquia é uma instituição financeira, não bancária, criada com a Lei Estadual nº 1.298, de 22 de fevereiro de 2002. A “FomenTO”, como é chamada, tem por objeto social o financiamento de projetos de desenvolvimento, exclusivamente, no Estado do Tocantins, e que promovam benefícios econômicos e/ou sociais às áreas de sua influência, em consonância com o Plano do Governo e levando em consideração as necessidades e potencialidades locais.

Para empreendimentos de pequeno porte, a Prefeitura Municipal subsidia o “Banco do Povo”, que disponibiliza microcrédito aos empreendedores. Com três anos de funcionamento, a entidade pode prestar auxílio especialmente àqueles

que não têm acesso a outras fontes de recursos, promovendo assim, a geração de trabalho, renda e inclusão social.

### **4.3. Infra-Estrutura Educacional, de Pesquisa e Desenvolvimento**

#### **4.3.1. Formação de profissionais**

A cidade de Palmas, devido a sua condição de capital de Estado, conta com uma expressiva infra-estrutura de ensino, pesquisa e desenvolvimento. Entre organizações públicas e privadas, o setor oferece multiplicidade em cursos superiores de graduação e pós-graduação, programas de pesquisa e extensão, denotando diferentes feições na esfera da educação municipal. Ou seja, por sua pluralidade, inexistente um perfil determinante de focos de atuação.

No domínio, existem seis unidades de ensino entre as principais instituições. Entretanto, não são todas que expõem efetiva interação com o contexto social – atravessando os limites de, ‘unicamente’, formar profissionais - nem tampouco efetuam ações nesse âmbito.

Dentre os membros do sistema educacional, temos: a Universidade Federal do Tocantins (UFT); a Escola Técnica Federal de Palmas (ETF-TO); o Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA); a Faculdade Católica do Tocantins; o Instituto de Ensino e Pesquisa Objetivo (IEPO) e a Fundação Universidade do Tocantins (UNITINS).

Algumas delas têm desempenho marcante na região de Palmas. Todavia, na fundamentação desta pesquisa, é inerente a abordagem de institutos em cujos perfis haja proximidade com a Construção Civil. Fato que, certamente, evidencia convergências com o objeto de análise.

Nesse escopo, com cursos atrelados à Construção Civil, estão o CEULP/ULBRA, com graduação em Engenharia Civil; a UFT, Arquitetura e Urbanismo; ETF-TO, com os cursos Técnico em Edificações e Superior Tecnológico em Construção de Edifícios.

#### 4.3.2. Produção de conhecimento

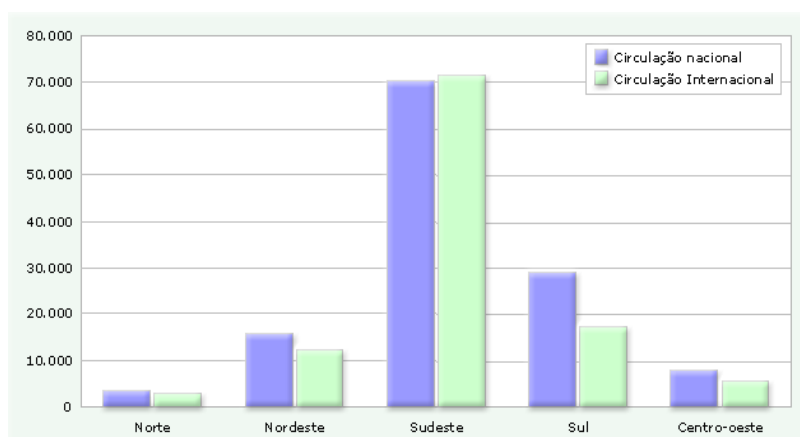
Na distribuição percentual do dispêndio nacional destinada à execução e financiamento de pesquisa e desenvolvimento, 38,4% é destinado o ensino superior e 40,2% para empresas (MCT, 2006). Embora os resultados gerados pelos gastos, em produção científica, sejam significativos dentro do cenário brasileiro, há uma nítida disparidade entre a região norte e as demais regiões do país – tanto nos investimentos, quanto na produção científica regional.

**Tabela 2.** Brasil: Dispêndios dos governos estaduais em Ciência e Tecnologia (C&T) (não inclui estimativa de gastos com a pós-graduação), por regiões e unidades da federação, 1997-2006

| Grandes regiões e Unidades da Federação | 2003 R\$ 1000    | 2004 R\$ 1000    | 2005 R\$ 1000    | 2006 R\$ 1000    |
|---|------------------|------------------|------------------|------------------|
| <b>Total</b>                            | <b>1.607.300</b> | <b>2.050.801</b> | <b>2.062.058</b> | <b>2.254.471</b> |
| <b>Norte</b>                            | <b>35.144</b>    | <b>40.349</b>    | <b>67.517</b>    | <b>122.696</b>   |
| Acre                                    | 8.159            | 7.277            | 11.642           | 22.260           |
| Amapá                                   | 3.814            | 2.774            | 3.553            | 3.553            |
| Amazonas                                | 10.187           | 23.482           | 34.357           | 72.234           |
| Pará                                    | 8.607            | 3.975            | 4.551            | 7.438            |
| Rondônia                                | 1.272            | 1.659            | 2.143            | 1.761            |
| Roraima                                 | 520              | 98               | 448              | 448              |
| Tocantins                               | 2.584            | 1.084            | 10.824           | 15.002           |
| <b>Nordeste</b>                         | <b>266.307</b>   | <b>294.564</b>   | <b>374.124</b>   | <b>396.203</b>   |
| <b>Sudeste</b>                          | <b>989.508</b>   | <b>1.297.942</b> | <b>1.133.166</b> | <b>1.248.233</b> |
| <b>Sul</b>                              | <b>294.529</b>   | <b>361.281</b>   | <b>420.769</b>   | <b>415.678</b>   |
| <b>Centro-Oeste</b>                     | <b>21.811</b>    | <b>56.665</b>    | <b>66.482</b>    | <b>71.661</b>    |

Fonte(s): Adaptado de MCT, 2006. Balanços Gerais dos Estados e levantamentos realizados pelas Secretarias Estaduais de Ciência e Tecnologia ou instituições afins.

**Gráfico 4:** Artigos completos publicados por pesquisadores em periódicos especializados de circulação nacional e internacional, por regiões - 1998-2001



Fonte: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil, Censo 2002.

No Tocantins, os investimentos têm tido gradual aumento e, em consequência, a produtividade na área de pesquisa e desenvolvimento também foi incrementada. Dados do CNPq (2008) comprovam que a produção científica no estado, entre os anos de 1998 e 2003, foi praticamente duplicada.

**Tabela 3.** Tocantins - Produção científica no Diretório de Grupos de Pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, artigos completos em periódicos e anais 1998 – 2003

| Período     | Total de autores |           | Artigos completos em periódicos especializados |           |                          |           | Trabalhos completos publicados em anais de eventos |           |
|-------------|------------------|-----------|--|-----------|--------------------------|-----------|--|-----------|
|             |                  |           | Circulação nacional                            |           | Circulação internacional |           |  |           |
|             | Pesquisador      | Estudante | Pesquisador                                    | Estudante | Pesquisador              | Estudante | Pesquisador  | Estudante |
| 1998 - 2001 | 186              | 41        | 278  | 4         | 134                      | -         | 433  | 25        |
| 2000 - 2003 | 360              | 100       | 836  | 1         | 248                      | -         | 835  | 48        |

Fonte: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) - Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil

**Tabela 4.** Tocantins - Produção científica no Diretório de Grupos de Pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, livros e outras publicações 1998 – 2003

| Período     | Total de autores |           | Livros ou capítulos de livros publicados |           |                     |           | Outras publicações bibliográficas |           |
|-------------|------------------|-----------|--|-----------|---------------------|-----------|-----------------------------------|-----------|
|             |                  |           | Livros                                   |           | Capítulos de livros |           |                                   |           |
|             | Pesquisador      | Estudante | Pesquisador                              | Estudante | Pesquisador         | Estudante | Pesquisador                       | Estudante |
| 1998 - 2001 | 186              | 41        | 25                                       | -         | 50                  | -         | 132                               | 6         |
| 2000 - 2003 | 360              | 100       | 43                                       | -         | 134                 | -         | 605                               | 82        |

Fonte: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) - Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil

**Tabela 5.** Tocantins - Produção técnica no Diretório de Grupos de Pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, produtos tecnológicos 1998 - 2003

| Período   | Total de autores |           | Produtos tecnológicos   |           |                         |           |
|-----------|------------------|-----------|-------------------------|-----------|-------------------------|-----------|
|           |                  |           | Com registro ou patente |           | Sem registro ou patente |           |
|           | Pesquisador      | Estudante | Pesquisador             | Estudante | Pesquisador             | Estudante |
| 1998-2001 | 79               | 8         | -                       | -         | 8                       | -         |
| 2000-2003 | 176              | 15        | 8                       | -         | 9                       | -         |

Fonte: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) - Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil.

Conforme quadro de investimentos sobre bolsas e fomento à pesquisa elaborado pelo CNPq em 2007, a instituição de ensino mais atendida é a

Fundação Universidade Federal do Tocantins (UFT), seguida da Universidade do Tocantins (UNITINS) e do Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA). As duas instituições públicas mostram valores crescentes entre os anos levantados.

**Tabela 6:** Investimentos realizados em bolsas e no fomento à pesquisa segundo instituição - 2001-2007

| Tocantins   | Em R\$ mil correntes |            |            |            |              |              |              |
|---|----------------------|------------|------------|------------|--------------|--------------|--------------|
|   | 2001                 | 2002       | 2003       | 2004       | 2005         | 2006         | 2007         |
| Centro Universitário Luterano de Palmas                 | 110                  |            | 15         | 52         | 144          | 63           | 68           |
| Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas de Gurupi     |                      |            |            | 27         | 5            |              |              |
| Fundação de Medicina Tropical do Tocantins              |                      |            |            |            |              | 82           |              |
| Fundação UNIRG  |                      |            |            |            | 24           | 8            | 9            |
| Fundação Universidade Federal do Tocantins              |                      |            | 105        | 212        | 787          | 929          | 2.727        |
| Governo do Estado de Tocantins                          | 8                    |            |            | 223        | 603          | 418          | 276          |
| Prefeitura Municipal de Palmas - TO                     |                      |            |            |            |              | 58           | 12           |
| Secretaria de Ciência e Tecnologia do Tocantins         |                      |            |            |            |              |              | 457          |
| Secretaria de Rec. Hidricos e Meio Amb. do Estado de TO |                      |            |            |            |              |              | 42           |
| Social Desenvolvimento Humano e Comunitário             |                      |            |            |            |              | 36           |              |
| Universidade do Tocantins                               | 227                  | 254        | 284        | 139        | 242          | 369          | 138          |
| Não informada   | 7                    | 14         |            |            |              |              |              |
| <b>Total</b>  | <b>351</b>           | <b>268</b> | <b>404</b> | <b>653</b> | <b>1.806</b> | <b>1.964</b> | <b>3.730</b> |

Fonte: CNPq/AEI, 2007

Notas: Recursos do Tesouro Nacional; Inclui recursos dos fundos setoriais;

As bolsas de curta duração foram consideradas no Fomento à Pesquisa.

(1) Bolsas no país e Fomento: UF da instituição de destino; Bolsa no Exterior: UF da instituição de vínculo ou do endereço residencial no Brasil.

#### 4.3.3. Relação com os sistemas de produção

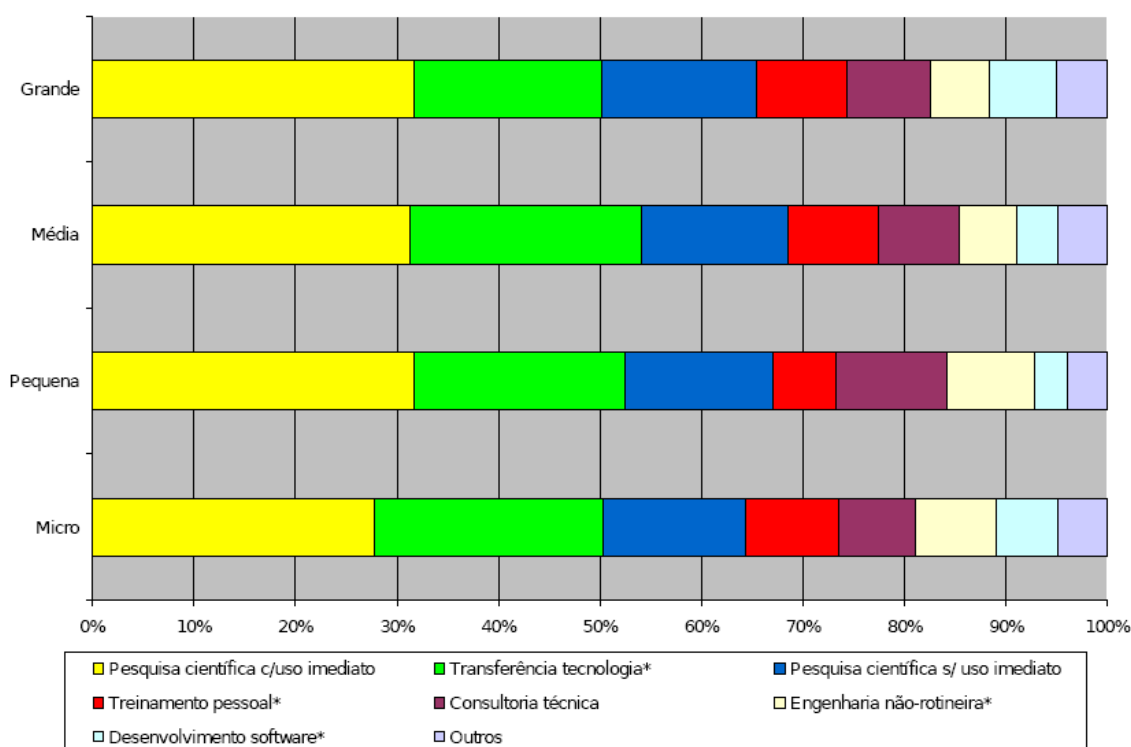
Para verificarmos a relação dos sistemas educacionais com os sistemas de produção, são poucos os indicadores. Entretanto, Rapini (2004) sugere uma metodologia de diagnóstico da cooperação universidade-empresa no Brasil a partir de indicadores do CNPq sobre grupos de pesquisa.

Nesse contexto, dados acerca dos grupos de pesquisa com relacionamento com unidades de setor produtivo, indicam que o país tem um total de 19.470 grupos, dentre os quais somente 11,05% possuem empresas interadas a eles. O Tocantins, quando tratadas as unidade da federação, aparece com 97 grupos de pesquisa e somente 6,19% deles mantêm atividades de cooperação com 8

unidades do setor produtivo (Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq, 2005).

O gráfico 5, mostra os relacionamentos mais freqüentes: em primeiro lugar está a pesquisa científica com considerações de uso imediato dos resultados (31%); transferência de tecnologia (20%) e pesquisa científica sem considerações de uso imediato dos resultados (15%). Em quarto o treinamento de pessoal (9%) e em quinto as atividades de consultoria técnica (8%). A transferência de tecnologia foi relativamente mais freqüente nas micro e médias empresas, inclusive acima da média (22,6% e 23% respectivamente). Por outro lado, as consultorias técnicas e as atividades de engenharia não rotineira foram mais significativas nas pequenas empresas, inclusive ambas mais freqüentes que o treinamento de pessoal.

