



PROJETO DE FORTALECIMENTO TECNOLÓGICO
DO APL DE CAL E CALCÁRIO DO PARANÁ
Convênio FINEP – TECPAR n° 01.05.0989.00

META FÍSICA 3

MATRIZES ENERGÉTICAS ALTERNATIVAS PARA INDUSTRIALIZAÇÃO DA CAL NO PARANÁ

CURITIBA
2008



Ministério da
Ciência e Tecnologia



**PROJETO DE FORTALECIMENTO TECNOLÓGICO DO APL DE
CAL E CALCÁRIO DO PARANÁ**

META FÍSICA 3

**MATRIZES ENERGÉTICAS ALTERNATIVAS
PARA INDUSTRIALIZAÇÃO DA CAL NO
PARANÁ**

Convênio: 01.05.0989.00

Concedente: Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP

Conveniente/Executor: Instituto de Tecnologia do Paraná –
TECPAR

Interveniente/Co-financiador: Associação dos Produtores
de Derivados do Calcário – APDC

Co-executor: Minerais do Paraná SA - MINEROPAR

Instituições colaboradoras: Sindicato das Indústrias de
Extração de Mármore, Calcários e Pedreiras no Estado
do Paraná – SINDEMCA, Sindicato da Cal do Paraná –
SINDICAL, Associação Paranaense de Produtores de
Calcário – APROCAL

**PROJETO DE FORTALECIMENTO TECNOLÓGICO DO APL DE
CAL E CALCÁRIO DO PARANÁ**

META FÍSICA 3

**MATRIZES ENERGÉTICAS ALTERNATIVAS
PARA INDUSTRIALIZAÇÃO DA CAL NO
PARANÁ**

Coordenação Geral

Augusto Cesar Fayet – TECPAR

Fábio Pini – APDC

Oscar Salazar Jr - MINEROPAR

Elaboração

OPTIMIZA CONSULTORIA

Rua Manoel Alberti, 186

Jd. Osasco, Colombo - PR - CEP 83403 -140

(41) 3037-2929 - www.optimizaconsult.com.br



Coord. Eng. Químico Alexandre Garay

Quim. Ambiental Fabiola A. Schramm

Espec. em Mercado Neusa R. Furlan

SUMÁRIO

| | | |
|--------|--|----|
| 1. | INTRODUÇÃO | 7 |
| 2. | OBJETIVOS..... | 10 |
| 3 | BASE REFERENCIAL | 12 |
| 3.1. | CARACTERIZAÇÃO DO SETOR | 12 |
| 3.2. | DEMANDA TÉRMICA DO SETOR – CAL VIRGEM | 14 |
| 3.3. | METODOLOGIA..... | 14 |
| 4. | DADOS DE EXECUÇÃO..... | 18 |
| 4.1. | MATRIZES IDENTIFICADAS..... | 18 |
| 4.2. | CARACTERIZAÇÃO DAS MATRIZES ENERGÉTICAS..... | 20 |
| 4.2.1. | TABELA 03 – PODER CALORÍFICO DA MATRIZ | 20 |
| 4.2.2. | TABELA 04 – DISPONIBILIDADE ENERGÉTICA POTENCIAL (10 MATRIZES CARACTERIZADAS) | 21 |
| 4.2.3. | TABELA 05 – DISPONIBILIDADE ENERGÉTICA POTENCIAL (20 MATRIZES PARCIALMENTE CARACTERIZADAS) | 22 |
| 4.2.4. | TABELA 06 – CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS E AMBIENTAIS (10 MATRIZES CARACTERIZADAS)..... | 23 |
| 4.2.5. | TABELA 07 – CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS E AMBIENTAIS (20 MATRIZES PARCIALMENTE CARACTERIZADAS)..... | 24 |
| 4.2.6. | TABELA 08 – CUSTO FOB R\$/GCAL (10 MATRIZES CARACTERIZADAS) | 25 |
| 4.3. | CLASSIFICAÇÃO DAS MATRIZES | 27 |
| 4.4. | COMBINAÇÕES ENTRE MATRIZES ENERGÉTICAS | 31 |
| 4.5. | TRATAMENTO E BENEFICIAMENTO DAS MATRIZES ENERGÉTICAS | 33 |
| 4.6. | ESTUDO DE VIABILIDADE..... | 39 |
| 4.6.1. | RESULTADOS DO ESTUDO DE VIABILIDADE | 41 |
| 4.6.2. | JUSTIFICATIVAS QUANTO À VIABILIDADE | 42 |
| 4.6.3. | JUSTIFICATIVA COMPLEMENTAR..... | 43 |
| 4.7. | TESTE PILOTO..... | 46 |
| 4.7.1. | CENTRAL DE BIOMASSA | 50 |
| 4.8. | FICHAS TÉCNICAS | 52 |
| 5. | REFERÊNCIAS..... | 65 |
| 5.1. | SÍTIOS DA INTERNET | 65 |
| 5.2. | NORMAS TÉCNICAS E LEGISLAÇÃO | 72 |
| 5.3. | LIVROS..... | 72 |
| 5.4. | ESTUDOS..... | 73 |
| 6. | EQUIPE DE EXECUÇÃO | 74 |
| 7. | CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 75 |

