

# FUNDAÇÃO CETEC: P&D EM BIOMASSA PARA ENERGIA<sup>1</sup>

*Cetec Foundation: R&D in Biomass for Energy*

Lincoln Cambraia Teixeira<sup>2</sup>, Omar Campos Ferreira<sup>3</sup> e Enil Almeida Brescia<sup>4</sup>

**Resumo:** A Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais – CETEC – foi criada em 1972, pelo Governo do Estado de Minas Gerais, como instituição que procedesse a interface da pesquisa gerada pela universidade para a indústria, com base nos estudos de viabilidade técnica, econômica e de escalonamento. Com este objetivo, aprimorando ou desenvolvendo novas tecnologias, sua atuação tem sido de forma multidisciplinar, com ênfase nas áreas de materiais e energia. Neste trabalho estão descritas todas as suas atividades de pesquisa e desenvolvimento relacionadas a um tema muito atual e importante para o País, ou seja, biomassa para geração de energia.

**Palavras-chave:** Biomassa, energia, carvão vegetal, biogás, álcool e biodiesel.

**Abstract:** The Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais – CETEC, a state –based technological institution, was created in 1972 to apply the research developed by universities for industries, based on technical and economic considerations. Thus, new technologies have been improved or developed for application in several fields, mainly in materials and energy. This work describes all the activities developed by CETEC in research and development related to today's relevant issue of biomass to energy.

**Key words:** Biomass, energy, charcoal, biogas, alcohol, and bio-diesel.

## 1 INTRODUÇÃO

A Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais – CETEC, com sede em Belo Horizonte, foi criada em 1972 com base na política de racionalização e modernização do País, implantada pelo Governo Federal a partir de 1964. A justificativa de sua existência estava na afirmação de que “A idealização e a concretização de um centro que reúne ciência, tecnologia e planejamento governamental são frutos da convergência de interesse de cientistas e políticos unidos por um

mesmo objetivo: dotar o Estado de Minas Gerais de um instrumento que o tornasse auto-suficiente e autônomo no campo da tecnologia” (CETEC, 2002).

Relacionadas à pesquisa e ao desenvolvimento destacam-se as áreas de tecnologia mineral, de materiais e metalurgia, química, automotiva e energia. No campo da energia, durante a organização dos programas institucionais, a estratégia adotada no CETEC foi a de pesquisar as fontes não-convencionais, ou seja, originadas da biomassa devido ao

<sup>1</sup> Recebido para publicação em 1.6.2004 e aceito em 28.8.2004.

<sup>2</sup> Ph.D., Pesquisador do CETEC, Prof. da REDEMAT (UFOP-CETEC-UEMG), Av. José Cândido da Silveira 2000, 31170-000 Belo Horizonte-MG, <lincoln.cambraia@cetec.br>; <sup>3</sup>M.S., Assessor da SECTES-MG; e <sup>4</sup>M.S., Coordenadora do Programa de Uso Múltiplo de Florestas Renováveis - SECTES-MG.

favorecimento das condições climáticas do País, como também de apoiar o programa de siderurgia a carvão vegetal do Estado (CETEC, 2002). Portanto, foram executados diversos projetos tecnológicos relacionados à produção de carvão vegetal, biogás, gaseificação da madeira, produção de álcool, biodiesel, inventários de recursos naturais, levantamentos de estado da arte, diagnósticos, laudos técnicos e estudos de balanço energético e de formação de preço em biomassas para energia.

Recentemente, através da iniciativa de parte do corpo técnico da Instituição, foi iniciada a parceria entre outras instituições de ensino com a criação do Programa de Pós-Graduação no CETEC. Para permitir esta ampliação foi criada a REDEMAT, Rede Temática em Engenharia de Materiais, juntamente com a Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP – e a Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG, em 1995. Desde a sua criação, 75 mestres e 1 doutor foram formados.

Este trabalho apresenta todas as pesquisas relacionadas ao uso da biomassa para geração de energia, realizadas no CETEC desde a sua criação.