**Gráfico 5.** Tipos de relacionamentos das empresas privadas e empresas públicas por tamanho, Brasil, 2004.



Fonte: Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq, Censo 2004

Na cidade de Palmas, o CEULP/ULBRA, além de participar de programas de incentivo ao desenvolvimento tecnológico (a Incubadora de Empresas da Prefeitura Municipal, por exemplo), disponibiliza bolsas de iniciação científica

aos estudantes de graduação, estimulando a pesquisa e o engajamento dos mesmos à comunidade científica. Para o curso de Engenharia Civil, a escola oferece, nas suas instalações, laboratório de construção civil voltado para o ensino, a pesquisa e a prestação de serviços à comunidade.

Na UFT, o curso de Arquitetura e Urbanismo e as atividades de pesquisa e extensão também estabelecem condições para o desenvolvimento de propostas voltadas ao desenvolvimento local, dentro da Construção Civil. As iniciativas, inclusive, podem ser apoiadas por programas do governo estadual como, por exemplo, o Programa Primeiros Projetos (Projeto PPP) ou o Programa de Desenvolvimento Científico Regional.

Com outro foco de ensino, mas ainda dentro da cadeia, a ETF-TO também é dotada de instalações e recursos humanos com potencial de atuarem como agentes estratégicos no processo de Inovação Tecnológica. Os cursos da área da Construção Civil capacitam profissionais e possibilitam pesquisas relacionadas ao setor, podendo gerar resultados benéficos à sociedade na qual estão inseridos.

Embora as Instituições sejam providas de quadro docente qualificado (especialistas, mestres e doutores) e laboratórios equipados, essas instituições, como a maioria do cenário nacional, limitam grande parte de sua produção aos ambientes acadêmicos, quebrando o ciclo indispensável na gestão da inovação tecnológica. Assim, o envolvimento das entidades como agentes estratégicos permanece aquém das possibilidades e do que se objetiva na aplicação do conhecimento, ou nas palavras de Reis (2004), na “geração do conhecimento economicamente útil”.

A infra-estrutura na cidade de Palmas existe, é de fácil acesso e aponta perspectivas favoráveis ao desenvolvimento tecnológico. Com a mobilização das competências existentes e estímulo ao trabalho cooperativo entre as instituições, recursos financeiros, aliados aos instrumentos gerenciais adequados, os sistemas podem apoiar tanto programas de desenvolvimento social, como projetos que objetivam inovações.

Contudo, as atividades voltadas à ciência e tecnologia precisam transcender os laboratórios de pesquisa e alcançar os meios de produção, determinando transformações no sentido de harmonizá-las com as demais políticas públicas.



## **5. Condições para Inovação Tecnológica em Palmas: variáveis internas**

### **5.1. Meio sócio-cultural**

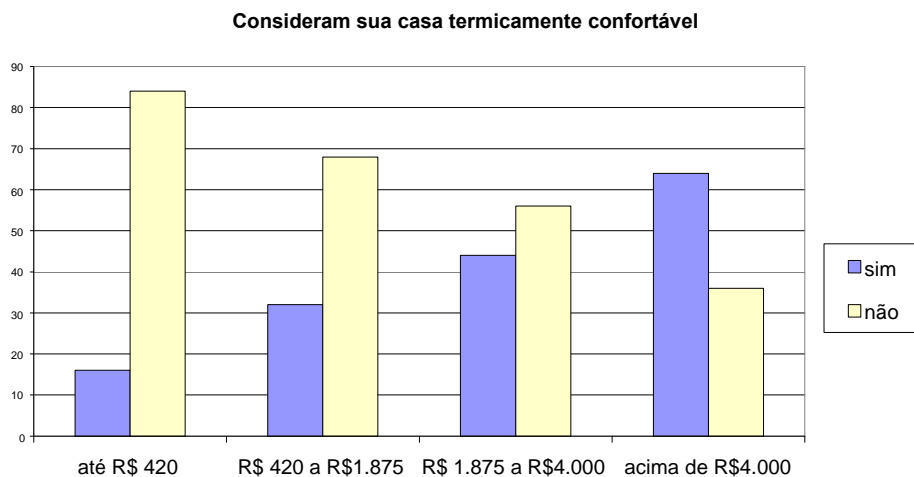
#### 5.1.1. A opinião do usuário em potencial

Em detrimento ao projeto intitulado “Cooperativa de Produção: adobe produzido com macrófitas aquáticas”, concorrente ao “Prêmio Técnico Empreendedor” do SEBRAE, foi realizada uma pesquisa de opinião com a população residente no município. PEREIRA et al. (2008) descrevem que a pesquisa tinha o objetivo de conhecer as expectativas das pessoas e clientes em potencial e, para este fim, foram aplicados um total de cem questionários, a diferentes faixas de renda familiar. Para determinação destas faixas de renda, adotou-se o padrão estabelecido pela Caixa Econômica Federal, nas suas linhas de financiamento e arrendamento. São elas: (1) renda familiar até R\$ 420, 00; (2) renda familiar entre R\$ 420, 00 e R\$ 1.875,00; (3) renda familiar entre R\$ 1.875,00 e R\$ 4.000,00 e (4) renda familiar acima de R\$ 4.000,00.

A série de perguntas abordava, desde as prioridades na escolha de um método construtivo, passando por questões relativas ao conforto térmico e qualidades ambientais, até a imagem consolidada das construções tradicionais com adobe. Durante a aplicação do questionário, foi mostrada a fotografia de uma casa (de adobe) na qual não se podia reconhecer o sistema de fechamento adotado, procurando estabelecer possíveis relações do preconceito existente com a imagem do produto.

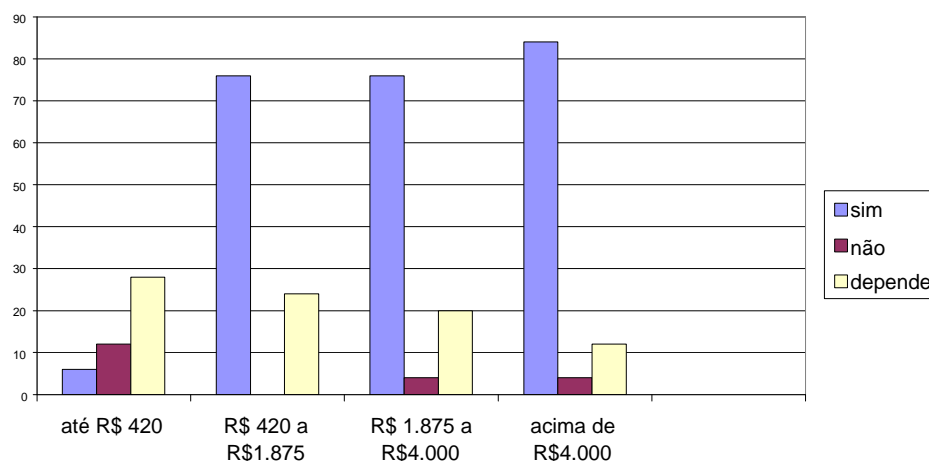
Os questionários foram respondidos, em número igual, entre as quatro faixas (vinte e cinco para cada) e os resultados integrais, expressos em gráficos, são indicados a seguir:

**Gráfico 6.** Questionamento sobre as condições térmicas das moradias das pessoas abordadas.



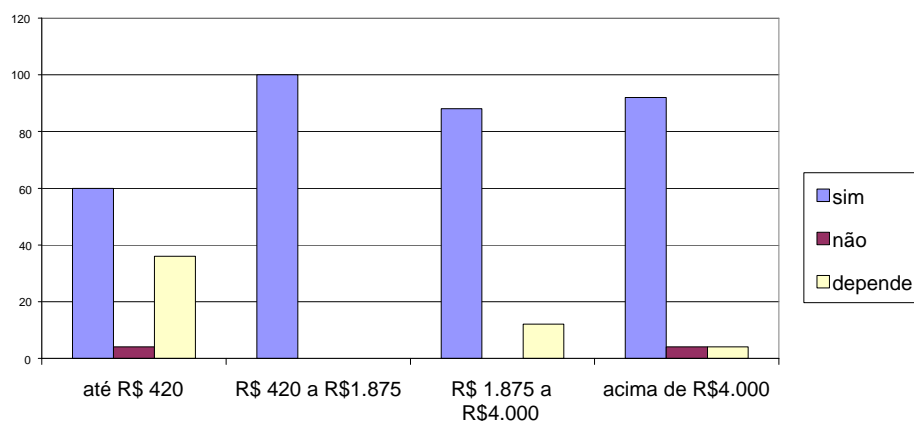
**Gráfico 7.** Questionamento sobre os fatores a serem considerados na compra ou construção de suas casas. Primeiro fator: custo.

**Ao comprar uma casa em Palmas, levaria o custo em consideração**



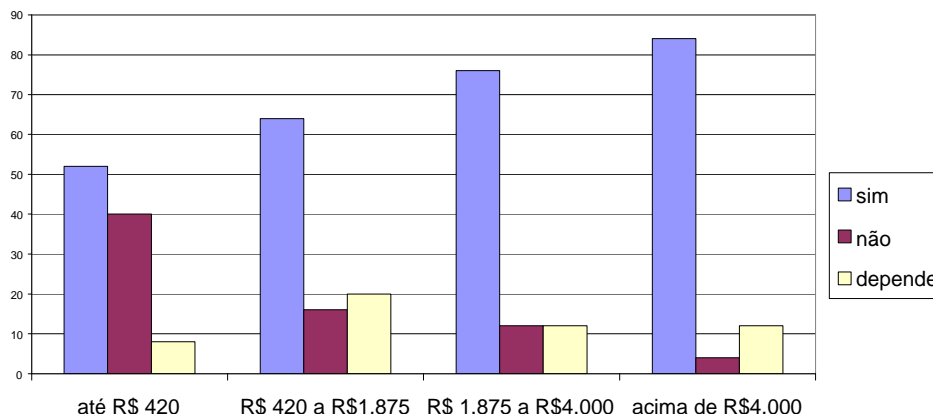
**Gráfico 8.** Questionamento sobre os fatores a serem considerados na compra ou construção de suas casas. Segundo fator: acabamento, beleza.

**Ao comprar uma casa em Palmas, levaria o acabamento e a beleza em consideração**



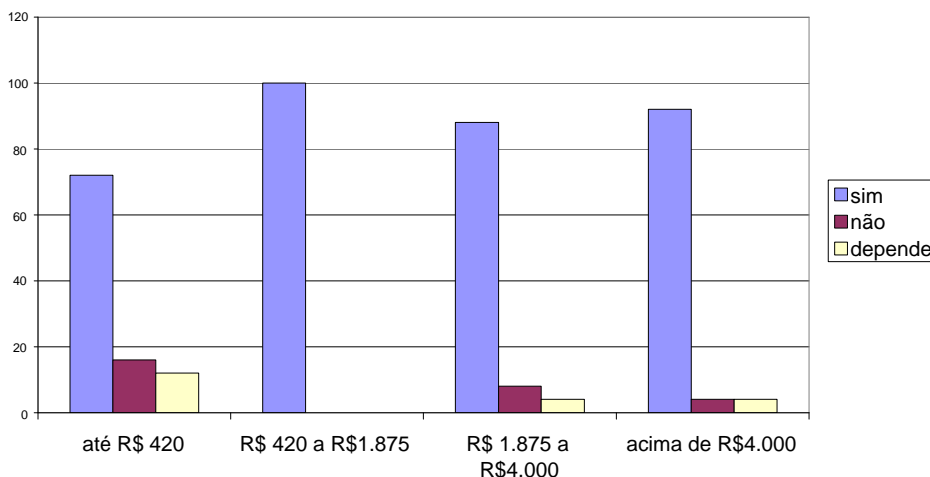
**Gráfico 9.** Questionamento sobres os fatores a serem considerados na compra ou contrução de suas casas. Terceiro fator: sistema construtivo.

Ao comprar uma casa em Palmas, levaria o sistema construtivo em consideração



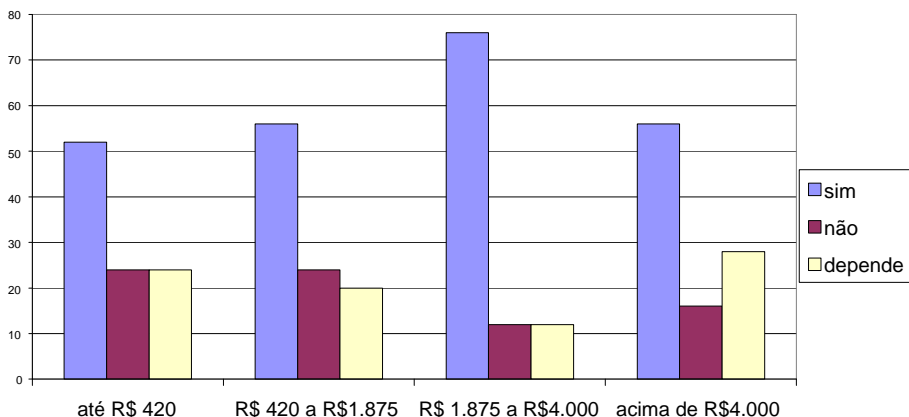
**Gráfico 10.** Questionamento sobres os fatores a serem considerados na compra ou contrução de suas casas. Quarto fator: conforto térmico.

Ao comprar uma casa em Palmas, levaria o conforto térmico em consideração



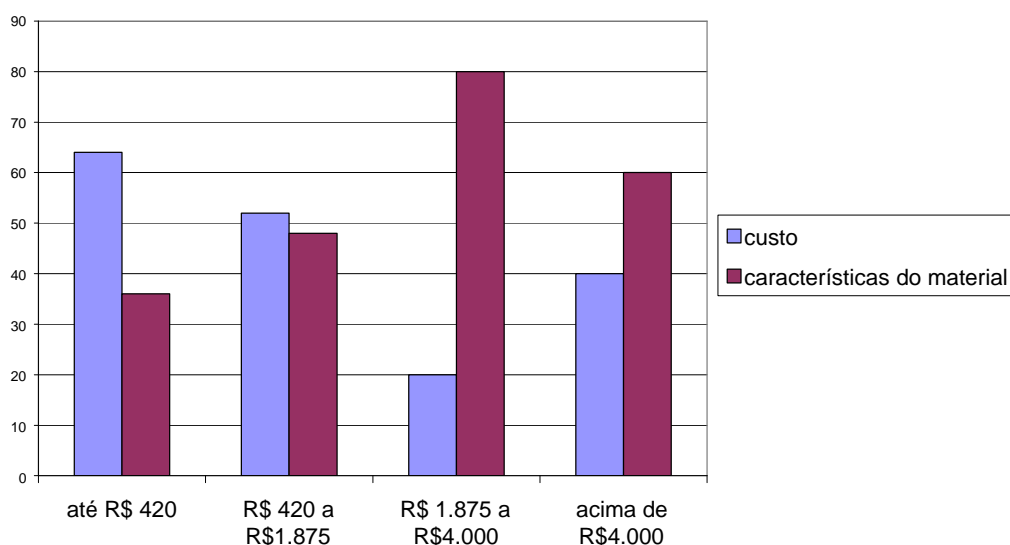
**Gráfico 11.** Questionamento sobres os fatores a serem considerados na compra ou contrução de suas casas. Quinto fator: qualidades ambientais como a utilização de materiais recicláveis, economia de energia ou menor geração de impactos.