LISTA DE TABELAS E GRÁFICOS

| | |
|--|----|
| TABELA 01 NECESSIDADE TÉRMICA DO SETOR | 14 |
| TABELA 02 MATRIZES ENERGÉTICAS..... | 18 |
| GRÁFICO 01 NÚMERO DE MATRIZES TRABALHADAS | 19 |
| GRÁFICO 02 PERCENTUAL DE CARACTERIZAÇÃO DAS MATRIZES..... | 19 |
| GRÁFICO 03 CUSTO R\$/ GCAL..... | 26 |
| TABELA 09 AVALIAÇÃO DO CUSTO QUANTO À UTILIZAÇÃO DA MATRIZ GÁS NATURAL.27 | |
| TABELA 10 CLASSIFICAÇÃO EM FAMÍLIAS – 30 MATRIZES IDENTIFICADAS..... | 28 |
| GRÁFICO 04 PARTICIPAÇÃO DAS 30 MATRIZES IDENTIFICADAS..... | 28 |
| GRÁFICO 05 PARTICIPAÇÃO PERCENTUAL DAS 30 MATRIZES IDENTIFICADAS | 29 |
| TABELA 11 CLASSIFICAÇÃO EM FAMÍLIAS – 10 MATRIZES COM CARACTERIZAÇÃO. COMPLETA..... | 29 |
| GRÁFICO 06 PARTICIPAÇÃO DAS 10 MATRIZES COM CARACTERIZAÇÃO COMPLETA30 | |
| GRÁFICO 07 PARTICIPAÇÃO PERCENTUAL DAS 10 MATRIZES COM CARACTERIZAÇÃO COMPLETA..... | 30 |
| TABELA 12 MATRIZES COMBINADAS | 32 |
| GRÁFICO 08 OFERTA POTENCIAL ENERGÉTICA POR GRUPOS COMBINADOS | 33 |
| TABELA 13 ETAPAS DE CAPTAÇÃO OU GERAÇÃO DE MATRIZES..... | 34 |
| TABELA 14 ETAPAS DE BENEFICIAMENTO DAS MATRIZES | 35 |
| TABELA. 15 MATRIZES SELECIONADAS | 36 |
| TABELA 16 GRUPOS DE VIABILIDADE..... | 40 |
| TABELA 17 AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE | 41 |
| GRÁFICO 09 AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE..... | 41 |
| TABELA 18 – MATRIZES AVALIADAS | 42 |
| TABELA 19 COMPARATIVO CONSUMO TÉRMICO E APROVEITAMENTO MINERAL | 45 |
| GRÁFICO 10 COMPARATIVO CONSUMO TÉRMICO E APROVEITAMENTO MINERAL.... | 46 |
| TABELA 20 EQUIPAMENTOS E OPERAÇÕES UNITÁRIAS | 51 |

ANEXOS

| | |
|---|----|
| ANEXO I – FIGURA DA CAIXA DE AMOSTRAS CONTENDO OITO (8) AMOSTRAS DE MATRIZES ENERGÉTICAS (FIGURA A) | 76 |
| ANEXO II –ASPECTO DA CAIXA DE AMOSTRAS CONTENDO OITO (8) AMOSTRAS DE MATRIZES ENERGÉTICAS (FIGURA B) | 78 |

| | |
|---|----|
| ANEXO III –LAUDOS DE ANÁLISE | 80 |
| LAUDO DETECT 8419 - ANÁLISE COMPLEMENTAR - CASCA DE ARROZ..... | 81 |
| LAUDO DETECT 8420 - ANÁLISE COMPLEMENTAR - MAMONA..... | 82 |
| LAUDO DETECT 8421 - ANÁLISE COMPLEMENTAR - CAPIM ELEFANTE..... | 83 |
| LAUDO DETECT 8422 - ANÁLISE COMPLEMENTAR - AGUAPÉ..... | 84 |
| LAUDO DETECT 8423 - ANÁLISE COMPLEMENTAR - TORTA DE SOJA..... | 85 |
| LAUDO DETECT 8738 - ANÁLISE COMPLEMENTAR - BAGAÇO DE CANA DE AÇUCAR.. | 86 |
| RELATÓRIO DE ENSAIO TECPAR 08006453 (BAGAÇO ÚMIDO E SECO, AGUAPÉ, CAPIM ELEFANTE)..... | 87 |
| RELATÓRIO FOSFÉRTIL - OLÉO CARBONADO | 88 |

MATRIZES ENERGÉTICAS ALTERNATIVAS PARA INDUSTRIALIZAÇÃO DA CAL NO PARANÁ

1. INTRODUÇÃO

O presente documento é o relatório final do trabalho de IDENTIFICAÇÃO DE MATRIZES ENERGÉTICAS ALTERNATIVAS PARA INDUSTRIALIZAÇÃO DA CAL NO PARANÁ e tem como objetivo dar continuidade aos relatórios R1, R2 e R3 apresentados anteriormente, com o R4 incorporado a este documento, consolidando assim todas as informações pertinentes a este estudo (contrato TECPAR / Optimiza 041/06), onde:

Relatório Parcial R1 – apresentou a prospecção e pesquisa de matrizes energéticas, informando dados parciais quanto às características do poder calorífico em Gcal/t, disponibilidade em Gcal/ano, disponibilidade em t/ano, densidade aparente do material, estado físico do material, composição química base do material, perspectiva de disponibilidade em Gcal/ano para os próximos dez anos, custo em R\$/Gcal FOB, localização geográfica, distância média do centro consumidor, considerando como referência o entroncamento da Rodovia dos Minérios (PR-092) com o Contorno Norte na Região Metropolitana de Curitiba (PR), interferências de sazonalidade quanto à disponibilidade e informações ambientais complementares de classificação mediante ISO 10004 quando se tratar de resíduo. O relatório parcial R1 atendeu aos incisos IX, X e XI do contrato.

Relatório Parcial R2 – apresentou oito (8) amostras representativas de matrizes energéticas alternativas de um total previsto de quatro (4), a classificação das matrizes quanto ao seu estado físico, composição química base, sazonalidade, poder calorífico e classificação ISO 10.004, e outros critérios específicos. Também avaliou e apresentou possibilidades de combinação de matrizes dentro de critérios técnicos de compatibilidade. O relatório parcial R2 atendeu aos incisos XIV e XV do contrato.

Relatório Parcial R3 – apresentou avaliação de viabilidade para cada alternativa individual e para a combinação possível, considerando eventuais necessidades de

tratamento ou beneficiamento prévio e apontando as justificativas, viabilidade técnica, econômica e ambiental, bem como descreveu as etapas necessárias para tratamento ou beneficiamento e ainda apresentou estimativa de investimentos e custos operacionais para tratamento ou beneficiamento das matrizes. O relatório parcial R3 atendeu ao inciso XVII do contrato.

Relatório Parcial R4 - conforme o contrato este relatório refere-se ao teste em escala piloto, com no mínimo duas (2) alternativas ou combinações, que necessariamente sejam disponíveis, compatíveis e que apresentem melhor viabilidade técnica, econômica e ambiental. O relatório parcial R4 atende ao inciso XIX do contrato.

“Parágrafo Primeiro: O teste piloto deverá abordar um descritivo de simulação para utilização das alternativas nos fornos típicos das empresas do APL de Cal e Calcário do Paraná, a estimativa de investimentos necessários para adequação de processo visando atender a qualidade da cal produzida e a estimativa de investimentos necessários para adequação à legislação ambiental”.

“Parágrafo Segundo: O teste piloto ainda poderá contemplar, se possível, relatório de ocorrência e qualidade do material produzido durante teste em escala industrial durante o período máximo de vinte e quatro (24) horas”.

Observações Pertinentes ao Relatório R4

- O conteúdo previsto no relatório R4, teste piloto, no que diz respeito aos quesitos presentes no “Parágrafo Primeiro”, foi apresentado parcialmente no relatório parcial R3 e concluído no RF.