## 2 PESQUISA E DESENVOLVIMENTO

### 2.1 Inventário florestal

No período compreendido entre o final dos anos 1970 e 1980 foram realizados, pelo CETEC, vários trabalhos sobre inventário dos recursos vegetais em Minas Gerais e em outros Estados. As florestas nativas do Estado foram muito bem descritas e inventariadas (CETEC, 1983a). Na mesma época, as florestas da região do alto São Francisco foram mensuradas quanto ao rendimento dos componentes lenhosos (CETEC, 1983b). As florestas plantadas também receberam uma atenção especial (CETEC, 1988a). Foi realizado ainda o levantamento das formações

vegetais relacionadas à produção de carvão vegetal (CETEC, 1978a). Estudos de aproveitamento da biomassa florestal foram conduzidos no Estado do Amazonas (CETEC, 1983c). Devido à importância econômica e ambiental, o babaçu e os coqueiros assemelhados mereceram um tratamento especial, com um estudo completo que inclui aspectos tecnológicos para aproveitamento, produção de óleo e melhoramento das espécies (CETEC, 1982a). Trabalho semelhante também foi conduzido para o Estado do Piauí (CETEC, 1979a).

O zoneamento ecológico de culturas energéticas de Minas Gerais e dos outros Estados da União foi concluído no começo de 1980 (CETEC, 1982b).

### 2.2 Carvão vegetal

A contribuição do CETEC na área de carvão vegetal foi sem dúvida uma das mais expressivas, e até hoje é reconhecida nos meios acadêmico e industrial. O desenvolvimento e a otimização da produção foram descritos em vários trabalhos (CETEC, 1976, 1977, 1982c, d, 1985a, 1990a, 1994a, Penedo, 1980). Através de um trabalho de compilação, foram geradas duas publicações técnicas referentes à tecnologia de produção e utilização de carvão vegetal (Penedo, 1982a, b).

A caracterização físico-química do carvão vegetal relacionada à aplicação doméstica e metalúrgica, bem como de seus derivados: briquetes e finos, incluindo as metodologias para proceder tais caracterizações, foi descrita em diversos trabalhos (CETEC, 1984a, b, c, 1989a; OLADE-CETEC-Florestal Acesita, 1983). A utilização de aditivos para pelotização de carvão vegetal também foi investigada (CETEC, 1985d).

A realização de cursos e transferência tecnológica para outros Estados e países está muito bem documentada (CETEC, 1983, 1985e, 1987a, 1988c, d). A edição de manuais para produção e operação de fornos também

foi viabilizada com duas publicações (CETEC, 1982e; 1987b).

Três estudos de balanços térmicos e de massa foram também realizados e descritos através de notas técnicas (CETEC, 1986a, b; 1987c).

Foram elaborados diagnósticos, compreendendo todas as etapas da produção de carvão e ferro-gusa, para o setor produtivo (CETEC, 1987d, 1988g).

O uso do carvão vegetal de babaçu, em processos de redução e produção, foi descrito por meio de relatórios técnicos de pesquisa (CETEC, 1981, 1984).

Por último, destaca-se uma edição contendo citações sobre florestas energéticas, biomassa, madeira, babaçu, carvão vegetal, gases não-condensáveis, alcatrão, pirolelhoso e siderurgia a carvão vegetal (CETEC, 1983d).

### 2.3 Gaseificação de biomassa

O processo de gaseificação de biomassa está bem detalhado através de publicação técnica seriada (Penedo, 1981) e relatório de pesquisa (CETEC, 1986). Um manual de operação e manutenção de gaseificadores de pequena potência, 15 HP no eixo motor, foi gerado no início da década de 1990 (CETEC, 1990b).

### 2.4 Biogás

Pesquisas aplicadas para produção de biogás, em escala piloto, foram realizadas e geraram um manual de construção e operação de biodigestores (CETEC, 1981b).

### 2.5 Álcool

Pelo fato de o Brasil ter deflagrado o programa do álcool no final dos anos de 1970, foram desenvolvidos vários projetos no CETEC, relacionados ao desenvolvimento e

à qualidade deste combustível renovável. Nesta mesma época foi elaborado o estado da arte sobre a sua produção a partir da madeira (CETEC, 1978b).

O desenvolvimento experimental em planta-piloto do processo de produção de etanol a partir de materiais celulósicos foi descrito através de documento interno (CETEC, 1979b).

Dentro de uma nova concepção para produção de etanol a partir de materiais lignocelulósicos, o CETEC tem investido na capacitação de pessoal em tecnologias sustentáveis, com utilização de microorganismos modificados geneticamente em novos processos denominados SSCF, "*Simultaneous Saccharification and Co-Fermentation*" (Teixeira et al., 1998, 2000), ou através de processos que envolvam menor custo de produção, ou seja, sem a necessidade de utilização de enzimas (Teixeira & Rosenstiel, 2002). A Figura 1 mostra o fluxograma proposto para produção concomitante de etanol, biogás e fertilizante natural a partir de resíduos do processamento da cana-de-açúcar.