Ao comprar uma casa em Palmas, levaria suas qualidades ambientais em consideração



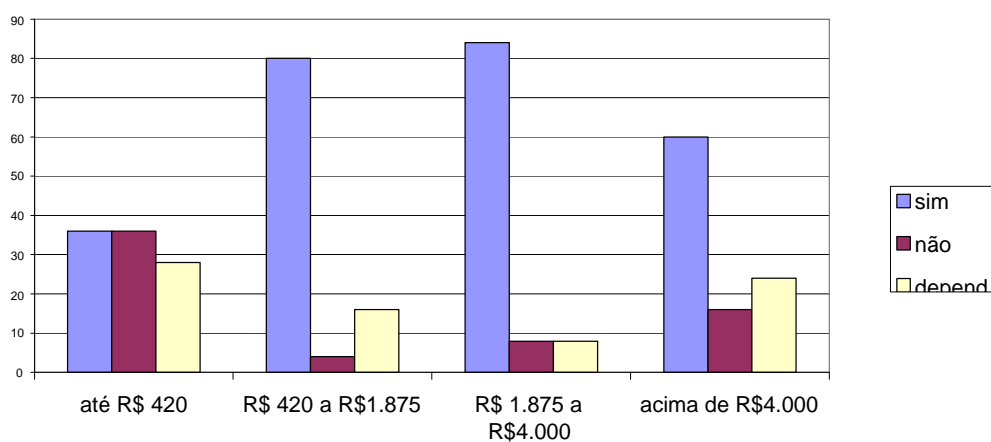
**Gráfico 12.** Questionamento acerca da importância do custo de um material de construção, em detrimento de suas características.

O que mais importa na compra de um material de construção



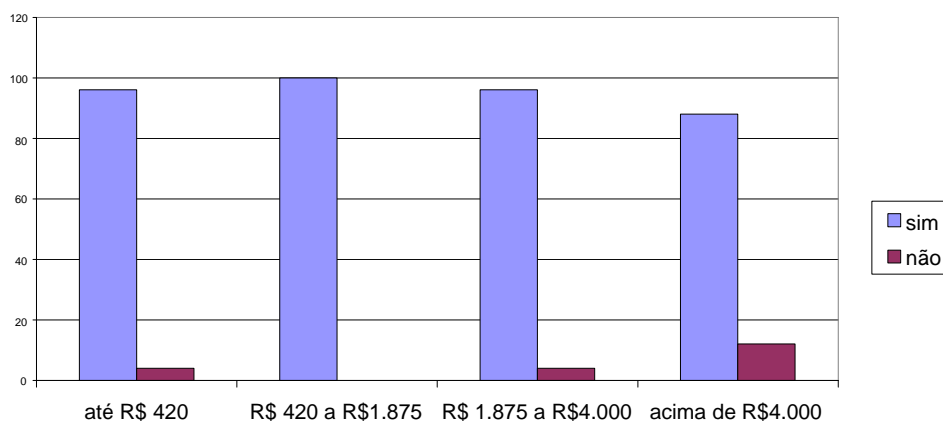
**Gráfico 13.** Questionamento acerca das opções entre materiais mais ou menos agressivos ao meio ambiente.

Na compra de um material de construção, faz diferença se ele é mais ou menos agressivo ao meio ambiente

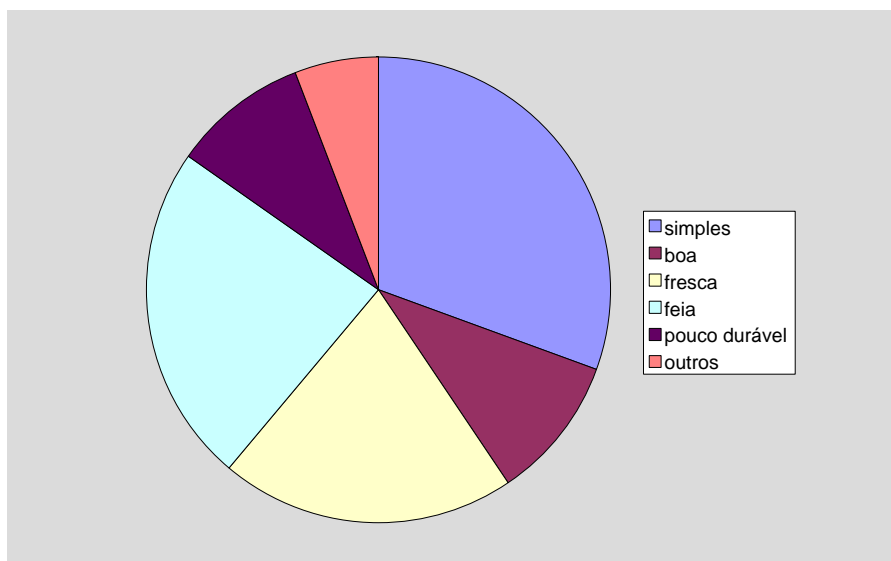


**Gráfico 14.** Opiniões sobre a opção entre morar ou não na casa apresentada em imagem.

Moraria na casa de adobe mostrada em fotografia



**Gráfico 15.** Questionamento sobre o conhecimento de casas de adobe seguida de descrições.



Na tabulação dos resultados, percebeu-se que mais de 60% dos entrevistados têm problemas de conforto térmico em suas residências. O problema parece ser ainda maior para a faixa de renda 1, onde os que reclamam de ter casas excessivamente quentes passa dos 70%. Entre os fatores mais considerados na hora de comprar ou construir um imóvel em Palmas, 74% citam o custo, 85% o bom acabamento e a beleza, 69% destacam o sistema construtivo, 88% o conforto térmico e por fim, 60% acham que as qualidades ambientais do projeto são importantes.

Embora considerem o custo na hora de comprar ou construir, dos cem entrevistados, cinquenta e seis (principalmente das faixas 3 e 4) afirmam que as características físicas do material vêm antes do custo, quando vão realizar uma compra destinada à construção civil. Além disso, a pesquisa mostrou um perfil interessante da população. Para 65% dela, faz muita diferença, na compra de um material de construção, se ele é mais ou menos agressivo ao meio ambiente.

No momento no qual a fotografia foi mostrada, quando questionados sobre morarem ou não em uma casa similar àquela, 95% respondeu que sim. Isso aponta que, quando se tem um exemplo concreto da tecnologia bem aplicada, o preconceito, antes percebido, parece desaparecer.

Os resultados mostraram claramente que as pessoas que vão construir em Palmas buscam um bom preço, bom acabamento e, principalmente, conforto térmico nas edificações. A cidade não oferece alternativas a quem busca sistemas construtivos diferenciados, que possam atender às expectativas dos usuários. Ademais, percebeu-se uma preocupação que, anteriormente, não era apontada pelas pessoas, relativas ao meio ambiente.

As construções em terra crua, de modo geral, são rejeitadas por uma porcentagem da população brasileira. Enquanto uma parcela dessa rejeição é justificada por conceitos fundamentados, outra parte é baseada em preconceito, fruto do desconhecimento das pessoas a respeito das técnicas construtivas, já que o próprio sistema de ensino das universidades sempre esteve voltado para soluções industrializadas e com outros significados.

Entretanto, a partir dos resultados, há considerações que devem ser feitas acerca de uma nova mentalidade que vem, ainda timidamente, surgindo. As preocupações com o meio ambiente e a possibilidade de se contribuir para uma forma de vida sustentável mostra, ainda que lento e gradual, um rompimento de paradigmas. As pessoas, antes determinadas nas suas escolhas individuais, parecem agora considerar novas possibilidades, mesmo que ainda não executem ações efetivas de mudança.

Durante os questionários, grande parte dos indivíduos demonstrou interesse na tecnologia do adobe proposto, fez questionamentos sobre as possibilidades, indagou se já existia alguma construtora atuando no setor. Esse ocorrido permitiu a percepção de que, maior que a questão do preconceito antes levantada, estaria um ponto tecnológico inerente ao “como adquirir” ou “como executar”, estimulada pela curiosidade e/ou por uma nova visão – que admite alternativas – contrária às implicações das técnicas convencionais.

Talvez esse seja um primeiro passo. No momento da aplicação do questionário em que foi mostrada a fotografia de uma casa (de adobe) na qual não se podia reconhecer o sistema de fechamento adotado, muitos se surpreenderam. Quando questionados sobre morarem ou não em uma casa similar àquela, 95%

respondeu que sim. Isso prova que, quando se tem um exemplo concreto da tecnologia bem aplicada, o preconceito, antes percebido, parece desaparecer.

Diante do cenário anteriormente apontado, o público alvo de um empreendimento visando a utilização da tecnologia são as pessoas físicas, em idade adulta, interessadas em construir através de um sistema construtivo diferenciado e, se possível, de menor custo. A pesquisa descrita no item anterior apontou que todas as faixas de renda familiar buscam qualidade, bom acabamento e, principalmente, conforto térmico.

Demonstrou-se que, embora a imagem de casas de adobe descritas pelos entrevistados seja atrelada à simplicidade, pobreza e mal acabamento, eles não veriam problema em ter suas construções executadas com um adobe especial (81% responderam que sim, construiria com adobe especial).

Também são potenciais clientes os que responderam ter preocupação ambiental, em número maior que 60% dos consultados.

## **5.2. Meio econômico**

### **5.2.1. Capital institucional da Construção Civil**

Atualmente, o setor produtivo da Construção Civil encontra-se em constante dinamismo e contínuo crescimento. A cidade é um grande canteiro de obras. Durante o ano de 2007, a Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano e Habitação (SEDUH) emitiu alvarás de construção para 291.622,96 m<sup>2</sup> de obras. No mesmo ano, o número de habite-se de edificações alcançou um valor de 194.093,87 m<sup>2</sup>. Entre os três primeiros meses de 2008, as áreas documentadas com alvarás de construção e habite-se foram, respectivamente, 92.007,33 m<sup>2</sup> e 58.659,00 m<sup>2</sup>.

Embora a área anual em construção seja superior a 1,6 m<sup>2</sup> por habitante, a região apresenta um déficit habitacional significativo. Parte dos materiais de construção vem de fora e, como as capitais mais próximas de Palmas são localizadas a aproximadamente 900 km de distância, seu transporte é

dificultado. Além disso, o clima tropical requer eficiência ainda maior dos materiais empregados nas edificações. Esses e outros fatores exigem, da construção civil, tecnologias apropriadas à região, que possam atender melhor suas especificidades locais.

A região é atendida por construtoras que adotam sistema construtivo convencional - concreto armado e/ou também alvenaria estrutural. A comunidade conta ainda, com os produtos fabricados na própria região, como os blocos cerâmicos (comum e estrutural). O PAIC (Pesquisa Anual da Indústria da Construção – Tocantins. IBGE, 2006) estima que o estado tenha um total de 166 empresas e mais de três mil pessoas ocupadas no setor.

Devido à ausência de oferta ou ao desconhecimento de outros sistemas ou tecnologias por parte dos usuários, as empresas atendem a todas as classes sociais da região, pessoa física e jurídica. No entanto, a sociedade é prejudicada, pois os sistemas construtivos adotados por essas empresas, no seu processo de fabricação, passam por queima do material, uma exigência do produto para a cura. Como já foi citado, isso acarreta grandes problemas ao meio ambiente. Por exemplo, o concreto é um produto não reciclável, ou seja, uma vez usado não poderá ser reaproveitado por completo.

Construtoras com maior atuação na região:

**Quadro 7.** Principais construtoras da região

| <b>CONSTRUTORAS</b> | <b>SISTEMA CONSTRUTIVO</b>             |
|---------------------|--|
| ABILITÀ             | Concreto Armado e Alvenaria Estrutural |
| COCENO              | Concreto Armado e Alvenaria Estrutural |
| DIFERENCIAL         | Concreto Armado e Alvenaria Estrutural |
| FECI                | Concreto Armado e Alvenaria Estrutural |
| FMM                 | Concreto Armado e Alvenaria Estrutural |
| M&V                 | Concreto Armado e Alvenaria Estrutural |
| MD                  | Concreto Armado                        |



|                       |  |
|-----------------------|--|
| PLANALTO              | Concreto Armado e Alvenaria Estrutural |
| SQUADRO               | Concreto Armado e Aço                  |
| RECEP                 | Concreto Armado                        |
| UNIENGE               | Concreto Armado                        |
| VALE DO SÃO FRANCISCO | Concreto Armado e Alvenaria Estrutural |
| WTE                   | Concreto Armado e Alvenaria Estrutural |

Fonte: elaboração própria

Como se verifica no quadro anterior, as empresas da capital são conservadoras. As maiores e com atuação mais significativa utilizam o sistema contrutivo usual de blocos paralelepípedicos empilháveis e não foi encontrada nenhuma empresa que ofereça sistemas construtivos distintos dos convencionais.

Como no restante do país, esse perfil designa a resistência institucional no setor – característico também em Palmas – que busca rapidez e custos baixos e não objetiva, necessariamente, a qualidade do ambiente construído, nem tampouco ousa diferenciar seus serviços e produtos.

#### 5.2.2. Concorrência: empresas com tecnologias semelhantes e grau de semelhança entre as tecnologias

Além das firmas construtoras apontadas no item anterior, outra tipologia de empreendimentos pode causar influência direta nos regimes de concorrência, entre os materiais de construção envolvidos na pesquisa. Na região de Palmas, existem fábricas de blocos cerâmicos que atendem tanto as construtoras, como o consumidor final. São elas:

**Quadro 8.** Olarias da região

| <b>EMPRESA</b>                         | <b>PRODUTO</b>                             | <b>CLIENTES</b>                 |
|--|--|---------------------------------|
| Cerâmica Tecil Ltda.                   | Bloco Comum (9x19x29);<br>Bloco Estrutural | Construtoras, consumidor final  |
| Cerâmica Reunidas                      | Bloco Comum (9x19x29)                      | Construtoras, consumidor final  |
| Cerâmica Santa Maria /<br>São Judas    | Bloco Comum (9x19x29)                      | Lojas 50%, consumidor final 50% |
| Cerâmica Milênio /<br>Porto Real Ltda. | Bloco Comum (14x19)                        | Atacado e Varejo                |
| Santa Fé Ltda.                         | Bloco Comum (14x19)                        | Construtoras, consumidor final  |

Fonte: elaboração própria

Estes em conjunto com os empreendimentos que constroem, estes são os concorrentes em potencial de um empreendimento voltado para a aplicação do adobe produzido com macrófitas aquáticas em Palmas. Contudo, mais do que concorrer com empresas já consolidadas, por se tratar de um produto especial, a tecnologia poderia atender uma demanda emergente (em busca de alternativas) e que não tem ao alcance, disponibilidade de serviços diferenciados.