- O conteúdo previsto no relatório R4, teste piloto, no que diz respeito aos quesitos presentes no “Parágrafo Segundo”, não foi executado, uma vez que:

- Ou as matrizes selecionadas não estão disponíveis em quantidade suficiente para realização de um teste ou,

- Necessitam beneficiamento prévio em escala industrial, impossibilitando assim a execução de um teste por não haver uma unidade de beneficiamento instalada atualmente capaz de suprir a quantidade requerida para um teste industrial ou,
- As matrizes já foram de alguma forma testadas industrialmente em algum fornos em seu estado bruto, como é o caso particular do bagaço de cana de açúcar, mostrando ser compatível no que diz respeito a questões ambientais ou com a qualidade da cal produzida.

Relatório Parcial RF - apresenta a consolidação de todas as informações apresentadas nos relatórios parciais R1, R2, R3 e R4. O relatório final RF atendeu ao inciso XIX do contrato. Considerando que o conteúdo do R4 foi antecipado no relatório parcial R3 e finalizado no relatório final RF, foi possível unificar o R4 e RF em um único documento.

O relatório final RF é composto por:

- Documento escrito que contém as informações, dados, resultado de ensaios, referências bibliográficas e conclusões obtidas durante a execução do trabalho; laudos de análises, outros documentos pertinentes e planilha Excel de dados e cálculos.
- Caixa de amostras, contendo amostras de matrizes energéticas, entregue e disponível na sede da Associação dos Produtores de Derivados do Calcário - APDC.

Figura 01– Aspecto da caixa de amostras de matrizes energéticas.



2. OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo pesquisar e caracterizar matrizes energéticas que venham suprir a necessidade térmica dos fornos de cal pertencentes ao APL de Cal e Calcário do Paraná. Para isto foram determinadas por meio de contrato (TECPAR / Optimiza – nº 041/06), as seguintes obrigações como sendo o conteúdo a ser entregue:

CLÁUSULA OITAVA – DAS OBRIGAÇÕES E RESPONSABILIDADES DA CONTRATADA

Inciso IX – “Prospectar, através de pesquisa orientada de mercado e apresentar no mínimo quatro (4), alternativas energéticas”.

Inciso X – “Caracterizar cada uma das alternativas quanto: poder calorífico em Gcal/t, disponibilidade em Gcal/ano, disponibilidade em t/ano, densidade aparente do material, estado físico do material, composição química base do material, perspectiva de disponibilidade em Gcal/ano para os próximos dez anos, custo em R\$/Gcal FOB, localização geográfica, distância média do centro consumidor, considerando como centro consumidor o entroncamento da Rodovia dos Minérios (PR-092) com o Contorno Norte na Região Metropolitana de Curitiba/PR, interferências de sazonalidade quanto á disponibilidade, informações ambientais complementares de classificação mediante ISO 10004 quando for resíduo”.

Inciso XI – “Executar ensaios laboratoriais complementares referentes à caracterização de todas as alternativas energéticas que não tenham dados de literatura ou da fonte geradora, conforme solicitados no inciso IX: teor de SiO₂, poder calorífico superior, teor de umidade, estado físico na temperatura ambiente”.

Inciso XII – “Obter amostras representativas de cada uma das alternativas constituída de no mínimo de três (3) kg de material”.

Inciso XIV – “Classificar as alternativas prospectadas por critérios específicos: estado físico do material na temperatura ambiente, composição química base, sazonalidade quanto à disponibilidade, poder calorífico em Gcal/t, classificação ISO 10.004”.

Inciso XV – “Avaliar a possibilidades de combinações energéticas dentro das alternativas prospectadas, necessariamente compatíveis com o objeto da presente licitação e informar: as combinações possíveis e compatíveis, o critério adotado para a combinação, o poder calorífico médio Gcal/t para cada combinação possível e compatível”.

Inciso XVII – “Avaliar a viabilidade para cada alternativa individual e para a combinação possível considerando eventuais necessidades de tratamento ou beneficiamento prévio a fim de atender os objetivos deste trabalho, apresentando justificativa e a viabilidade técnica, econômica e ambiental, descrevendo e justificando etapas de tratamento ou beneficiamento prévio necessárias, bem como estimar investimentos e custo operacional para tratamento ou beneficiamento necessário”.

Inciso XIX – “Testar em escala piloto no mínimo duas alternativas ou combinações, que necessariamente sejam disponíveis, compatíveis e que apresentem melhor viabilidade técnica, econômica e ambiental”.

Parágrafo Primeiro: “O teste piloto deverá abordar um descritivo de simulação para utilização das alternativas nos fornos típicos das empresas do APL de Cal e Calcário do Paraná, a estimativa de investimento necessário para adequação do processo visando atender a qualidade de cal produzida e a estimativa de investimento necessário para adequação à legislação ambiental”.

Parágrafo Segundo: “O teste piloto ainda poderá contemplar, se possível, relatório de ocorrências e qualidade do material produzido durante teste em escala industrial durante período de 24 horas”.

3. BASE REFERENCIAL

A fim de cumprir estes objetivos se fez necessário caracterizar o setor de modo a estimar a necessidade térmica atual dos fornos instalados.

3.1. CARACTERIZAÇÃO DO SETOR

Segundo o IEL – Instituto Euvaldo Lodi / FIEP – Federação das indústrias do Estado do Paraná, no site do APLs do Paraná:

O Arranjo Produtivo Local de Cal e Calcário da região metropolitana de Curitiba conta com o apoio do sistema FIEP e possui, atualmente, 90 empresas participantes, gerando 5.500 empregos diretos e 22.000 indiretos.

Produtos

Minerais não-metálicos: calcário dolomítico (agricultura), cal virgem e hidratada para uso industrial (setor sucroalcooleiro e siderúrgico), cal virgem e hidratada para construção civil, dolomita (tintas e outros usos), cal pintura, cal fino, cal virgem e hidratada para tratamento de água e outras aplicações, como o setor de vidro e alimentação.

Segundo o Termo de Referência do Projeto Executivo de Estruturação e Implementação do Projeto de Desenvolvimento Tecnológico do APL de Calcário e Cal do Estado do Paraná, item 2.3 - Perfil da Produção, página sete (7):

O APL de Calcário e Cal do Estado do Paraná abrange a Região Metropolitana de Curitiba, como grande área de concentração da produção, e a região compreendida pelos municípios de Castro – Ponta Grossa, distantes 110 – 150 km de Curitiba.

Na Região Metropolitana de Curitiba os principais municípios produtores são Colombo, Almirante Tamandaré e Rio Branco do Sul. Outros municípios produtores nesta região são Itaperuçu, Tunas e Campo Largo.