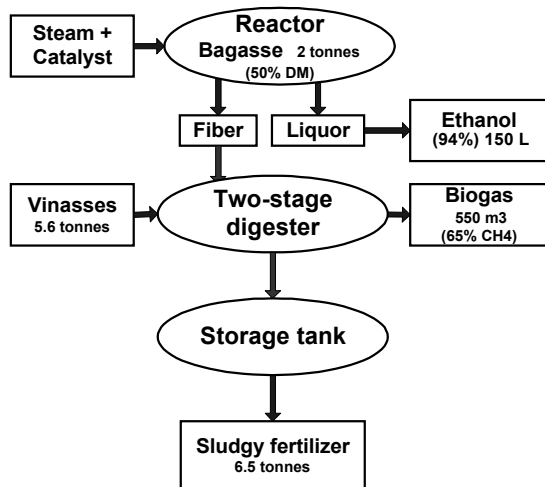
O estudo das propriedades do álcool etílico, bem como o desgaste e a corrosão em motores, foi realizado e descrito (CETEC, 1985e; 1985f).

Como instituição prestadora de serviços analíticos, o CETEC deu suporte ao programa do álcool às usinas mineiras, goianas e mato-grossenses na área de qualidade do álcool anidro e hidratado produzido.

Atualmente o CETEC, em parceria com a CEMIG, está desenvolvendo projetos de adequação de motores movidos a álcool para produção de energia elétrica.

### 2.6 Biodiesel

Devido ao elevado preço do petróleo, os trabalhos em pesquisa e desenvolvimento da produção de biodiesel, abrangendo o estudo completo de nove oleaginosas nativas em



Fonte: Teixeira & Rosenstiel (2002)

**Figura 1** – Fluxograma proposto para produção de etanol, biogás e fertilizante natural a partir de resíduos sólidos e líquidos do processamento da cana-de-açúcar.

**Figure 1** – Flowchart proposed for the production of ethanol, biogas and natural fertilizer from solid and liquid residues derived from sugarcane processing.

Minas Gerais (CETEC, 1983e), iniciaram-se em 1980. O relatório técnico da pesquisa foi reeditado, na íntegra pela extinta Secretaria de Tecnologia Industrial (STI-MIC, 1985). No mesmo ano, através de trabalho realizado em programa institucional, foi gerado um documento interno sobre o emprego de óleos vegetais para fins carburantes, onde se encontram registradas informações sobre o potencial oleífero de Minas, a produção e o emprego energético de óleos vegetais e custo de produção (CETEC, 1985g).

Estudos de estabilidade química e de ensaios em motores foram conduzidos para o óleo de pinhão-manso puro, transesterificado e em misturas de 10 e 30% em relação ao diesel (CETEC, 1989b).

O balanço energético da produção de biodiesel foi divulgado através de artigo científico (Martins & Teixeira, 1984). Parte dos

resultados obtidos com a pesquisa e produção de biodiesel foi divulgada em simpósio internacional especializado (Martins et al., 1988).

O CETEC, em parceria com a CEMIG, vem realizando pesquisa e desenvolvimento da produção de biodiesel, em escala de bancada e planta-piloto, para geração de energia elétrica em microturbinas e motores estacionários.

### 2.7 Balanço energético e outros trabalhos

Em 1978, foram concluídos o balanço energético do Estado, a descrição de diversos processos industriais para uso de biomassa (CETEC, 1978c) e os estudos de conservação de energia (CETEC, 1985h). Publicou-se, então, a descrição do uso da energia no setor produtor de carvão vegetal (CETEC, 1987e). Um diretório de projetos de pesquisa e desenvolvimento em energia foi gerado (1987f).

O acompanhamento da formação de preços de energéticos foi descrito (CETEC, 1989c), como também as máquinas e os equipamentos para fontes alternativas de energia. Além de fontes convencionais, foi incluído o cadastro de fabricantes de equipamentos (CETEC, 1985i).

### 3 CONCLUSÃO

Diante de tantos trabalhos, referências bibliográficas, registros de transferências tecnológicas e outras atividades relacionadas à pesquisa e ao desenvolvimento, pode-se concluir que o CETEC tem dado uma expressiva contribuição na área de biomassa para geração de energia, cumprindo, desta forma, seu papel como instituição executora de projetos tecnológicos.