Os materiais de construção mais próximos do tijolo de adobe com macrófitas são os tijolos comuns, furado e maciço. Ao mesmo tempo em que há semelhança nas suas formas físicas e aplicação, os produtos se diferem na resistência à compressão (o adobe é três vezes mais resistente), no comportamento quanto à exposição a água, nas qualidades ambientais (reciclabilidade e menor gasto energético) e no ambiente interno resultante (conforto higro-térmico e acústico). Dessa maneira, da mesma forma que a proximidade entre eles pode gerar maior grau de concorrência, também pode facilitar a aceitação pelo usuário, permitindo até mesmo a autoconstrução.

### 5.3. Meio físico

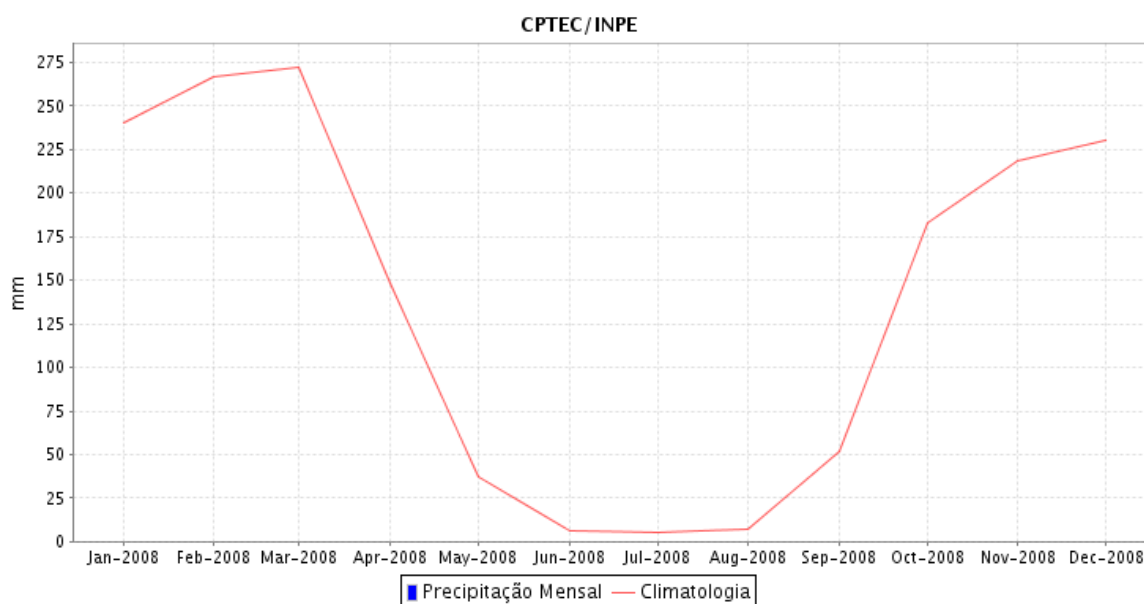
#### 5.3.1. Condições climáticas que induzam à utilização da tecnologia

Quente o ano todo, a Cidade de Palmas apresenta extremos de temperatura e umidade que, na maioria das vezes, torna-se um incômodo aos seus habitantes. A estação chuvosa, intercalada com a de secas, permite uma demarcação bem definida de dois tempos sazonais.

Pela inexistência de estações meteorológicas na capital, seus dados climatológicos são aproximados, tendo como referência informações coletadas em Porto Nacional, município mais antigo, distante cerca de 60 km.

Para a caracterização do clima, foram levantados gráficos mensais de temperaturas máximas, mínimas e médias, bem como dos índices de precipitação, dos anos de 2006, 2007 e 2008. Os dados foram fornecidos pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/INPE, 2008).

**Gráfico 16.** Precipitação Mensal Média dos anos de 2006, 2007 e 2008 (CPTEC/INPE, 2008)

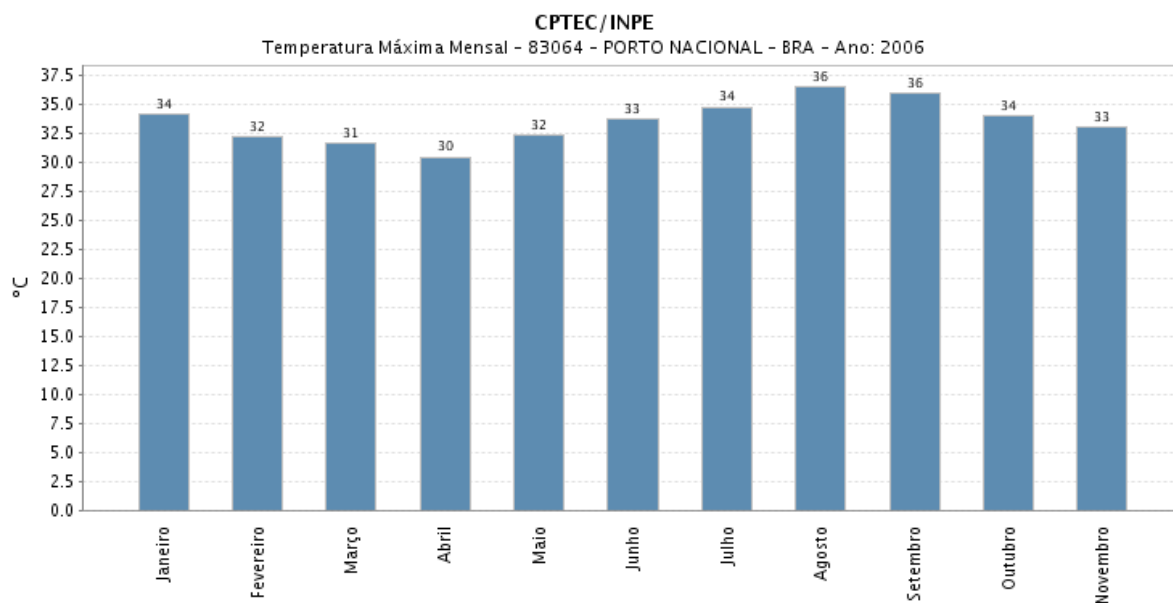


Como podemos observar, os gráficos de precipitação mensal aponta picos nos índices pluviométricos mensais, resultando em curvas bem delineadas. Os meses de agosto e setembro são bastante críticos, quando as altas temperaturas, em conjunto com a baixa umidade, geram sensações desagradáveis e uma série de problemas respiratórios à população.

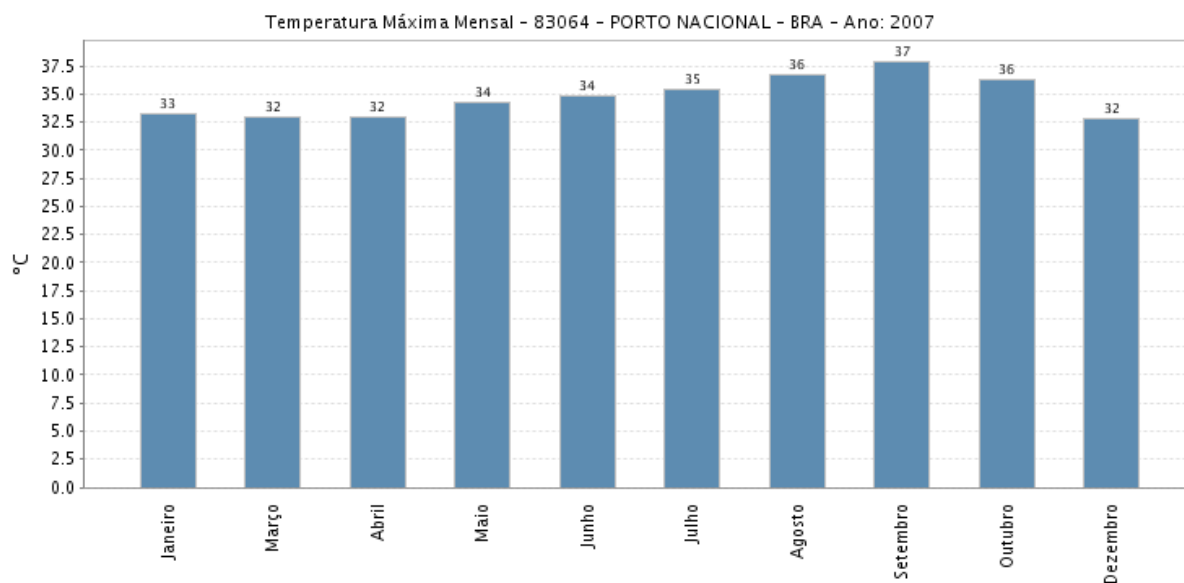
As temperaturas são frequentemente altas. Como é possível visualizar nos gráficos seguintes, esta mantém-se quase que predominantemente, com uma média acima dos 25°C o ano todo. Nem mesmo quando analisam-se as informações sobre as mínimas, tem-se temperaturas muito abaixo dos 20°C.

Os gráficos também comprovam um aumento na temperatura da capital. Entre as máximas do mês de setembro dos anos de 2006 e 2007, observa-se a diferença de um grau.

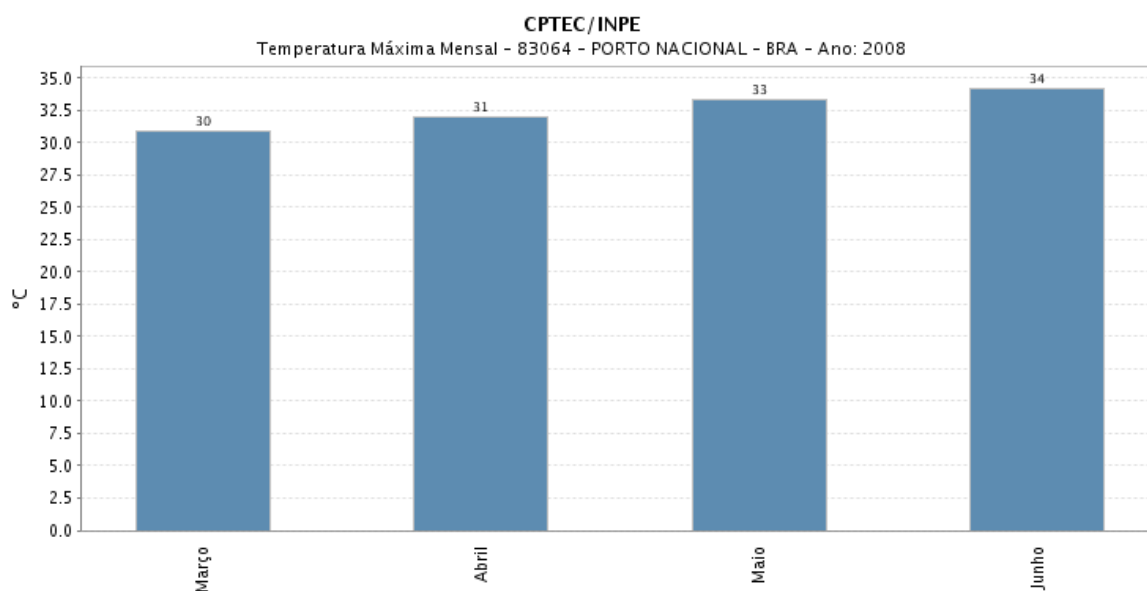
**Gráfico 17.** Temperaturas máximas mensais do ano de 2006  
(CPTEC / INPE, 2008)



**Gráfico 18.** Temperaturas máximas mensais do ano de 2007  
(CPTEC / INPE, 2008)

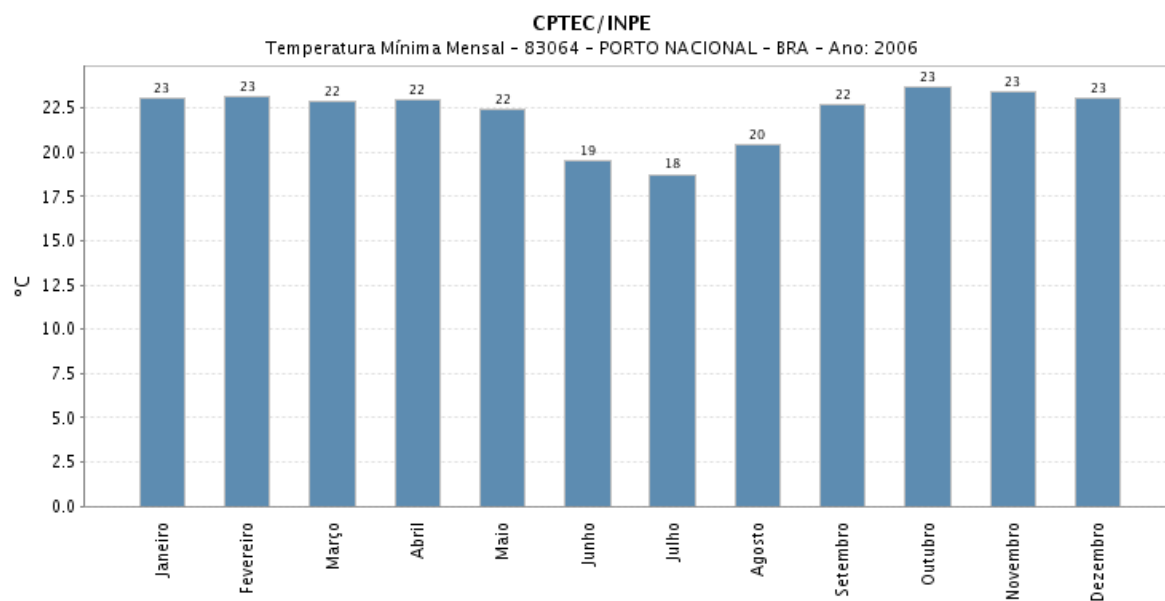


**Gráfico 19.** Temperaturas máximas mensais do ano de 2008.  
(CPTEC / INPE, 2008)

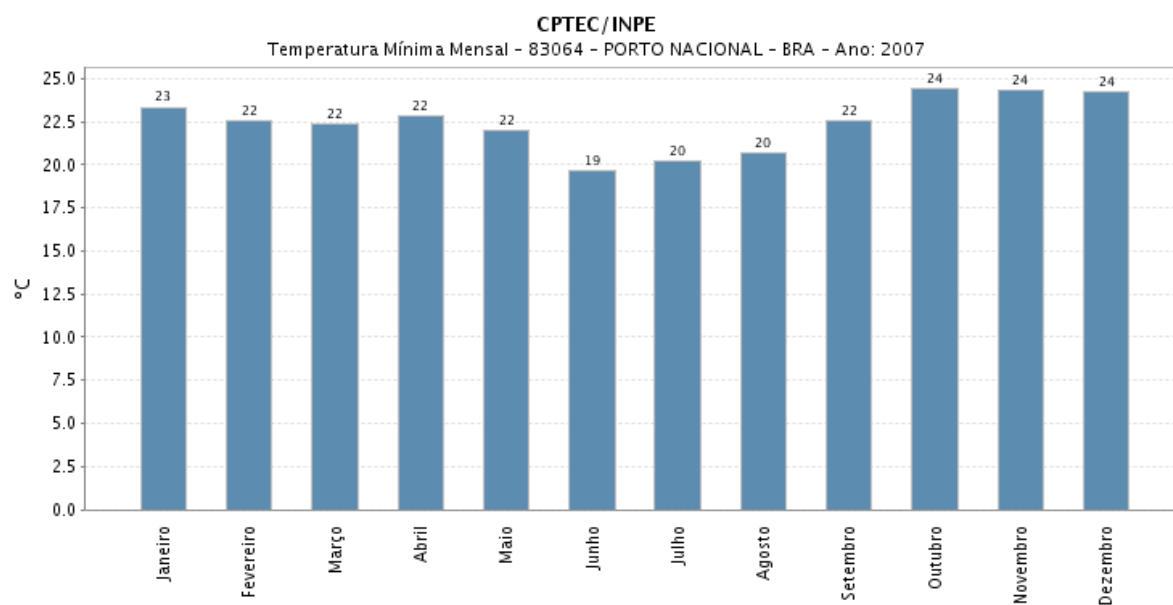


Também entre as mínimas mensais, esse aumento é constatado. No ano de 2006, observou-se uma mínima mensal de 18°C no mês de julho. Todavia, no mesmo mês do ano seguinte, a mínima é de 20°C. Os valores são apontados abaixo.