Os principais produtos que compõem os negócios do APL são o calcário agrícola, a brita para construção civil, a cal virgem, a cal virgem agrícola, a cal hidratada, a

cal fino, a cal para pintura e a cal industrial, esta última principalmente para siderurgia e indústria sucroalcooleira. Algumas empresas já verticalizaram sua linha com a produção de argamassas brancas (areia e cal) e argamassas prontas (areia, cal, cimento).

Dos produtores de calcário agrícola, 15 apresentam escalas de produção entre 100.000 e 1 milhão de toneladas/ano, sustentam 85% da produção total de cerca de 7,5 milhões de t/ano e um faturamento global de R\$ 40 milhões. Outros R\$ 60 milhões representam o negócio logístico de distribuição do calcário agrícola. O número total de mineradoras não verticalizadas com a indústria cimenteira é de 30 empresas aproximadamente.

No caso da cal, a capacidade instalada atual é de 2 milhões de toneladas/ano. Segundo informações da APPC, a estimativa de vendas para 2004 é da ordem de 1,2 milhões de toneladas, somados todos os segmentos de cal (virgem, hidratada e outros), o que representa 20% da produção brasileira instalada de cal, fazendo do Paraná o segundo maior produtor de cal do país e o primeiro no segmento de construção civil.

Uma estimativa do faturamento bruto anual da venda da cal é da ordem de R\$ 165 milhões. Os negócios com o fornecimento de serragem para a indústria de cal atingem R\$ 75 milhões.

Basicamente toda a produção de cal na região, excetuando as grandes cimenteiras, está baseada em fornos de barranco/alvenaria com taxas de produção de 500 toneladas/mês por boca, e fornos do tipo Azbe, com capacidade superior a 2.000 toneladas/mês por boca, mas atualmente paralisados por condições conjunturais desfavoráveis de mercado.

Segundo a APPC, 29 empresas são responsáveis por 80% da produção. São 44 as empresas produtoras de cal associadas à APPC, as maiores e mais organizadas do setor, dentro de um universo de empresas que é superior a 100.

Os principais mercados da indústria de cal são nacionais, basicamente no próprio estado do Paraná e nos estados do Rio Grande do Sul, Minas Gerais, Santa Catarina, São Paulo, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. O principal limitante

para alcançar mercados mais distantes é o valor de frete, que é elevado para produtos minerais de baixo valor agregado.

3.2. DEMANDA TÉRMICA DO SETOR – CAL VIRGEM

TABELA 01 – NECESSIDADE TÉRMICA DO SETOR

| NECESSIDADE TÉRMICA ANUAL DO SETOR | | Fonte |
|---|-----------------------------|--|
| Capacidade instalada total | 2.000.000 t/ano | Termo de referência - Item 2.3. |
| Total de fornos em operação | 167 un. (abril 2008) | APDC, Sindical e dados de levantamento e pesquisa. |
| Capacidade média de produção por forno | 31,5 t/dia | APDC, Sindical e dados de levantamento e pesquisa. |
| Produção anual dos fornos em Operação | 1.893.780 t/ano | Calculado. |
| Consumo térmico médio | 1.345 kcal/kg de cal virgem | Dados históricos médios praticados - 350 kg de serragem/ tonelada de cal virgem produzida. |
| Consumo térmico p/ atender produção anual (*) | 2.547.134 Gcal/ano | Calculado com os dados apresentados. |

3.3. METODOLOGIA

Durante o período de execução do levantamento das matrizes energéticas ocorreu a revisão da Resolução SEMA 41/02 que trata das emissões atmosféricas no Paraná dando origem a Resolução 054/06.

Uma vez que a Optimiza participou ativamente do processo de revisão, foi possível aproveitar as informações contidas no texto aprovado, a fim de realizar uma classificação prévia de compatibilidade ambiental, tendo em vista que os fornos de alvenaria (“barranco”) típicos instalados nas empresas pertencentes ao APL estão licenciados apenas para utilização de biomassa, especificamente madeiras e seus derivados.

O artigo 2º da SEMA 54/06 em seu inciso V define:

“V. Derivados de madeira: derivados de madeira em forma de lenha, cavacos, serragem, pó de lixamento, casca, aglomerado, compensado ou MDF e assemelhados, que não tenham sido tratados com produtos halogenados, revestidos, com produtos polimerizados, tintas ou outros revestimentos.”

Diante disso as matrizes pesquisadas foram classificadas em compatíveis ou preliminarmente incompatíveis com a legislação ambiental vigente.

Adotou-se o seguinte conceito:

- Compatíveis – todas as matrizes energéticas previstas na legislação classificadas como biomassa ou de natureza similar à matriz utilizada atualmente (serragem e lenha).
- Preliminarmente incompatível - toda matriz energética com características distintas à matriz utilizada atualmente (serragem e lenha), passível de um licenciamento ambiental prévio para uso. Isto não significa dizer que são definitivamente incompatíveis, poderão vir a ser viáveis desde que atendidos os requisitos estabelecidos pelo licenciamento ambiental.

É pertinente citar que, considerando estes aspectos ambientais, os trabalhos de levantamento e caracterização foram concentrados nas alternativas classificadas como biomassa, com características compatíveis, esperando que o futuro uso desse tipo de matriz possa ser facilitado.

Também foi levada em consideração a distância entre a origem da fonte das matrizes identificadas e o local de consumo, tendo em vista os custos com transporte. Considerando este aspecto, os estudos de identificação foram concentrados num raio máximo de seiscentos quilômetros (600 km), considerando o marco definido em contrato como sendo o entroncamento da Rodovia dos Minérios (PR-092) com o Contorno Norte da Região Metropolitana de Curitiba.

Para ilustrar a tecnologia de produção adotada atualmente para a produção de cal pelo APL, as figuras 02, 03 e 04 ilustram respectivamente os fornos típicos de cal

instalados no APL, as máquinas de serragem utilizadas para injeção da serragem nos fornos e a serragem que é a principal matriz energética utilizada atualmente.

Figura 02 – Forno típico de cal do APL de Cal e Calcário do Paraná.



Figura 03 – Máquina de serragem e sistema de injeção nos fornos.



Figura 04 – Serragem – Principal matriz energética utilizada atualmente.



4. DADOS DE EXECUÇÃO

4.1. MATRIZES IDENTIFICADAS

A pesquisa revelou que, embora existam alternativas tecnicamente e ambientalmente viáveis, um grande número destas matrizes nunca foi explorado comercialmente ou em escala industrial, sendo assim, muitas delas não possuem disponibilidade imediata.