A ampliação de suas atividades na formação de recursos humanos, através do Programa de Pós-Graduação da REDEMAT, tem sido possível, e o seu rendimento é reconhecido pela CAPES.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS – CETEC. Estudo da influência da temperatura de carbonização na resistência ao esmagamento e ao tamboramento do carvão vegetal. Belo Horizonte: CETEC, 1976, 1 v. (Relatório Técnico)
- FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS – CETEC. Caracterização e otimização dos processos de fabricação de carvão vegetal em fornos de alvenaria – 1ª e 2ª Fases. Belo Horizonte: CETEC, 1977. 2 v. (Relatório Final)
- FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS – CETEC. Levantamento das formações vegetais de carvoejamento do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte: CETEC, 1978a. 83 p. (Relatório Técnico Final)
- FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS – CETEC. Estado-da-arte da produção de etanol a partir da madeira. Belo Horizonte: CETEC, 1978b. 2 v. 222 p. (Documento Interno)
- FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS – CETEC. Projeto energia – balanço energético do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte: CETEC, 1978c, 1 v. (Documento Interno)
- FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS – CETEC. Plano de racionalização do aproveitamento do babaçu no Estado do Piauí. Belo Horizonte: CETEC, 1979a, 1 v. (Relatório Técnico Final)
- FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS – CETEC. Desenvolvimento experimental em planta-piloto de processo de produção de etanol a partir de materiais lignocelulósicos. Belo Horizonte: CETEC, 1979b. 1 v. (Documento Interno).
- FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS – CETEC. Fabricação de ferro gusa em forno elétrico de redução utilizando-se carvão de babaçu como redutor – estudo comparativo com carvão vegetal. Belo Horizonte: CETEC, 1981a. 58 p. (Relatório Técnico Final)
- FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS – CETEC. Manual de construção e operação de biodigestores. Belo Horizonte: CETEC, 1981. 37 p. (Série de Publicações Técnicas, 3)
- FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS – CETEC. Inventário do babaçu e coqueiros assemelhados de Minas Gerais. Belo Horizonte: CETEC, 1982a. 1 v. (Relatório Técnico Final)
- FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS – CETEC. Zoneamento ecológico de culturas energéticas. Belo Horizonte: CETEC, 1982c. (Relatório Técnico Final)
- FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS – CETEC. Otimização do processo de carbonização da madeira e do coco de babaçu em fornos de alvenaria. Belo Horizonte: CETEC, 1982c, 1 v. (Relatório Técnico Final)
- FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS – CETEC. Desenvolvimento de fornos de alvenaria não convencionais. Belo Horizonte: CETEC. 1982d. 38 p. (Relatório de Acompanhamento 3)
- FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS – CETEC. Manual de construção e operação de fornos de carbonização. Belo Horizonte: CETEC, 1982e. 55 p. (Série de Publicações Técnicas 7)
- FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS – CETEC. Levantamento das formações vegetais nativas lenhosas de Minas Gerais. Belo Horizonte: CETEC, 1983a, 1v. (Relatório Técnico Final)
- FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS – CETEC. Mensuração de rendimentos dos componentes lenhosos das formações vegetais nativas da região do Alto do São Francisco. Belo Horizonte: CETEC, 1983b, 90 p. (Relatório Técnico Final)
- FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS – CETEC. Estudos para aproveitamento da biomassa florestal nas proximidades de Humaitá – AM. Belo Horizonte: CETEC, 1983, 1v. (Relatório Técnico Final)
- FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS – CETEC. Produção e utilização de carvão vegetal – Curso e exposição de fornos de carbonização. Belo Horizonte: CETEC, 1983c. 1 v. (Publicação Técnica)
- FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS – CETEC. Bibliografia brasileira de carvão vegetal. Belo Horizonte: CETEC, 1983d. 1 v. (Série de Publicações Técnicas, 11)

- FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS – CETEC. Produção de combustíveis líquidos a partir de óleos vegetais. Belo Horizonte: CETEC, 1983. 2 v. (Relatório Técnico Final)
- FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS – CETEC. Desenvolvimento de testes normalizados para caracterização de carvão vegetal. Belo Horizonte: CETEC, 1984a. 92 p. (Relatório Técnico Final)
- FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS – CETEC. Fabricação de Fe-Si-Mn e Fe-Mn-Ac, utilizando-se carvão de babaçu como agente redutor. Belo Horizonte: CETEC, 1984b, 47 p. (Relatório Técnico Final)
- FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS – CETEC. Produção de carvão a partir de espécies nativas de propriedade da AMCEL-ICOMI no território do Amapá. Belo Horizonte: CETEC, 1985a. 158 p. (Relatório Técnico Final)
- FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS – CETEC. Caracterização de briquetes de carvão vegetal para utilização doméstica. Belo Horizonte: CETEC, 1985b, 1 v. (Relatório Técnico Final)
- FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS – CETEC. Caracterização do carvão vegetal: utilização em alto-forno. Belo Horizonte: CETEC, 1985c. 1 v. (Relatório Técnico Final)
- FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS – CETEC. Aditivos para pelotização de carvão vegetal. Belo Horizonte: CETEC, 1985d. 1 v. (Relatório Técnico Final)
- FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS – CETEC. Efeito das propriedades do álcool etílico em motores ciclo Otto – 1ª e 2ª Fase. Belo Horizonte: CETEC, 1985e. 78 p. (Relatório Técnico Final)
- FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS – CETEC. Estudo de desgaste e corrosão em motores – 2ª fase. Belo Horizonte: CETEC, 1985f. 134 p. (Relatório Técnico Final)
- FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS – CETEC. Emprego de óleos vegetais para fins carburantes. Belo Horizonte: 1985g. 1 v. (Documento Interno, CETEC)
- FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS – CETEC. Energia – Coordenação geral: conservação de energia de biomassa. Belo Horizonte: CETEC, 1985h. 1 v. (Documento Interno)
- FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS – CETEC. Máquinas e equipamentos para fontes alternativas de energia. Belo Horizonte: CETEC, 1985i. 1 v. (Documento Interno)
- FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS – CETEC. “Biomass gasifier monitoring project in Brazil”. Belo Horizonte: CETEC, 1986. 2 v. (Relatório Técnico Parcial)
- FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS – CETEC. Transferência de tecnologia de construção e operação de fornos de alvenaria, para carbonização da casca de babaçu. Belo Horizonte: CETEC, 1987a. 1 v. (Relatório Final)
- FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS – CETEC. Manual de construção e operação do forno rabo-quente. Belo Horizonte: CETEC, 1987b. 64 p. (Manual Técnico)
- FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS – CETEC. Transferência de tecnologia na área de carbonização. Belo Horizonte: CETEC, 1985. 1 v. (Relatório Técnico Final)
- FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS – CETEC. Novas considerações sobre o balanço térmico para fornos de alvenaria. Belo Horizonte: CETEC, 1986a. 34 p. (Nota Técnica)
- FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS – CETEC. Memória de cálculo do balanço térmico para fornos de alvenaria. Belo Horizonte: CETEC, 1986a. 28 p. (Nota Técnica)
- FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS – CETEC. Balanços de massa e energia de fornos de alvenaria para produção de carvão vegetal. Belo Horizonte: CETEC, 1987c. 25 p. (Nota Técnica)
- FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS – CETEC. Diagnóstico e perspectivas do sistema produtivo de carvão vegetal. Belo Horizonte: CETEC, 1987d. 1 v. (Relatório Técnico Final)

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS – CETEC. Uso da energia no Setor Produtor de Carvão Vegetal em Minas Gerais. Belo Horizonte: CETEC, 1987e. 1 v. (Relatório Técnico)

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS – CETEC. Projeto de pesquisa e desenvolvimento em energia: diretório de Minas Gerais. Belo Horizonte: CETEC, 1987f. 1 v. 280 p. (Documento Interno)

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS – CETEC. Mapeamento e inventário da cobertura vegetal nativa e de florestas plantadas no Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte: CETEC, 1988a. 1 v. (Relatório Técnico Final)

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS – CETEC. Desenvolvimento de metodologia de amostragem de finos de carvão vegetal. Belo Horizonte: CETEC, 1988b. 39 p. (Relatório Técnico)

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS – CETEC. Assistência técnica ao pequeno produtor de carvão vegetal. Belo Horizonte: CETEC, 1988c. 1 v. (Relatório Parcial)

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS – CETEC. Programa de cooperação técnica no setor de energia e recursos naturais. Belo Horizonte: CETEC, 1988d. 1 v. (Relatório Técnico Final)

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS – CETEC. Transferência de tecnologia de carvão vegetal para países da América Latina. Belo Horizonte: CETEC, 1988e. 1 v. (Relatório de Transferência Tecnológica)