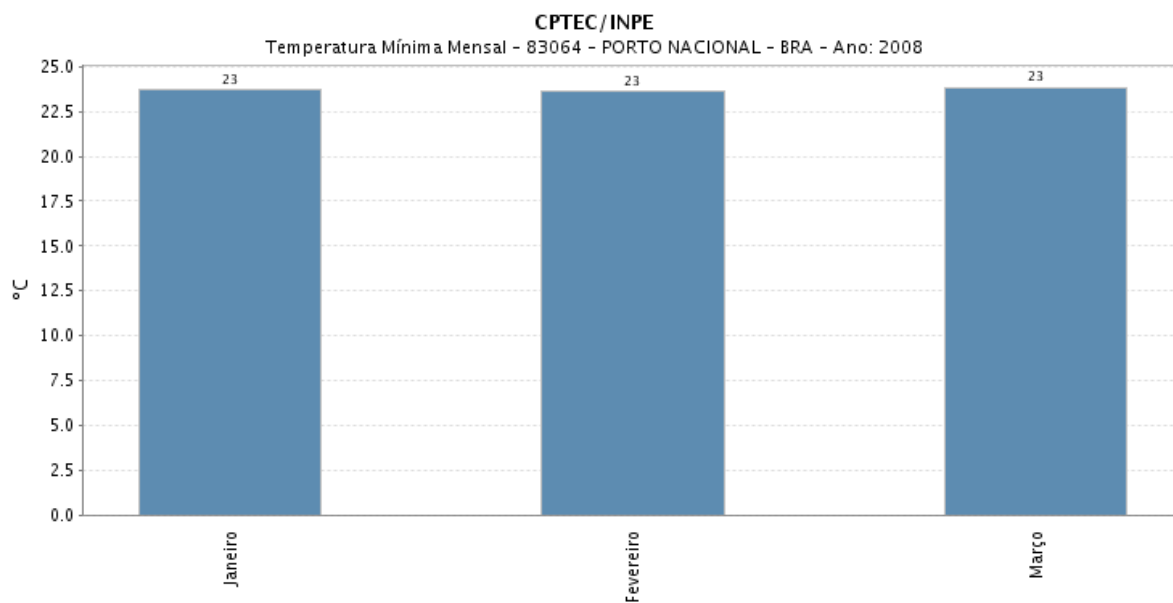
**Gráfico 20.** Temperaturas mínimas mensais do ano de 2006.  
(CPTEC / INPE, 2008)



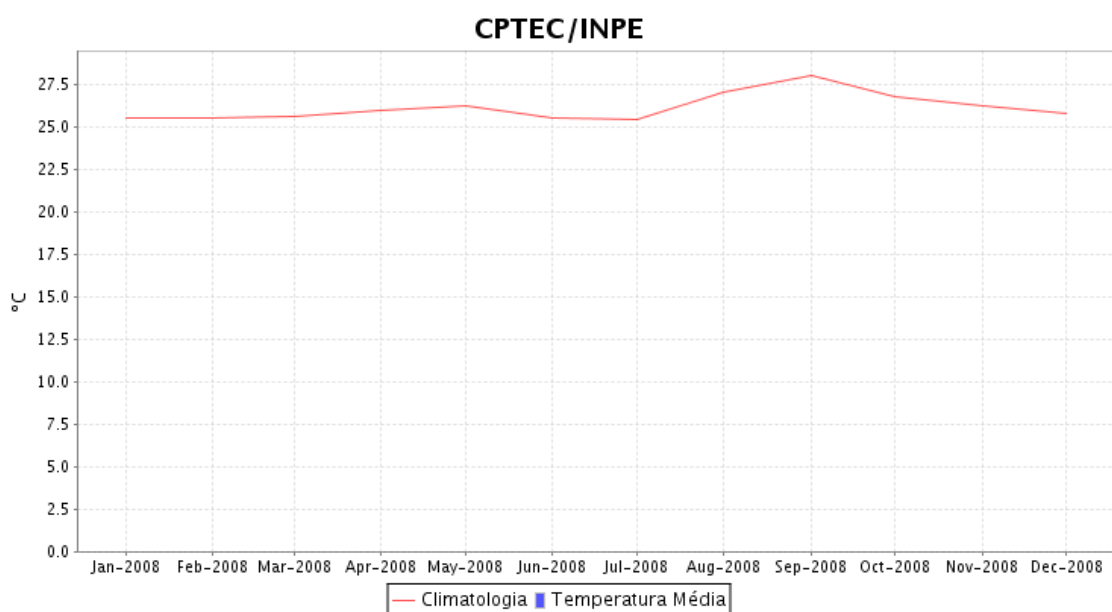
**Gráfico 21.** Temperaturas mínimas mensais do ano de 2007.  
(CPTEC / INPE, 2008)



**Gráfico 22.** Temperaturas mínimas mensais do ano de 2008.  
(CPTEC / INPE, 2008)



**Gráfico 23.** Temperaturas médias mensais dos anos de 2006, 2007 e 2008. (CPTEC / INPE, 2008)



Diante dos dados apresentados e sintetizados entre as médias das temperaturas (Gráfico 20), é possível a constatação da influência do clima da capital na vida dos palmenses. As médias sempre acima dos 25°C – que em setembro beiram os 28°C – refletem nas edificações implantadas na cidade, propagando calor e, conseqüentemente, desconforto aos usuários.

As condições climáticas da capital, além de requerer dos profissionais da construção civil especial atenção às condições térmicas dos edifícios, limita a atuação do setor em determinadas épocas do ano. Neste sentido, a utilização do adobe produzido com macrófitas aquáticas seria apropriada, no sentido de sua eficiência, mas com restrições, devido à intensidade das chuvas.

A sazonalidade constitui um obstáculo, diante as limitações de se construir com o material durante as estações chuvosas. Para isso, uma estratégia seria incrementar a produção do material e planejamento ou mesmo promover a utilização de sistema construtivo misto (faz-se a estrutura e cobertura e posteriormente, o fechamento com o adobe).

### 5.3.2. Disponibilidade de matéria prima: solo

A terra é um dos principais itens na manufatura do adobe com macrófitas aquáticas. Juntamente com a água e a biomassa das plantas, ele compõe a massa e deve ser apropriado. Assim, evitam-se possíveis fissuras e diminuição na qualidade de material.

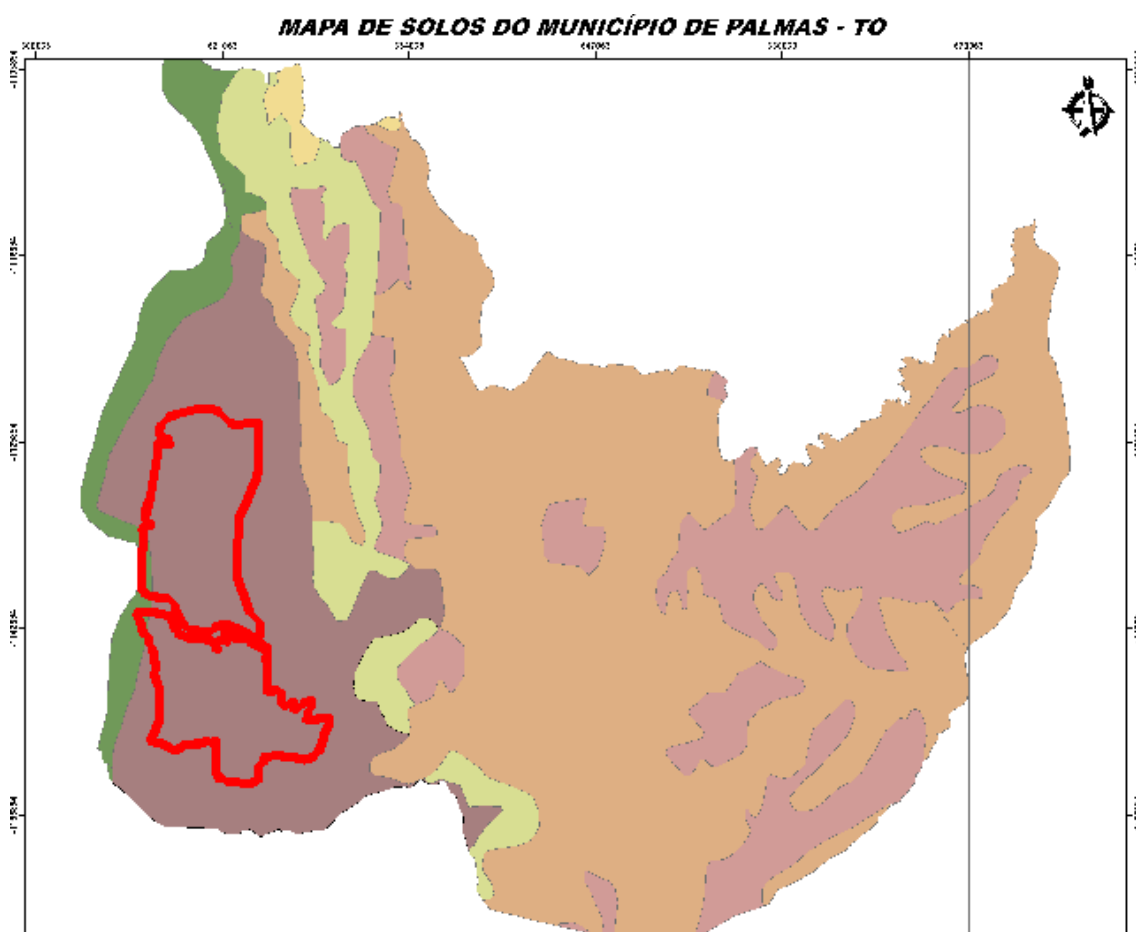
Segundo Dethier (1982), 74% da crosta terrestre é composta de solos que podem ser utilizados na construção. Lengen (2004) classifica as mais adequadas por suas cores, odores e mordedura.

Já Faria (2002) enfatiza que a melhor terra a ser utilizada na confecção de adobes tradicionais é a arenosa com, pelo menos, dois terços de areia para um de argila. Entretanto, ele acrescenta outra função ao uso da biomassa no adobe: a estabilização do solo com alto teor de argila, evitando futuros



problemas de fissuração. Assim, a terra muito argilosa também pode gerar tijolos com bons resultados.

No município de Palmas, como podemos perceber no mapa elaborado pelo SIG Palmas (Sistema de Informações Geográficas de Palmas, 2008), temos uma predominância dos Solos Concrecionários, embora possamos observar outros cinco tipos de solo. Contudo, na área em cujo projeto da cidade foi implantado, os Latossolos estão em maior evidência.



### Solos

- Areias Quartzosas
- Hidromórfico Gleizado
- Latossolo Vermelho-Amarelo
- Latossolo Vermelho-Escuro
- Solos Concrecionários
- Solos Litólicos

**Figura 21.** Mapa de solos do município de Palmas (adaptado de SIG Palmas, 2008)

Os solos concrecionários muitas vezes são cascalhentos, apresentando uma textura mais grossa que os latossolos. Para Colen (2007), este tipo de solo compõe a segunda maior parcela do cerrado tocantinense. Riquíssimos em concreções, não devem ser aplicados diretamente no feitio da massa para o adobe, devendo passar por uma seleção granulométrica.

De acordo com dados da Embrapa (2008), a maioria dos solos da região dos Cerrados são os Latossolos, cobrindo 46% da área, o que também ocorre na região do município palmense. Esses tipos de solos podem apresentar uma coloração variando do vermelho para o amarelo, são profundos, bem drenados na maior parte do ano, apresentam acidez, toxidez de alumínio e são pobres em nutrientes essenciais (como cálcio, magnésio, potássio e alguns micronutrientes) para a maioria das plantas (EMBRAPA, 2008).

O Latossolo Vermelho-Escuro, também bastante presente, tem composição muito argilosa ou média. No caso do Latossolo Vermelho-Amarelo, predominante na cidade, a composição é semelhante. Todavia, o matiz amarelado é causado por um mineral chamado goethita, um óxido de ferro, encontrado no solo (DCS – UFLA, 2008).

Conforme descrito nos capítulos anteriores, os solos argilosos são perfeitamente aplicáveis nos adobes com macrófitas, principalmente porque uma importante função das plantas é a estabilização dos mesmos.

Através desta breve análise, percebemos que a disponibilidade da matéria prima para o produto não representa um problema, em virtude dos solos predominantes serem passíveis de serem utilizados.

### 5.3.3. Disponibilidade de matéria prima: macrófitas aquáticas

Desde a formação do lago em Palmas, diversas espécies de macrófitas aquáticas surgiram ao longo do reservatório. Os inventários das espécies e áreas de incidência foram feitos, anualmente, entre os anos de 2004 e 2007. Para que fosse feita a averiguação quanto disponibilidade da matéria prima, os

relatórios foram analisados, visando a constatação da presença e freqüência das espécies que foram utilizadas por Faria em sua pesquisa.

**2004:** Em 14/06/2004, foram inspecionados 7 locais de ocorrência de macrófitas aquáticas: ribeirão Taquarussu (região adjacente à estrada); ribeirão Água Suja (região adjacente à estrada), córrego Água Fria (local de despejo das emissões da estação de tratamento de esgoto), rio Mangues, ribeirão Carmo, área de remanso do reservatório na margem esquerda em frente ao município de Porto Nacional e remanso do reservatório (margem esquerda), a montante de Porto Nacional. No dia 15/06/2004 foram inspecionados pontos de ocorrência de macrófitas aquáticas, adjacentes à estrada, no trecho entre Palmas e a UHE Lajeado. Em seguida, foi realizado um sobrevôo que incluiu as margens direita e esquerda do reservatório, desde córrego Ronca até o município de Brejinho de Nazaré. Neste sobrevôo, os tributários do reservatório também foram considerados.

**2005:** Em 11/04/2005 foi realizado um sobrevôo que incluiu as margens direita e esquerda do reservatório da UHE Lajeado, desde a região da barragem até o município de Brejinho de Nazaré. Neste momento, todos tributários do reservatório também foram contemplados. Nos dias 12 e 13/04/2005, foram inspecionados, de barco, 22 locais de ocorrência de plantas aquáticas. O itinerário da inspeção contemplou o trecho do reservatório desde o núcleo urbano do município de Palmas até o de Porto Nacional (pela margem direita) e dois pontos da margem esquerda do reservatório em frente a Porto Nacional.