Este ineditismo de algumas matrizes pode ser desfavorável em curto prazo por não disponibilizar uma determinada matriz para uso imediato, mas também pode ser um aspecto positivo e benéfico ao APL se for considerada a ausência de exploração comercial ou intermediação de terceiros, aumentando as chances de desenvolvimento e utilização destas matrizes no APL. As matrizes identificadas por este trabalho são apresentadas na tabela 2.

TABELA 02 – MATRIZES ENERGÉTICAS

| 0 Serragem - matriz energética de referência | | |
|---|---|------------------------------|
| Matrizes completamente caracterizadas | Matrizes parcialmente caracterizadas | |
| 1 Acácia | 11 Diesel | 21 Restos de folha de cavaco |
| 2 Casca de arroz | 12 Óleo BPF | 22 Restos de folhas e galhos |
| 3 Casca de mamona | 13 Borra de café (ind. de café solúvel) | 23 Sebo bovino |
| 4 Material de poda | 14 Gás natural | 24 Sucata de madeira |
| 5 Óleo de soja bruto | 15 Óleo de mamona bruto | 25 Aparas (raspa) de pneu |
| 6 Torta de mamona | 16 Torta de soja | 26 Aparas de couro |
| 7 Aguapé (Jacinto Aquático) | 17 Braquiária | 27 Carvão mineral |
| 8 Capim elefante | 18 Mamona bruta | 28 Carvão vegetal |
| 9 Resíduo de fertilizante | 19 Resíduos têxteis (trapos) | 29 Cavaco de madeira |
| 10 Bagaço de cana de açúcar | 20 Casca de algodão | 30 Coque de petróleo |

Foi adotada a serragem como sendo a matriz de referência por esta ser usada atualmente nos fornos. Das matrizes identificadas, dez (10) foram totalmente caracterizadas e vinte (20) parcialmente caracterizadas.

A metodologia de execução adotada, embora tenha consumido mais tempo de execução do que o previsto, possibilitou obter resultados de grande utilidade ao APL, uma vez que foram identificadas trinta (30) matrizes, um número 650% superior ao mínimo de quatro (4) matrizes previsto no contrato.

GRÁFICO 01 – NÚMERO DE MATRIZES TRABALHADAS

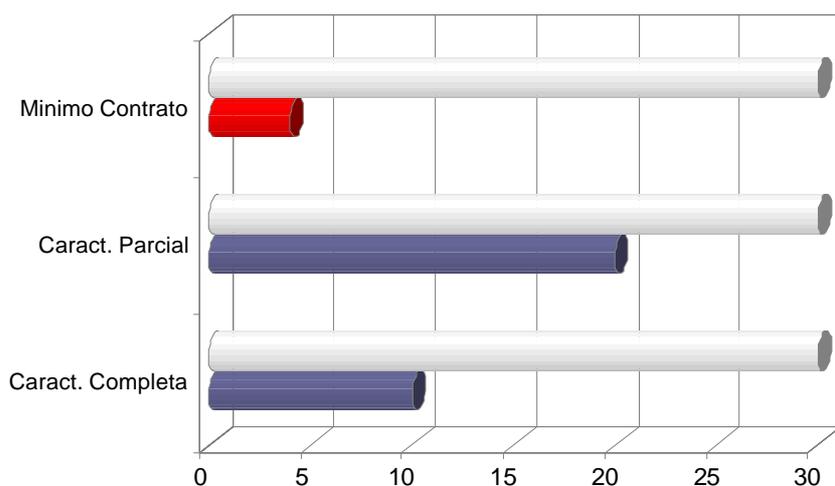


GRÁFICO 02 – PERCENTUAL DE CARACTERIZAÇÃO DAS MATRIZES



4.2. CARACTERIZAÇÃO DAS MATRIZES ENERGÉTICAS

4.2.1. TABELA 03 – PODER CALORÍFICO DA MATRIZ

| * serragem | | | 2.500 | 4.198 | | | | | | |
|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------|--|--|
| Matrizes Energéticas | P.C.S. (kcal / kg) | P.C.I. (kcal / kg) | Matrizes Energéticas | P.C.S. (kcal / kg) | P.C.I. (kcal / kg) | Matrizes Energéticas | P.C.S. (kcal / kg) | P.C.I. (kcal / kg) | | |
| 1 Acácia | 4.600 | - | 11 Diesel | 10.860 | 10.200 | 21 Restos de folha de cavaco | 2.500 | 4.134 | | |
| 2 Casca de arroz | 3.500 | 3.996 | 12 Óleo BPF | 10.409 | 9.450 | 22 Restos de folhas e galhos | 2.700 | 2.013 | | |
| 3 Casca de mamona | 3.800 | - | 13 Borra de café (ind. café solúvel) | 3.500 | 5.500 | 23 Sebo bovino | - | 8.539 | | |
| 4 Material de poda | 2.700 | 4.300 | 14 Gás natural | 9.256 | 10.400 | 24 Sucata de madeira | 2.500 | 3.246 | | |
| 5 Óleo de soja bruto | - | 9.421 | 15 Óleo de mamona bruto | - | 8.913 | 25 Aparas (raspa) de pneu | 4.700 | 9.300 | | |
| 6 Torta de mamona | 4.500 | - | 16 Torta de soja | - | - | 26 Aparas de couro | 2.000 | 4.400 | | |
| 7 Aguapé (Jacinto Aquático) | 1.775 | 767 | 17 Braquiária | 1.200 | - | 27 Carvão mineral | 3.900 | 5.200 | | |
| 8 Capim elefante | 3.823 | 3.203 | 18 Mamona bruta | - | - | 28 Carvão vegetal | 6.798 | 5.200 | | |
| 9 Resíduo fertilizante | 9.200 | 8.900 | 19 Resíduos têxteis (trapos) | 4.670 | 4.200 | 29 Cavaco de madeira | 2.500 | 4.964 | | |
| 10 Bagaço de cana de açúcar | 4.137 | 1.750 | 20 Casca de algodão | 2.800 | 3.500 | 30 Coque de petróleo | 6.000 | 8.613 | | |