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS – CETEC. Transferência de tecnologia para o Acre: carvão vegetal. Belo Horizonte: CETEC, 1988f. 1 v. (Relatório de Transferência Tecnológica)

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS – CETEC. Diagnóstico energético do setor independente de ferro gusa em Minas Gerais. Belo Horizonte: CETEC, 1988g. 2 v. (Relatório Técnico Final)

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS – CETEC. Caracterização de briquetes de carvão vegetal de minérios de ferro, manganês e de carvão vegetal. Belo Horizonte: CETEC, 1989a. 1 v. (Relatório Técnico Final)

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS – CETEC. Produção de óleo de pinhão manso para avaliação de desempenho e durabilidade de motores do ciclo Diesel. Belo Horizonte: CETEC, 1989b. 2 v. (Relatório Técnico Final)

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS – CETEC. Acompanhamento da formação de preço de energéticos e relações de substituição. Belo Horizonte: CETEC, 1989c. 1 v. (Relatório Técnico Final)

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS – CETEC. Produção de carvão vegetal e gaseificação da madeira. Belo Horizonte: CETEC, 1990a. 17 p. (Relatório Técnico Parcial)

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS – CETEC. Gaseificador de pequena potência a carvão vegetal. Belo Horizonte: CETEC, 1990b. 24 p. (Manual de Operação e Manutenção)

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS – CETEC. Influência de variáveis de processo no rendimento e qualidade de carvão vegetal. Belo Horizonte: CETEC, 1994a. 55 p. (Relatório Técnico Final)

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS – CETEC. Desenvolvimento de metodologia para amostragem de carvão vegetal. Belo Horizonte: CETEC, 1994f. 46 p. (Relatório Técnico Final)

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS – CETEC. **Ciência, tecnologia e estado: trajetória da Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais – CETEC, 1972-2002.** Belo Horizonte, 2002. 188 p.

MARTINS, H.; PEREIRA, L. R.; TEIXEIRA, L. C. Production of fuel mixtures from vegetable oil and ethyl alcohol. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ALCOHOL FUELS, NEW ENERGY AND INDUSTRIAL TECHNOLOGY DEVELOPMENT ORGANIZATION – NEDO, 1988, Tóquio. **Proceedings...** Tóquio: 1988. p. 131-135.

- MARTINS, H.; TEIXEIRA, L. C. Balanço energético da produção de óleos vegetais transesterificados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA, 3., 1984, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: 1984, v. 4, p. 164-1649.
- OLADE-CETEC-Florestal Acesita. Curso sobre carbon vegetal para Centro América. Guatemala: OLADE-CETEC-Floresta Acesita, Ministerio Energía y Minas de Guatemala. 1983. 1 v. (Publicação Técnica)
- PENEDO W. R. Uso da madeira para fins energéticos. Belo Horizonte: CETEC, 1980. 158 p. (Série de Publicações Técnicas, 1)
- PENEDO, W. R. Gaseificação da madeira e carvão vegetal. Belo Horizonte: CETEC, 1981. 131 p. (Série de Publicações Técnicas, 4)
- PENEDO, W. R. Carvão vegetal: destilação, carvoejamento, propriedades e controle de qualidade. Belo Horizonte: CETEC, 1982. 173 p. (Série de Publicações Técnicas, 6).
- PENEDO, W. R. Produção e utilização de carvão vegetal. Belo Horizonte: CETEC, 1982b. 393 p. (Série de Publicações Técnicas, 8).
- STI-MIC. Produção de combustíveis líquidos a partir de óleos vegetais. STI-MIC, Brasília: 1985. 364 p.
- TEIXEIRA, L. C. **Alkaline-peracetic acid as a pretreatment of lignocellulosic biomass for ethanol fuel production.** 1988. 161 f. Thesis ( Ph.D.) – Colorado State University, Fort Collins, 1998.
- TEIXEIRA, L. C.; LINDEN, J. C.; SCHROEDER, H. A. Simultaneous sacharification and cofermentação of peracetic acid pretreated biomass. **Applied Biochemistry and Biotechnology**, v. 84/86, p. 111-127, 2000.
- TEIXEIRA, L. C.; ROSENSTIEL, R. O. H. Processo inovador para conversão de biomassa lignocelulósica em álcool, biogás e fertilizante natural. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 16., Campinas, 2002. **Anais...** Campinas: AGRENER, UNICAMP, 2002. Compact Disc. CD-ROM