**2006:** Em 08/06/2006 foi realizado um sobrevôo, pelo qual foram observadas as margens direita e esquerda do reservatório, desde a barragem até o município de Brejinho de Nazaré. No dia 09/06/2006 foi realizada uma inspeção de barco onde foram localizados banco de macrófitas na Praia da Graciosa, no Mangues, no Santa Luzia e na região do Porto de Areia.

**2007:** Em 23/11/2007 foi realizado um sobrevôo, pelo qual foram observadas as margens direita e esquerda do reservatório, desde a barragem até o município de Brejinho de Nazaré. Em 23/11/2007 também foi realizada uma inspeção (por terra) do córrego Vidros em Brejinho de Nazaré. No dia 24 e 25/11/2007 foram

realizadas inspeções por barco e por terra pelas quais foram localizados bancos de macrófitas nas Praias da Graciosa, Arnos, do Prata, rio Areias, rio Taquaruçu, rios São João (em Palmas e em Porto Nacional) e rio Mangues. Também foram inspecionadas as praias do Caju e do Buriti.

**Tabela 7.** Lista de táxons inventariados em junho de 2004, abril de 2005, junho de 2006 e novembro de 2007 seguidas pela família, nome comum e hábito (forma de vida) no ambiente aquático: E = emersa, FF = flutuante fixa, FL = flutuante livre, SF = submersa fixa, SL = submersa livre, EP = Epífita

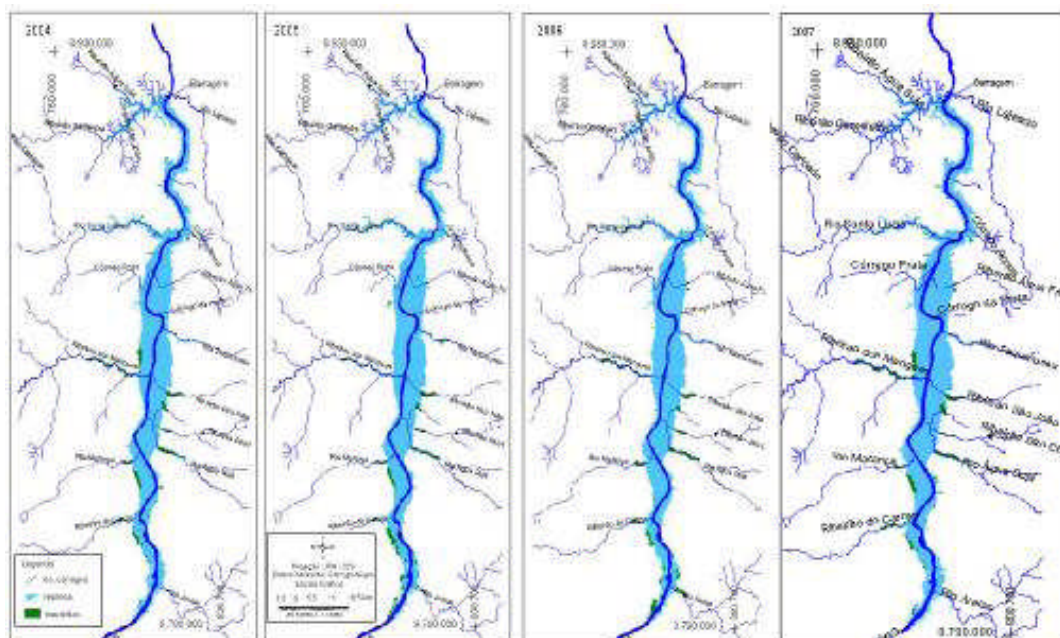
| Táxon                       | Família          | Nome comum        | Hábito |
|-----------------------------|------------------|-------------------|--------|
| <i>Cabomba furcata</i>      | Cabombaceae      | lodo              | SF     |
| <i>Eichhornia crassipes</i> | Pontederiaceae   | aguapé            | FL     |
| <i>Hydrocotyle</i> sp       | Apiaceae         | chapéu-de-sapo    | E      |
| <i>Ludwigia sedoides</i>    | Onagraceae       | cruz-de-malta     | FF     |
| <i>Ludwigia</i> sp          | Onagraceae       | cruz-de-malta     | E      |
| <i>Najas</i> sp             | Najadaceae       | lodo              | SF     |
| <i>Oxycaryum cubense</i>    | Cyperaceae       | capim-de-capivara | E      |
| <i>Pistia stratiotes</i>    | Araceae          | alface d'água     | FL     |
| <i>Pontederia</i> sp        | Pontederiaceae   | lanceiro          | E      |
| <i>Salvinia auriculata</i>  | Salviniaceae     | orelha-de-onça    | FL     |
| <i>Utricularia gibba</i>    | Lentibulariaceae | lodo              | SL, EP |
| <i>Utricularia foliosa</i>  | Lentibulariaceae | lodo              | SL     |
| <i>Bulbostylis</i> sp       | Cyperaceae       | -                 | SF     |
| <i>Poligonum</i> sp         | Polygonaceae     | erva-de-bicho     | E, AM  |
| <i>Eleocharis sp1</i>       | Cyperaceae       | cebolinha         | E      |
| <i>Eleocharis sp2</i>       | Cyperaceae       | cebolinha         | E      |
| <i>Sagittaria</i> sp        | Alismataceae     | lagartixa         | E      |
| <i>Lemna</i> sp             | Lemnaceae        | lentilha d'água   | FL     |

Fonte: adaptado de IRINEU; SANTINO,2006

Na tabela, observamos a ocorrência de duas das três espécies utilizadas por Faria nos ensaios com os adobes produzidos com macrófitas aquáticas. A *Eichhornia crassipes* e a *Pistia stratiotes* permitiram os dois melhores resultados nos estudos do pesquisador.

Os registros sobre as áreas de ocorrência (e identificação) das macrófitas aquáticas realizados em junho de 2006 e novembro de 2007 foram comparados aos de abril de 2005 e junho de 2004 e os táxons observados durante as inspeções estão registrados na Tabela 8. No geral, a *Oxycaryum cubense*

juntamente com *Salvinia auriculata* constituíram-se nas espécies mais frequentes no reservatório da UHE Lajeado. Conforme Irineu e Santino (2007), as presenças destas espécies podem ser consideradas comuns para os ecossistemas aquáticos do Brasil.



**Figura 22.** Evolução temporal (2004-2007) das ocupações das macrófitas aquáticas no reservatório da UHE Lajeado. Fonte: IRINEU; SANTINO,2006

**Tabela 8.** Táxons encontrados durante o período de 2004 a 2007.

| TÁXON                       | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 |
|-----------------------------|------|------|------|------|
| <i>Cabomba furcata</i>      |      | X    |      | X    |
| <i>Eichhornia crassipes</i> | X    | X    |      | X    |
| <i>Hydrocotyle sp</i>       |      | X    |      | X    |
| <i>Ludwigia sedoides</i>    |      | X    |      | X    |
| <i>Ludwigia sp</i>          | X    |      |      |      |
| <i>Najas sp</i>             |      | X    | X    | X    |
| <i>Oxycaryum cubense</i>    | X    | X    | X    | X    |
| <i>Pistia stratiotes</i>    | X    |      |      |      |
| <i>Pontederia sp</i>        | X    | X    |      | X    |
| <i>Salvinia auriculata</i>  | X    | X    | X    | X    |
| <i>Utricularia gibba</i>    | X    | X    |      | X    |
| <i>Utricularia foliosa</i>  | X    | X    |      | X    |
| Cyperaceae                  |      | X    | X    | X    |
| <i>Poligonum sp</i>         |      |      |      | X    |
| <i>Eleocharis sp1</i>       |      |      |      | X    |
| <i>Eleocharis sp2</i>       |      |      |      | X    |
| <i>Sagittaria sp</i>        |      |      |      | X    |
| <i>Lemna sp</i>             |      |      |      | X    |

Fonte: adaptado de IRINEU; SANTINO,2006

Conforme é possível visualizar no quadro acima, uma das duas espécies (*Pistia stratiotes*) com as quais os adobes foram experimentados e que, inicialmente, era percebida nos levantamentos, devido a condições de variadas naturezas, climáticas e ambientais, apresenta-se extinta, a partir do ano de 2006. A outra delas (*Eichhornia crassipes*), não foi encontrada no ano de 2006 porém, no levantamento seguinte, voltou a se reproduzir. Esse fato demonstra a instabilidade nos ciclos de vida das plantas aquáticas, que têm sua formação e reprodução condicionada a uma série de fatores.



---

**RESULTADOS  
E DISCUSSÕES**








## 6. ANÁLISE DAS CONDIÇÕES DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

No decorrer desse trabalho, as diversas variáveis inerentes ao processo de Inovação tecnológica foram abordadas, uma a uma, procurando-se estabelecer relações com a configuração da região de Palmas e suas condições no âmbito inovativo. Com o objetivo de sistematizar os potenciais percebidos e alertar para os principais entraves no sistema, as variáveis descritas foram classificadas nos quadros seguintes.

A valoração das variáveis para a Inovação foi feita em três níveis: “favorável”, quando as condições são benéficas e apontam claramente para o desenvolvimento tecnológico sustentado; “neutro”, quando os fatores não são diferenciais – embora possam ser incrementados - para a promoção do desenvolvimento baseado na Inovação; e “desfavorável”, porque sua avaliação diagnosticou deficiências complexas e que necessitam de intervenções de políticas públicas adequadas.

### 6.1. Condições externas para a inovação

**Quadro 9:** Condições político institucionais para inovação tecnológica em Palmas: variáveis externas.

| VARIÁVEIS |   | AVALIAÇÃO                           |   |
|-----------|---|-------------------------------------|---|
| EXTERNAS  | Regulação do Estado                           | Postura                             |  |
|           |   | Existência de Medidas               |  |
|           | Instituições, Programas e Agências de fomento | Programas Locais                    |  |
|           |   | Agentes Financiadores               |  |
|           | Sistema Educacional e de Pesquisa             | Formação de profissionais           |  |
|           |   | Produção de conhecimento            |  |
|           |   | Relação com os sistemas de produção |  |



**Legenda:**  Favorável  
 Neutro  
 Desfavorável

No cenário tecnológico nacional ainda em formação, a cidade de Palmas se insere de forma marginal. Esse fato é perceptível pela configuração político institucional local.

Quando analisadas suas condições externas para inovação, percebe-se que o Estado limita no discurso, as intenções quanto à ênfase de propriedades locais para o desenvolvimento tecnológico da região. Os programas detêm suas prioridades de pesquisa nas áreas do meio ambiente, saúde, agropecuária e educação. Para novas indústrias e novos materiais, há apenas uma incubadora de empresas e uma série de incentivos fiscais aos que se instalarem no estado.

A predominância das políticas públicas atreladas à inovação associa-a, na maioria das vezes, à dimensão das atividades de pesquisa. Esse fato revela uma lacuna de comunicação entre os agentes dos sistemas locais de inovação, começando pelas limitações quanto à identificação de necessidades tecnológicas das empresas e, portanto, da demanda para a definição de pautas de problemas que requeiram atividades de pesquisa e desenvolvimento.

Consolidando a conduta estatal, os programas locais proclamam, dentro de suas principais linhas de ação, a expansão e a consolidação do sistema nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação. Entretanto, eles não definem áreas estratégicas de atuação que alcem a promoção da inovação tecnológica nas empresas e a C, T&I, para o desenvolvimento social. A grande abrangência entre prioridades dos programas de qualificação e setores de incentivo, revela a dissociação entre os temas de interesse e as necessidades locais da região.







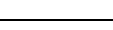
Até hoje, portanto, os recursos disponíveis para alcançar os objetivos através desse tipo de ação, embora possam servir de aprendizagem do processo, ainda não deverão ser suficientes para captar, em nível adequado, as necessidades tecnológicas da região e, assim, promover a mobilização dos esforços de todas as variáveis envolvidas.

No Sistema Educacional, falta um órgão de gestão do processo, a aplicação prática dos trabalhos acadêmicos é reduzida, associada à complexidade dos contratos entre as partes e à inexistência de canais adequados para interação com empresas. Esses fatores estabelecem, no Estado do Tocantins, o engessamento do processo de cooperação entre as instituições de ensino e pesquisa e o setor produtivo.

Além da deficiência, ainda eminente, em torno da gestão tecnológica e a ineficiente interação entre os agentes, existe também a contundente disparidade regional, dada pela concentração espacial da competência técnico-científica do país, nas regiões Sul e Sudeste. O Norte, nesse contexto, aponta com significativas desvantagens, sempre na retaguarda dos índices de investimentos, produção de conhecimento e, em conseqüência, desempenho tecnológico.

## 6.2. Condições internas para a inovação

**Quadro 10:** Condições político institucionais para inovação tecnológica em Palmas: variáveis internas.

| VARIÁVEIS |                     |  | AVALIAÇÃO   |
|-----------|---------------------|--|---|
| INTERNAS  | Meio sócio-cultural | Aceitação do usuário ou busca por tecnologias alternativas                 |  |
|           |                     | Preocupação com as qualidades ambientais dos materiais de construção civil |  |
|           | Meio econômico      | Resistência institucional do setor   |  |
|           |                     | Grau de semelhança com tecnologias existentes                              |  |
|           |                     | Quantidade de empresas com tecnologias semelhantes                         |  |
|           | Meio físico         | Condições climáticas locais que induzam à utilização da tecnologia         |  |
|           |                     | Disponibilidade de matéria prima   |  |

**Legenda:**  Favorável  
 Neutro  
 Desfavorável

Durante a pesquisa, os vetores considerados como oportunidades tecnológicas da tecnologia do adobe produzido com macrófitas aquáticas, para sua inserção na cidade de Palmas, foram avaliados considerando aspectos do meio sócio-cultural, econômico e meio físico.

A pesquisa de opinião permitiu a percepção sobre a existência de demanda específica (potenciais usuários), ou a possibilidade de abertura de um novo segmento de mercado. Composto de pessoas que consideram, de forma positiva, a utilização de alternativas construtivas distintas das convencionais, ditas dominantes, essa fatia não desclassifica o adobe por preconceito, pelo contrário, muitos demonstram carinho e nostalgia pelas construções executados da forma tradicional.

Esse público, diferentemente do que se podia supor, não é deliberado em função da renda familiar ou poder aquisitivo, e sim pelo grau de conhecimento e aspirações cotidianas. A crescente difusão das questões ambientais na atmosfera social tem acarretado mudanças, ainda que lentas e graduais, na consciência da população. Os resultados mostraram que a preocupação ambiental já começa a integrar o capital social, ainda que com pouca (ou nenhuma) influência nas ações, tanto individuais quanto coletivas.

Diante desse cenário, permite-se afirmar que, para o adobe produzido com macrófitas aquáticas, suas características em favor dessa consciência nascente constituem-se em vantagens competitivas do material perante os demais. Contudo, esse atributo precisa ser explorado para tornar-se meio propulsor, tanto na aquisição de incentivos, como na divulgação da tecnologia.

Em se tratando de diferenciais, outras oportunidades tecnológicas a serem atribuída como vantagens competitivas são referentes ao conforto higrotérmico que pode ser oferecido ao usuário. As condições climáticas locais podem ser facilitadoras no processo de absorção do tijolo, já que a maioria absoluta dos palmenses faz crítica ao notável calor da capital e sua incidência nas habitações.