4.2.2. TABELA 04 – DISPONIBILIDADE ENERGÉTICA POTENCIAL (10 MATRIZES CARACTERIZADAS)

| Matrizes Energéticas | Tempo de Maturação (anos) | Disponibilidade | Gcal/ano (P.C.S.) | Gcal/ano (P.C.I.) | Perspectiva Gcal 10 anos (**) |
|-----------------------------|---------------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------------------|
| 1 Acácia | 2 | 240 t/ha/ano | 1,E+03 | - | suficiente |
| 2 Casca de arroz | não se aplica | 775.000 t/ano | 3,E+06 | 3,E+06 | suficiente |
| 3 Casca de mamona | 0,5 | 36.500 t/ano | 1,E+05 | - | insuficiente |
| 4 Material de poda | não se aplica | 13.000 t/ano | 4,E+04 | 6,E+04 | suficiente |
| 5 Óleo de soja bruto | 0,4 | 50.000 t/ano | - | 5,E+05 | suficiente |
| 6 Torta de mamona | 0,5 | 54.750 t/ano | 2,E+05 | - | insuficiente |
| 7 Agupé (Jacinto Aquático) | não se aplica | 146 t/ha/ano | 3,E+02 | 1,E+02 | insuficiente |
| 8 Capim elefante | 0,3 | 30 t/ha/ano | 1,E+02 | 1,E+02 | insuficiente |
| 9 Resíduo fertilizante | não se aplica | 3.600 t/ano | 3,E+04 | 3,E+04 | insuficiente |
| 10 Bagaço de cana de açúcar | não se aplica | 15.000.000 t/ano | 6,E+07 | 3,E+07 | insuficiente |

4.2.3. TABELA 05 – DISPONIBILIDADE ENERGÉTICA POTENCIAL (20 MATRIZES PARCIALMENTE CARACTERIZADAS)

| * | serragem | não se aplica | 2.000.000 | t/ano | 5,E+06 | 8,E+06 | insuficiente | | | | | | | |
|----|---------------------------|---------------------------|-----------------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------------------|----------------------|---------------------------|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------------------|------------|
| | Matrizes Energéticas | Tempo de Maturação (anos) | Disponibilidade | | Gcal/ano (P.C.S.) | Gcal/ano (P.C.I.) | Perspectiva Gcal 10 anos (**) | Matrizes Energéticas | Tempo de Maturação (anos) | Disponibilidade | Gcal/ano (P.C.S.) | Gcal/ano (P.C.I.) | Perspectiva Gcal 10 anos (**) | |
| 11 | Diesel | não se aplica | - | t/ano | - | - | suficiente | 21 | Restos de folha de cavaco | não se aplica | - | t/ano | - | - |
| 12 | Óleo BPF | não se aplica | | t/ano | - | - | suficiente | 22 | Restos de folhas e galhos | não se aplica | - | t/ano | - | - |
| 13 | Borra de café | não se aplica | - | t/ano | - | - | - | 23 | Sebo bovino | não se aplica | - | t/ano | - | - |
| 14 | Gás natural | não se aplica | - | m ³ /ano | - | - | suficiente | 24 | Sucata de madeira | não se aplica | - | t/ano | - | - |
| 15 | Óleo de mamona bruto | 0,5 | 3,6 | t/ha/ano | - | 3,E+01 | - | 25 | Aparas (raspa) de pneu | não se aplica | - | t/ano | - | suficiente |
| 16 | Torta de soja | 0,3 | 5,4 | t/ha/ano | - | - | - | 26 | Aparas de couro | não se aplica | - | t/ano | - | - |
| 17 | Braquiária | 0,5 | 12,0 | t/ha/ano | - | - | - | 27 | Carvão mineral | não se aplica | - | t/ano | - | - |
| 18 | Mamona bruta | 0,7 | 1,5 | t/ha/ano | - | - | - | 28 | Carvão vegetal | não se aplica | - | t/ano | - | - |
| 19 | Resíduos têxteis (trapos) | não se aplica | - | t/ano | - | - | - | 29 | Cavaco de madeira | não se aplica | - | t/ano | - | - |
| 20 | Casca de algodão | 0,5 | - | t/ha/ano | - | - | - | 30 | Coque de petróleo | não se aplica | - | t/ano | - | suficiente |

4.2.4. TABELA 06 – CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS E AMBIENTAIS (10 MATRIZES CARACTERIZADAS)

| * | serragem | 0,3 | sólido granulado | 11,0 | 0,0 | Classe II-B |
|----------------------|---------------------------|--|------------------|----------------|-------------------------|----------------------------|
| Matrizes Energéticas | | Densidade Aparente Média t/m ³ | Estado físico | Umidade (%) | SiO ₂ (%) | Classificação ISO 10004 |
| 1 | Acácia | 0,5 | sólido | 18,0 | 0,0 | Classe II-B |
| 2 | Casca de arroz | 0,1 | sólido granulado | 10,0 | 12,6 | Classe II-B |
| 3 | Casca de mamona | 0,2 | sólido granulado | 10,0 | 0,1 | Classe II-B |
| 4 | Material de poda | variável | sólido | 12,0 | 5,0 | Classe II-B |
| 5 | Óleo de soja bruto | 0,9 | líquido | 1,0 | 0,0 | Classe II-A |
| 6 | Torta de mamona | 1,6 | sólido pastoso | 7,0 | 3,0 | Classe II-B |
| 7 | Aguapé (Jacinto Aquático) | 0,3 | sólido | 92,6 | 11,3 | Classe II-B |
| 8 | Capim elefante | 0,0 | sólido | 54,5 | 10,7 | Classe II-B |
| 9 | Resíduo fertilizante | 0,5 | sólido pastoso | 1,2 | 0,0 | Classe I |
| 10 | Bagaço de cana de açúcar | 0,1 | sólido | 53,6 | 2,8 | Classe II-B |

4.2.5. TABELA 07 – CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS E AMBIENTAIS (20 MATRIZES PARCIALMENTE CARACTERIZADAS)