Por outro lado, no meio econômico, aa cadeia da Construção Civil, as condições para o desenvolvimento tecnológico são complexas. O perfil

brasileiro dessa indústria alimenta outras questões a serem discutidas sobre o ambiente para inovações. Tardio e conservador, conforme demonstrado, a configuração conduz à seguinte indagação: as políticas de incentivo ao desenrolar tecnológico não abrangem a Construção Civil por seu perfil consolidado (resistência institucional), ou a conformação do setor desencoraja possíveis iniciativas voltadas à implementação de medidas objetivando as inovações na cadeia?

A diversidade de atores inerentes constitui uma das problemáticas fundamentais. Na Construção Civil, os elementos envolvidos com o sistema abrangem desde os projetistas / especificadores, até fornecedores, profissionais executores, usuários e incorporadores. Dessa maneira, o processo inovativo deve, necessariamente, atingir e mobilizar toda essa série de interventores que vai integrá-lo. E, neste caso, embora o setor exista de forma coordenada, os objetivos de cada um dos seus agentes são bem diferenciados, o que muitas vezes provoca os rompimentos no ciclo da inovação.

O usuário, por exemplo, dependendo do seu poder aquisitivo, busca custo e adequabilidade às suas necessidades de moradia. Diferentemente, as incorporadoras intervêm construindo o maior número de unidades, no menor espaço, podendo obter os maiores lucros. Os executores, por sua vez, quando crêem ter qualificado a mão de obra, resistem às mudanças, acreditando que podem causar possíveis retardos nos resultados e preferindo não incorrer em riscos.

A grande resistência institucional do setor, tanto no cenário nacional, como na realidade da indústria na região de Palmas, demanda, de todos os meios de promoção do desenvolvimento baseado na inovação, novos focos de análise e proposição de alternativas. É essencial a discussão, ampla e participativa, tanto no setor produtivo, ambiente acadêmico e político, sobre as possibilidades de enriquecimento e fortalecimento da cadeia. Somente assim, se tratada dentro de suas características próprias de inserção na sociedade, os benefícios provenientes do avanço técnico-científico - podendo acarretar acréscimos positivos, econômicos e sociais - poderão ser extraídos das inovações.

A Construção Civil, nesse contexto, constitui fator limitante ao processo de inovação. A constituição conflituosa descrita anteriormente, somada a numerosa cadeia de empresas (construtoras e olarias) que trabalham com tecnologias semelhantes, configura os principais obstáculos da diagnose. Nesse aspecto, a questão da inovação exige especial atenção e os riscos de fracasso são consideravelmente maiores. Dessa maneira, o meticuloso planejamento e acompanhamento técnico, no caso de um empreendimento, são quesitos cruciais.

Para a manufatura do material, outras variáveis sugerem empecilhos. Em primeiro plano, a instabilidade do ciclo de vida das plantas, matéria prima fundamental do tijolo de adobe, requiere investimentos em novas pesquisas e adaptações da tecnologia para a esfera local. Como as espécies estudadas correm risco de serem extintas, substitutos de igual ou maior eficiência devem ser descobertos, que igualmente contribuam na redução dos excedentes de biomassa. Em segundo lugar, a intensidade das chuvas entre os meses de dezembro e março, também pode ser impedimento para a utilização da tecnologia. Como esta é susceptível à água, sua eficácia e durabilidade podem ser comprometidas.

De um modo geral, nenhum dos aspectos negativos para a implementação e difusão bem sucedida do adobe com macrófitas são definitivos ou irreparáveis. Contudo, eles demandam estudos específicos, individualmente, na busca de soluções para sanar (ou contornar) os problemas diagnosticados.

## **7. RECOMENDAÇÕES PARA O CASO DE PALMAS**

### **7.1. Inovação Tecnológica em Palmas: propostas para variáveis externas**

A definição do papel dos diferentes agentes políticos e institucionais envolvidos no processo de gestão tecnológica do território de Palmas revela dois grupos de agentes: aqueles ligados ao Estado (setor público), que estabelecem normas e desenvolvem ações no sentido de estabelecer e potencializar prioridades; e aqueles ligados ao ambiente estratégico – empreendedores, institutos de ensino e de estímulo empresarial, associações e agentes financiadores - que exercem sua influência sobre a formação de políticas e desenvolvem atividades de incentivo no processo.

O Estado certamente é um importante vetor na gestão tecnológica, através dos mecanismos de definição das prioridades locais para ciência, tecnologia e inovação. Entretanto, ao assumir a regulamentação e controle dos objetivos, muitas vezes se depara com dois problemas institucionais. Primeiramente, quanto à distribuição irregular das competências técnico-científicas no país. E, em segundo lugar, se for tomada como referência a problemática tecnológica no contexto do processo de desenvolvimento, a formulação e implementação da política no Tocantins ainda aborda os problemas de forma muito ampla, não tratando aspectos setoriais da questão do desenvolvimento e tecnologia no estado. Assim, dificulta também a delimitação de ações específicas oriundas dos agentes estratégicos.

Por isso, antes das tomadas de decisão, sugere-se que os planos municipais / estaduais de ciência e tecnologia contemplem o seguinte, no que diz respeito aos instrumentos:

- Apoio à implementação na região de um núcleo de gestão tecnológica compartilhada que sirva de base às entidades locais na organização de uma plataforma para identificação de dificuldades / oportunidades tecnológicas das diversas cadeias produtivas. Como ações prioritárias, o estabelecimento de metodologias para o levantamento e organização de indicadores locais com vistas à percepção das

aptidões locais e a seleção e identificação de boas práticas dos modelos de gestão tecnológica, adaptáveis às condições pontuais;

- Disposição de um sistema de informação e comunicação com vistas a ampliar a interação entre os agentes do processo e a divulgação nos meios quanto às necessidades locais de intervenção prioritária;
- Incentivos objetivando a atração de recursos humanos comprometidos com atividades de ciência e tecnologia e o incremento da capacitação dos já existentes. Por exemplo, apoio à estruturação e a implantação de um programa de capacitação em tecnologias sociais;

No meio estratégico, em se tratando das instituições, programas e agências de fomento:

- Realização de encontros regionais conduzidos pelas entidades para discussão e divulgação das possibilidades locais de desenvolvimento tecnológico;
- Atividades de suporte setorial, que permitam a montagem e operação de redes ou a prestação de serviços nas áreas de informação, de gestão de ciência e tecnologia (incluindo os processos de prospecção e planejamento, assim como os de acompanhamento e avaliação) e de manutenção dos programas;
- Fomento a projetos que contemplem as prioridades setoriais das cadeias locais, bem como a demanda de propriedade intelectual (marcas e patentes) e tecnologias sociais;
- Definição de políticas para o estreitamento das relações entre as entidades e as instituições de ensino e pesquisa através do incentivo ao oferecimento de estágios, realização de feiras, e estabelecimento de convênios;

Para o Sistema Educacional, algumas intervenções mostram-se essenciais para o estímulo de sua acuidade no desenvolvimento tecnológico regional, entre elas:

- Autoconhecimento Institucional e a definição política / filosofia própria para as relações empresariais. O diagnóstico das condições institucionais (infra-estrutura, recursos humanos, a existência de iniciativas e objetivos) para a contribuição no setor produtivo permite a adequabilidade da unidade, dentro de suas especificidades, à elaboração de metas;
- Formação de gestores das relações ou conselho empresarial na Instituição com o intuito de coordenar e buscar alternativas para estimular sua interação com a sociedade;
- Estímulo à promoção de feiras de empresas na Instituição; feira de estágios/empregos e promoção de estágios curriculares; programa de acompanhamento de ex-alunos; visitas dos alunos às empresas; projetos de extensão universitária; prestação de serviços; pesquisa por encomenda ou contrato; incubadoras de empresas; empresas Junior; disponibilização de banco de pesquisas acadêmicas.

## **7.2. Uma proposta para o Adobe produzido com macrófitas aquáticas**

No caso específico da tecnologia do adobe produzido com macrófitas aquáticas para Palmas, duas questões, além de suas vantagens competitivas, são fundamentais de serem abordadas na definição de propostas: facilidade de aquisição e absorção (tendência para tecnologia apropriada) e os obstáculos para o processo de inovação na cadeia da Construção Civil. O destaque delas, dentro de um possível processo de inovação tecnológica, encaminhou a consideração da possibilidade:

A formação de uma cooperativa de produção de edificações utilizando a tecnologia. Além dos benefícios ambientais e para os usuários das edificações, a cooperativa poderia contribuir para a geração de empregos diretos e indiretos, além de oferecer oportunidade – qualificação e trabalho - a um número considerável de profissionais da área da construção civil e/ou interessados em se tornar um cooperado, por meio de um empreendimento de propriedade coletiva e democraticamente gerido. Conforme recomendações do SEBRAE



(2000), ao organizar uma Cooperativa, o que se procura é melhorar a situação econômica de determinado grupo de indivíduos, minimizando problemas ou satisfazendo necessidades comuns, que excedam a capacidade de cada indivíduo satisfazer isoladamente. Os meios de produção são coletivos, através de pessoa jurídica.

Na cooperativa, parte dos vetores componentes da cadeia construtiva seria organizada em um mesmo meio e teriam o mesmo objetivo de produzir construções em adobe com macrófitas. Assim, o potencial usuário buscaria nela a satisfação de seus anseios quanto à suas habitações.

Os vários setores do sistema de produção poderiam democraticamente se articular, aumentando as chances de um bom desempenho da empresa e estendendo oportunidades a diversos tipos de profissionais, com as mais variadas especialidades, ou mesmo para serem capacitados. Departamentos como o de produção, pesquisa e desenvolvimento, execução, vendas e marketing e projetos definiriam ações setoriais, encontrando estratégias para solucionar cada uma das etapas de formação, estabilização e consolidação do empreendimento.

Além disso, uma empresa dessa natureza, participativa e de horizontes mais amplos, teria força maior na aquisição de incentivos financeiros e maior maturidade para buscar, continuamente, auxílio dos agentes estratégicos para inovação.

Dentro de outras e complementares possibilidades, a tecnologia poderia ser adotada pelo Estado na construção de Equipamentos Públicos (escolas, postos de saúde) ou programas habitacionais geridos pelos governos estadual/municipal. A adoção por estes meios poderia impulsionar a introdução bem sucedida do material no mercado.

Os instrumentos governamentais poderiam promover a produção do material em escala industrial e mesmo, capacitando o futuro morador a utilizar o sistema na autoconstrução.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

No processo de Inovação Tecnológica da Construção Civil, o conhecimento exerce uma importante função. Entretanto, não basta que ele seja criado, ele precisa ser transferido e, posteriormente, disseminado. Além disso, os resultados sobre cada uma destas três fases são diretamente proporcionais às motivações do ambiente no qual o processo ocorre.

O mercado interno e sua condição dinâmica geraram novas demandas políticas, expectativas econômicas e de participação social que, além de serem motivações de mudança, conferem um novo contexto abordando temas como proteção ambiental e responsabilidade social das empresas.

Em virtude das novas visões com relação ao desenvolvimento, a própria sociedade, composta de consumidores em potencial, põe-se a ponderar valores antes não apontados, na sua maioria, como determinantes na aquisição de bens e serviços.

Também a responsabilidade no processo de inovação mostra-se não caber somente no âmbito empresarial. A empresa da Construção Civil não deve ser o único agente a estruturar ações visando a introdução de novas tecnologias, mas deve buscar nos agentes estratégicos – apoiados na vertente política/normativa do sistema de inovação - as motivações que tornem eficientes suas iniciativas, de modo a responder às demandas da sociedade.

São de fundamental importância as discussões no sentido de consolidação do sistema nacional de inovação, que deve alavancar políticas de difusão e aplicação de conhecimento, tanto no interior da empresa, como no ambiente de sua inserção. Além disso, as escolhas devem ser orientadas de forma que possibilitem orientar a política pública de C&T segundo mecanismos de controle específicos para cada região e valores coerentes a um estilo de desenvolvimento sustentável no longo prazo.

No largo espectro de desenvolvimento, é essencial o atendimento aos desafios a serem superados como a desigualdade social e regional na formação e disseminação do conhecimento, extensão e qualidade da educação,

comprometimento das atividades de ciência, tecnologia e inovação como agentes de desenvolvimento sustentável, assim como o empenho das empresas da construção civil na apropriação de conhecimento, no sentido de promover inovações tecnológicas de valor não só econômico, mas também social.

Neste sentido, a necessária articulação entre os instrumentos é um dos maiores desafios, dentro da profusão de elementos de influência nos diversos campos do processo inovativo. Ancorar o desenvolvimento tecnológico de uma região nesse conjunto ainda demanda, além de maiores esforços, investimentos e recursos do poder público e das instituições, participação efetiva da sociedade e do setor produtivo e, ainda, maior articulação entre as ações nas diferentes esferas do processo, na construção da gestão tecnológica local com desempenho satisfatório.

A presente pesquisa permitiu um grande aprendizado sobre o tema. A diversidade de agentes que mobiliza o processo de inovação tecnológica ainda não é discutida em grande escala no país e percebeu-se que, especialmente na construção civil, a literatura sobre inovações tecnológicas é muito escassa.

Entretanto, as potencialidades são muitas e devem ser exploradas. No caso do adobe produzido com macrófitas aquáticas, verificou-se ser um material com grandes potenciais. São muitas suas qualidades no contexto da sustentabilidade.

O trabalho demonstrou também a eminência de maiores desdobramentos da pesquisa, tanto do material em si, quanto em relação o processo de inovação na Indústria da Construção Civil. Tendo em vista a importância de se conhecer melhor o material e o processo de inovação na cadeia, alguns temas podem ser propostos como perspectiva para futuras pesquisas, por exemplo: a avaliação de outras espécies de macrófitas para o material, estudo quanto às formas de produção e os índices que podem ser alcançados; investigação sobre as origens dos entraves da cadeia da construção brasileira perante a Inovação Tecnológica, entre outros.



**REFERÊNCIAS**  
**BIBLIOGRÁFICAS**

---

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIKO, Alex Kenya. *Tecnologias apropriadas em construção civil*. In: FREIRE, W.J. e BERALDO, A.L. (org.). *Tecnologias e Materiais Alternativos de Construção*. Campinas: Editora Unicamp, 2003. 336p.
- \_\_\_\_\_, BARROS, M. S., REZENDE, M. A. P. Barreiras e facilitadores da Inovação Tecnológica na produção de habitações populares. In: *Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído*, Foz do Iguaçu, 2002. Anais ENTAC'02. Foz do Iguaçu, 2002.
- ALBUQUERQUE, Lynaldo Cavalcanti de, ROCHA NETO, Ivan. *Ciência, tecnologia e regionalização: descentralização, inovação e tecnologias sociais*. Rio de Janeiro: Garamond, 2005. 294 p.
- AMORIM, Sérgio R. Leusin. *Políticas Tecnológicas na construção civil leve no Brasil – 1965-1990*. Rio de Janeiro: COPPE UFRJ, 1992.
- AVELLAR, Ana Paula Macedo de. *Avaliação de políticas de fomento à Inovação no Brasil: impacto dos incentivos fiscais e financeiros em 2003*. 171 p. Tese (Doutorado em Economia). Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2007.
- ARRUDA, Marcos, VERMULM, Roberto, HOLLANDA, Sandra. *Inovação Tecnológica no Brasil: a indústria em busca da competitividade global*. São Paulo: ANPEI, 2006.
- BARAÑANO, Ana Maria. Gestão da Inovação Tecnológica: Estudo de Cinco PMEs Portuguesas. *Revista Brasileira de Inovação*. Rio de Janeiro, v. 4, nº 1, p. 57-96, jan./jun. 2005.
- BERMUDEZ, Afonso. Incubadoras de Empresas e Inovação Tecnológica: o caso de Brasília. *Parcerias Estratégicas*. Brasília: Ministério de Ciência e Tecnologia - Centro de Estudos Estratégicos, nº8, maio de 2000.
- BLUMENSCHHEIN, Raquel Naves. *A Sustentabilidade na Cadeia Produtiva da Indústria da Construção*. 263p. Tese (Doutorado em Desenvolvimento

Sustentável). Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília. Brasília, 2004.