| * | serragem | 0,3 | sólido granulado | 11,0 | 0,0 | Classe II-B | | | | | | | |
|-------------------------|---|------------------|---------------------|-------------------------|----------------------------|----------------------|---|---------------------------|----------------|-------------------------|----------------------------|------|-------------|
| Matrizes Energéticas | Densidade Aparente Média t/m ³ | Estado físico | Umidade (%) | SiO ₂ (%) | Classificação ISO 10004 | Matrizes Energéticas | Densidade Aparente Média t/m ³ | Estado físico | Umidade (%) | SiO ₂ (%) | Classificação ISO 10004 | | |
| 11 | Diesel | 0,8 | líquido | - | - | - | 21 | Restos de folha de cavaco | - | sólido | 15,0 | - | Classe II-A |
| 12 | Óleo BPF | 1,0 | líquido | - | - | - | 22 | Restos de folhas e galhos | - | sólido | 15,0 | - | Classe II-A |
| 13 | Borra de café | 0,1 | sólido | - | - | - | 23 | Sebo bovino | - | sólido | - | - | Classe II-B |
| 14 | Gás natural | - | gasoso | 0,6 | - | - | 24 | Sucata de madeira | - | sólido | 2,5 | - | Classe II-B |
| 15 | Óleo de mamona bruto | - | líquido | - | - | - | 25 | Aparas (raspa) de pneu | - | sólido | 0,0 | - | Classe I |
| 16 | Torta de soja | 0,5 | sólido granulado | 11,3 | 10,0 | - | 26 | Aparas de couro | - | sólido | - | - | Classe II-B |
| 17 | Braquiária | - | sólido | - | - | Classe II-A | 27 | Carvão mineral | - | sólido | 3,0 | 15,0 | Classe II-B |
| 18 | Mamona bruta | - | sólido | - | - | Classe II-A | 28 | Carvão vegetal | - | sólido | 2,5 | - | Classe II-B |
| 19 | Resíduos têxteis (trapos) | - | sólido | - | - | Classe I ou II-B | 29 | Cavaco de madeira | - | sólido | - | - | Classe II-A |
| 20 | Casca de algodão | - | sólido | 10,0 | - | Classe II-A | 30 | Coque de petróleo | - | sólido | 3,0 | - | Classe II-B |

4.2.6. TABELA 08 – CUSTO FOB R\$/Gcal (10 MATRIZES CARACTERIZADAS)

| * Serragem | | 33,7 | - |
|----------------------|---------------------------|--------------|-----|
| Matrizes Energéticas | | R\$/Gcal FOB | Obs |
| 1 | Acácia | - | 1 |
| 2 | Casca de arroz | 17,9 | - |
| 3 | Casca de mamona | 12,6 | - |
| 4 | Material de poda | 2,3 | - |
| 5 | Óleo de soja bruto | - | 2 |
| 6 | Torta de mamona | - | 2 |
| 7 | Aguapé (Jacinto Aquático) | - | 1 |
| 8 | Capim elefante | - | 1 |
| 9 | Resíduo fertilizante | - | 3 |
| 10 | Bagaço de cana de açúcar | 22,0 | - |

Obs1 – Não há exploração em escala industrial, principalmente na utilização como combustível e no raio de seiscentos (600) quilômetros, sendo assim, não foi possível levantar custos reais para estas matrizes. A estimativa de custos deverá levar em consideração a possibilidade de incentivos fiscais, benefícios tributários, zoneamento e, principalmente, custos com o processamento e beneficiamento destas matrizes para uso como combustível.

São necessários outros trabalhos complementares a este, a fim de aprofundar o estudo no que diz respeito à cultura das espécies vegetais apontadas, principalmente, sobre as fases de beneficiamento por meio de usinas pilotos.

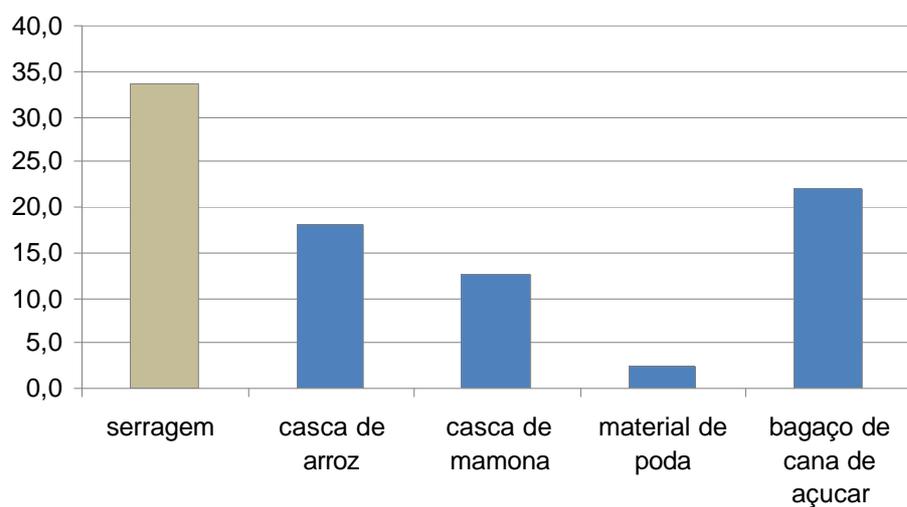
Obs2 – Não há exploração destas matrizes como combustível. Estas matrizes são utilizadas principalmente para alimentação animal ou indústria de fertilizantes.

Embora se tenha intensificado a pesquisa no levantamento de preços de venda, foram encontradas grandes flutuações e incoerência junto aos fornecedores. Atribuem-se estas variações principalmente a fatores como demandas de mercado.

Obs3 - O resíduo de fertilizante Fosfertil é um resíduo industrial classe I (resíduo perigoso). O fornecedor não revelou valores de comercialização, uma vez que

outros segmentos industriais utilizam este material como combustível e o mesmo faz parte de contratos estabelecidos e vigentes na data deste estudo.

GRÁFICO 3 – CUSTO R\$/ GCAL



Apesar da matriz gás natural (14) não ter sido completamente caracterizada, foi realizado estudo de valor para esta matriz, uma vez que a mesma é tida como uma “solução limpa”, tecnicamente viável e ainda conceitualmente tida como viável. A tabela 09 mostra os valores para calcinação de uma (1) tonelada de cal utilizando a matriz gás natural.

TABELA 09 – AVALIAÇÃO DO CUSTO QUANTO A UTILIZAÇÃO DA MATRIZ GÁS NATURAL

| Matriz 14 - Gás natural | |
|---|------------------------------|
| Poder Calorífico do gás natural | 9400 kcal/ m ³ |
| Consumo térmico forno / dia para 40 t de cal / dia | 53,8 Gcal/ dia |
| Consumo de gás natural | 5.723,4 m ³ / dia |
| Preço do gás sem investimento em infraestrutura | 1,0703 R\$/ m ³ |
| Custo da utilização do gás para um forno de 40 t/ dia | 153,14 R\$/ t cal |

4.3. CLASSIFICAÇÃO DAS MATRIZES

A fim de facilitar o entendimento bem como a futura utilização das matrizes energéticas quanto ao manuseio, beneficiamento e uso propriamente dito nos fornos de cal, as matrizes foram classificadas e agrupadas em distintas famílias que foram denominadas de “A a L”.

Cada família foi definida por propriedades ou características mais evidentes ou de maior interesse nas matrizes energéticas. Cada matriz foi classificada mais de uma vez dentro das possíveis famílias. A tabela 10 demonstra a classificação e participação das trinta (30) matrizes dentro de cada uma das famílias. Os gráficos 04 e 05 representam a participação das trinta (30) matrizes dentro das famílias definidas.