BNDES. *Capacitação tecnológica na indústria*. Rio de Janeiro: Departamento de estudos DEEST, 1990.

BRUNDTLAND, Gro Harlem. *Our Common Future: from one earth to one world*. Nova York: Oxford University Press, 1987.

CARNEIRO, Alex Pires, BRUM, Irineu Antônio, CASSA, José Clodoaldo. *Reciclagem de entulho para a produção de materiais de construção*. Salvador: EDUFBA, 2001. 312 p.; il.

CASSIOLATO, José E. SZAPIRO, Marina. *Arranjos e Sistemas Inovativos e Produtivos Locais no Brasil*. In: LASTRES, H. M. et al. (org). *Proposição de políticas para a promoção de sistemas produtivos locais de micro, pequenas e médias empresa*. Rio de Janeiro: UFRJ, 2002.

CASTRO, Jorge Azevedo de. *Invento e Inovação Tecnológica: produtos e patentes na construção*. São Paulo: Annablume, 1999. 146p.;il.

CHIAVENATO, I. *Empreendedorismo: dando asas ao espírito empreendedor*. São Paulo: Saraiva, 2004.

CODETEC – Unicamp. *Considerações sobre Tecnologia Apropriada*. Campinas, 1979.

COLEN, A. G. N., SILVA, D. S., MARTINS, A. K. E. *Elaboração de mapas de Geounidades do Parque Estadual de Lajeado no município de Palmas – TO. XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*. Florianópolis, abril 2007. São José dos Campos: INPE, 2007.

COSTA, Achyles B. *O desenvolvimento econômico na visão de Joseph Schumpeter*. *Cadernos IHU idéias*. São Leopoldo, n. 47. 2006.

DETHIER, Jean. *Arquiteturas de terra, ou, o futuro de uma tradição milenar*. Rio de Janeiro: Avenir, 1982. 208 p.

- ELIAS, Luiz Antônio. *Plano de Ação 2007-2010: Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Nacional*. Seminário Complexo Econômico-Industrial de Saúde. Rio de Janeiro, 2008.
- FARIA, Obede Borges. *Utilização de macrófitas aquáticas na produção de adobe: um estudo de caso no Reservatório de Salto Grande (Americana-SP)*. São Carlos, 2002. Tese de Doutorado – Universidade de São Paulo.
- FERNANDES, R. *Tecnologia: Aquisição, Desenvolvimento, Proteção, Transferência e Comercialização*. Rio de Janeiro: Quadratim, 1998.
- FILHO, Francisco de Assis Veloso, NOGUEIRA, Jorge Madeira. O Sistema Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e a promoção econômica de regiões e localidades no Brasil. *Estudos Geográficos*. Rio Claro, v. 4 nº 2, p. 01-15, dezembro, 2006.
- HITT, M. A.; IRELAND, R. D. e HOSKISSON, R. E. *Administração Estratégica*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.
- IEP - INCUBADORA DE EMPRESAS DE PALMAS. *Edital de seleção de projetos para ingresso na Incubadora de Empresas 1/2008*. Prefeitura Municipal de Palmas, Palmas, 2008.
- INVESTCO. *Mapa de locais ocupados pelas macrófitas*. Equipe técnica: SIG INVESTICO S/A. UHELAJ-PBA09-0010-R0. Abril de 2004. Escala: 1:200:000.
- INVESTCO. *Mapa de locais ocupados pelas macrófitas*. Equipe técnica: SIG INVESTICO S/A. UHELAJ-PBA09-0010-R0. Abril de 2005. Escala: 1:200:000.
- INVESTCO. *Relatório Anual de Responsabilidade Socioambiental 2007*. Palmas: INVESTICO S/A, 2007.
- IRGANG, B. E., GASTAL Jr., C. V. S. *Macrófitas aquáticas da planície costeira do RS*. Porto Alegre: CPG-Botânica/UFGS, 1996.

IRINEU, Bianchini Jr, SANTINO, Marcela da Cunha. *UHE Lajeado: inspeção de áreas com incidência de macrófitas aquáticas*. São Carlos, 2005. Relatório de inspeção – Universidade Federal de São Carlos.

\_\_\_\_\_. *UHE Lajeado: inspeção de áreas com incidência de macrófitas aquáticas*. São Carlos, 2006. Relatório de inspeção – Universidade Federal de São Carlos.

\_\_\_\_\_. *UHE Lajeado: inspeção de áreas com incidência de macrófitas aquáticas*. São Carlos, 2007. Relatório de inspeção – Universidade Federal de São Carlos.

JOHNSON, Bjorn, LUNDVALL, Bengt-Ake. *Promovendo Sistemas de Inovação como resposta à economia do aprendizado crescentemente globalizada*. In: LASTRES, Helena M. M. et al. (org.) *Conhecimento, Sistemas de Inovação e Desenvolvimento*. Rio de Janeiro: UFRJ/Contraponto, 2005.

LASTRES, H. M., CASSIOLATO, J. E., ARROIO, A. *Sistemas de Inovação e Desenvolvimento: mitos e realidade da economia do conhecimento global*. In: \_\_\_\_\_ et al. (org.) *Conhecimento, Sistemas de Inovação e Desenvolvimento*. Rio de Janeiro: UFRJ/Contraponto, 2005.

LENGEN, Johan Van. *Manual do Arquiteto Descalço*. Porto Alegre: Livraria do Arquiteto, 2004. 724 p.

MAÑAS, Antonio Vico. *Gestão de tecnologia e inovação*. 3 ed. Tatuapé: Érica, 2001. 172 p.

MCHENRY, Paul Graham, MAY, Gerald W. *Adobe and rammed earth buildings: Design and construction*. New York: J Wiley, 1984. 217 p.

MASCARÓ, J. L., CLARO, A., SCHNEIDER, I. E. *A evolução dos sistemas de construção com o desenvolvimento econômico – uma visão retrospectiva*. São Paulo: FAU/USP, 1992.

OLIVEIRA, Leila Bueno de. *Introdução ao estudo de adobe: construção de alvenaria*. In: *Paranoá*. Brasília: UnB, 2005.



- PEREIRA, Nicole de Castro. JORGE, Ana Meires, MARTINS, Natália Soares. *Cooperativa de produção: construções em adobe produzido com macrófitas aquáticas*. Projeto. Prêmio Técnico Empreendedor: SEBRAE, 2008.
- PETIT, Pascal. *Estrutura e desenvolvimento de uma economia baseada no conhecimento: implicações para políticas*. In: LASTRES, Helena M. M. et al. (org.) *Conhecimento, Sistemas de Inovação e Desenvolvimento*. Rio de Janeiro: UFRJ/Contraponto, 2005.
- PISANI, Maria Augusta Justi. *Taipas: a arquitetura de terra*. *Sinergia: Revista do Centro Federal de Educação Tecnológica de São Paulo*. São Paulo, jan./jun., 2003.
- PLANTAS aquáticas voltam a preocupar. *Jornal do Tocantins*. Palmas, 21 de fevereiro de 2005.
- POTT, Vali Joana, POTT, Arnildo. *Plantas aquáticas do Pantanal*. Brasília: Embrapa, 2000.
- RAPINI, Márcia Siqueira. *Interação Universidade-Indústria no Brasil: Uma análise exploratória a partir do Diretório de Pesquisas do CNPq*. Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Economia da UFRJ, Rio de Janeiro, 2004.
- \_\_\_\_\_, RIGHI, Hérica Moraes. Os Diretórios dos Grupos de Pesquisa do CNPq e a Interação Universidade-Empresa no Brasil em 2004. *Revista Brasileira de Inovação*. Rio de Janeiro, v. 5, nº 1, p. 131-156, jan./jun. 2006.
- REIS, Dácio Roberto dos. *Gestão da Inovação Tecnológica*. 2. ed. Barueri, SP: Manole, 2008. 206p.
- ROCHA, Ivan. *Gestão de conhecimentos e competências*. Brasília: ABIPTI/Universa, 2003.

- RODRIGUES, W., SOUZA, E. C. Valoração dos danos ambientais causados pela implantação da Usina Hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães no município de Porto Nacional - TO: uma aplicação do método de valoração contingente. *Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural*. Anais SOBER'08. Rio Branco, 2008.
- SANTOS, Alysso Silva dos. Especificidade da Legislação Patentária como Barreira às Estratégias de Inovação no Setor Fármaco Brasileiro. In: *I Seminário de Ciência política da UFPE*. Anais. Recife, 2003
- SAVIOTTI, Pier Paolo. *Crescimento da variedade*: implicações políticas para os países em desenvolvimento. In: LASTRES, Helena M. M. et al. (org.) *Conhecimento, Sistemas de Inovação e Desenvolvimento*. Rio de Janeiro: UFRJ/Contraponto, 2005.
- SEBRAE. Estatística Econômica do Tocantins. *Censo Empresarial 2005*. Brasília, 2005. UGE – Unidade de Gestão Estratégica de Estudos e Pesquisas.
- SEBRAE. *Passo a passo*: criação e legalização de Empresas Cooperativas. Editora SEBRAE: São Paulo, 2000.
- SILVA, Cláudia Gonçalves Thaumaturgo de. *Conceitos e Preconceitos relativos às Construções em Terra Crua*. Rio de Janeiro, 2000. Dissertação de Mestrado – Fundação Oswaldo Cruz.
- SILVA, Luiz Otávio Rodrigues. *A formação de Palmas*. Brasília, 2002. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília.
- SPENCER, W., BOWES, G. Ecophysiology of the world's most troublesome aquatic weeds. In: Pieterse, A.H., Murphy, K. J. (Org). *Aquatic weeds*. Oxford: Oxford University Press, 1993.
- STEELE, James. *An architecture for people*: the complete works of Hassan Fathy. New York: Watson Guptil Publications, 1997. 208 p.

UTTERBACK, J. M. *Technological innovation for a dynamic economy*. New York: Pergamon Press, 1983.

VARGAS, M. *Para uma Filosofia da Tecnologia*. São Paulo: Alfa Omega, São Paulo, 1994.

VIANA, Gilney, SILVA, Marina, DINIZ, Nilo. *O desafio da sustentabilidade: um debate socioambiental no Brasil*. São Paulo: Editora Fundação Perseu Abramo, 2001. 364p.

VIOTTI, E.B. *Passive and active national learning systems*. 1997. 311p. Tese (Doutorado em Filosofia). The Graduate Faculty of Political and Social Science of the New School for Social Research, EUA.

\_\_\_\_\_, GUIMARÃES, Arthur Oscar, HOLANDA, Sandra, GALVÃO, Antônio Carlos Filgueira, PARÊS, Ariel Cecílio Garcês. *Dimensão econômica da inovação*. Brasília: SEBRAE, 1997. 147p

## SITES

ABIPTI – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INSTITUIÇÕES DE PESQUISA TECNOLÓGICA. São Paulo. Disponível em: <http://www.abipti.org.br>. Acesso: 08/2008.

AGÊNCIA DE FOMENTO DO ESTADO DO TOCANTINS S/A. *Histórico da Instituição*. Disponível em [www.fomento.to.gov.br](http://www.fomento.to.gov.br) Acesso: 10/2008.

ALBERTO, Luiz. Adobes. Disponível em [www.flickr.com](http://www.flickr.com). Acesso: 01/09/2008.

ANPEI – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA, DESENVOLVIMENTO E ENGENHARIA DAS EMPRESAS INOVADORAS. Brasília. Disponível em <http://www.anpei.org.br/>. Acesso: 03/09/2008.

CNPq – CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO. Brasília. Disponível em: <http://www.cnpq.br/>. Acesso: 15/08/2008.

DCS – UFLA. Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras. Solos do Cerrado. Disponível em <http://www.dcs.ufla.br/Cerrados/> Acesso: 09/2008.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Embrapa Cerrados*. Disponível em <<http://www.cpac.embrapa.br>> Acesso: 09/2008.

FENANDEZ, Alberto. Casa de Adobe. (Fotografia), 2006. Disponível em [www.flickr.com](http://www.flickr.com). Acesso: 01/11/2008.

FINEP – FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS. *Fundos setoriais*. Brasília. Disponível em: [http://www.finep.gov.br/fundos\\_setoriais](http://www.finep.gov.br/fundos_setoriais). Acesso: 21/06/2008.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Brasília. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/>. Acesso: 06/04/2004.

INMET. Instituto nacional de Meteorologia. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br>>. Acesso: 12/05/2008.

INPE – INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. São José dos Campos. Disponível em: <http://www7.cptec.inpe.br/> . Acesso: 10/ 2008.

LE CENTRE DE LA CULTURE ET DES TECHNIQUES DE LA TERRE. *Les propriétés de La terre crue*. Disponível em <<http://archecologie.free.fr/presentation/demarche/demarche1.htm>> Acesso em: 15/08/2008.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. *Lei nº 10.937 de 02/12/2004*. Disponível em: <http://www.mct.gov.br> Acesso em 02 de março de 2008.

MEC – MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. *Avaliação de instituições de ensino superior*. Brasília. Disponível em: <http://www.mec.gov.br>. Acesso: 10/10/2008.

NETO, Walfrido. *Fotos de adobe*. Disponível em: [www.walfridoneto.wordpress.com](http://www.walfridoneto.wordpress.com) .Acesso: 15/09/2008.

PALMAS. *Lei nº 1365 de 01/03/05*. Dispõe sobre a organização e estrutura administrativa do Poder Executivo do Município de Palmas e dá outras providências. Disponível em: <http://www.palmas.to.gov.br> Acesso: 29/09/2008.

PALMAS. *Lei nº 45/90 de 22/03/90*. Código de Obras. Disponível em: <http://www.palmas.to.gov.br> Acesso: 09/2008.

SIG PALMAS – Sistema de Informações Geográficas de Palmas. *Mapas do aspecto físico de Palmas*. Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano e Habitação de Palmas. Disponível em [www.palmas.to.gov.br/seduh](http://www.palmas.to.gov.br/seduh) Acesso: 07/2008.

TOCANTINS. *Lei nº 1664 de 22/02/06*. Dispõe sobre o Conselho Estadual de Ciência e Tecnologia e adota outras providências. Disponível em: <http://www.portaldocidadao.to.gov.br>. Acesso: 07/2008.

Western Australian Herbarium. *FloraBase: The Western Australian Flora*. Department of Environment and Conservation, 1998. Disponível em: <http://florabase.dec.wa.gov.au/> Acesso: 08/2008.

**ANEXO**

Fotografia mostrada na pesquisa de opinião



**Figura 23:** Casa em adobe. Fonte: PEREIRA et al (2008).