No relatório R2 foram apresentadas tabelas similares, onde foi demonstrada a divisão das matrizes em famílias. Estas tabelas foram atualizadas considerando informações consolidadas após a apresentação do relatório parcial R2.

TABELA 10 – CLASSIFICAÇÃO EM FAMÍLIAS – 30 MATRIZES IDENTIFICADAS

| Famílias | 30 Matrizes | Total de Matrizes |
|-------------------------------|---|-------------------|
| A RI ≤ 3% | 1, 3, 5, 6, 9, 10 | 6 |
| B Classe II - B | 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8 | 7 |
| C Biomassas | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 13, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 28, 29 | 22 |
| D Não Biomassa | 9, 10, 12, 14, 19, 25, 26, 27, 30 | 9 |
| E Disponibilidade < 3Gkal/ano | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 15 | 9 |
| F Umidade ≤ 5% | 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 20 | 8 |
| H Estado físico sólido | 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30 | 24 |
| I Estado físico líquido | 5, 11, 12, 15 | 4 |
| J Estado físico gasoso | 14 | 1 |
| L % de Cinza ≥ 5% | 3, 9, 16, 20 | 4 |

GRÁFICO 04 – PARTICIPAÇÃO DAS 30 MATRIZES IDENTIFICADAS

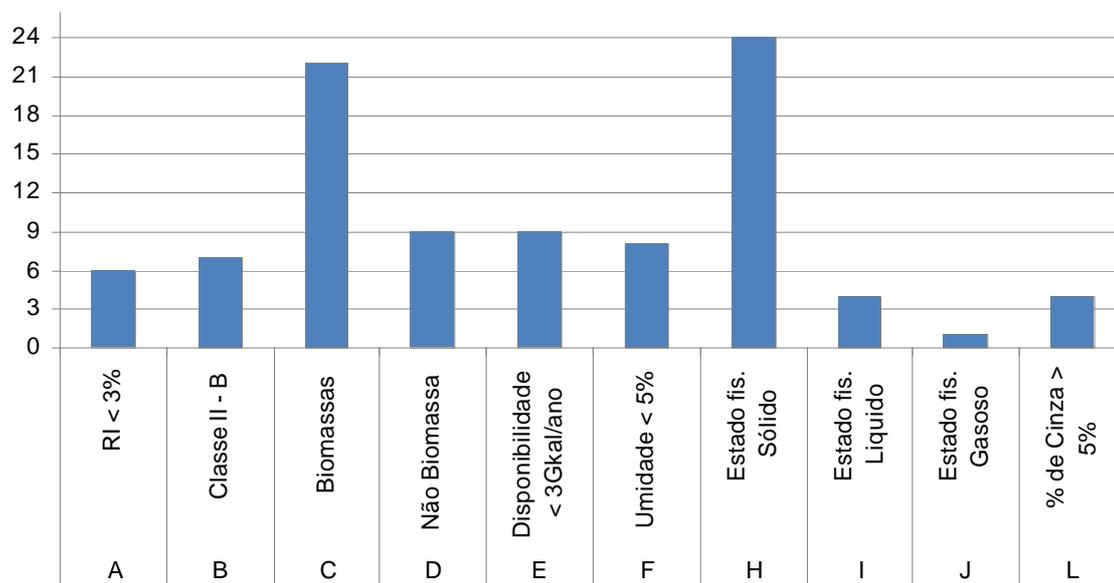
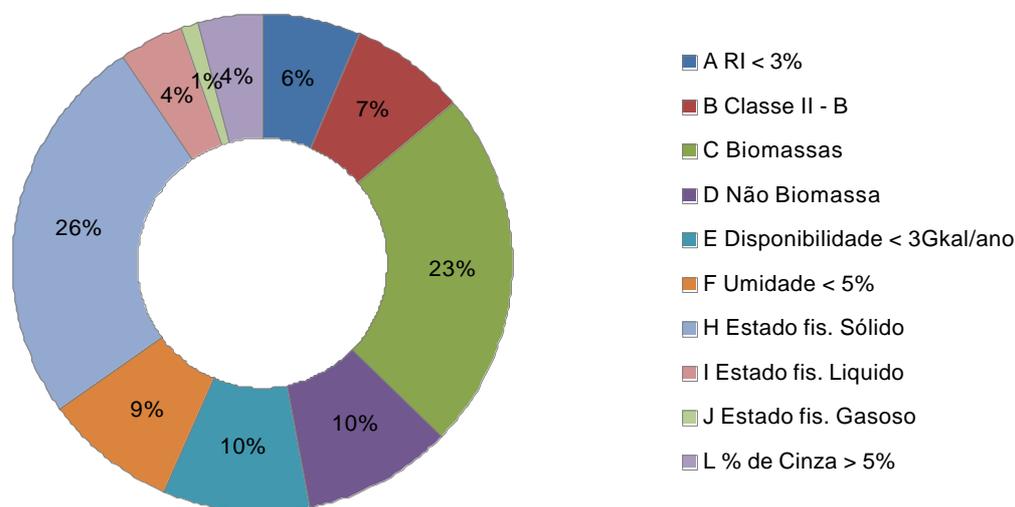


GRÁFICO 05 – PARTICIPAÇÃO PERCENTUAL DAS 30 MATRIZES IDENTIFICADAS



A tabela 11 é similar à tabela 10, demonstrando a classificação e participação somente das dez (10) matrizes completamente caracterizadas, enquanto os gráficos 06 e 07 representam a participação destas dez (10) matrizes dentro das famílias definidas.

TABELA 11 – CLASSIFICAÇÃO EM FAMÍLIAS – 10 MATRIZES COM CARACTERIZAÇÃO COMPLETA

| Famílias | 10 Matrizes - Caracterização Completa | Total de Matrizes |
|-------------------------------|---------------------------------------|-------------------|
| A RI \leq 3% | 1, 3, 5, 6, 9, 10 | 6 |
| B Classe II - B | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10 | 9 |
| C Biomassas | 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 10 | 8 |
| D Não biomassa | 9 | 1 |
| E Disponibilidade < 3Gkal/ano | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 | 10 |
| F Umidade \leq 10% | 2, 3, 5, 6, 9 | 5 |
| H Estado físico sólido | 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10 | 9 |
| I Estado físico líquido | 5 | 5 |
| J Estado físico gasoso | - | 0 |
| L % de Cinza \geq 5% | 2, 6, 7, 8 | 4 |

GRÁFICO 06 – PARTICIPAÇÃO DAS 10 MATRIZES COM CARACTERIZAÇÃO COMPLETA

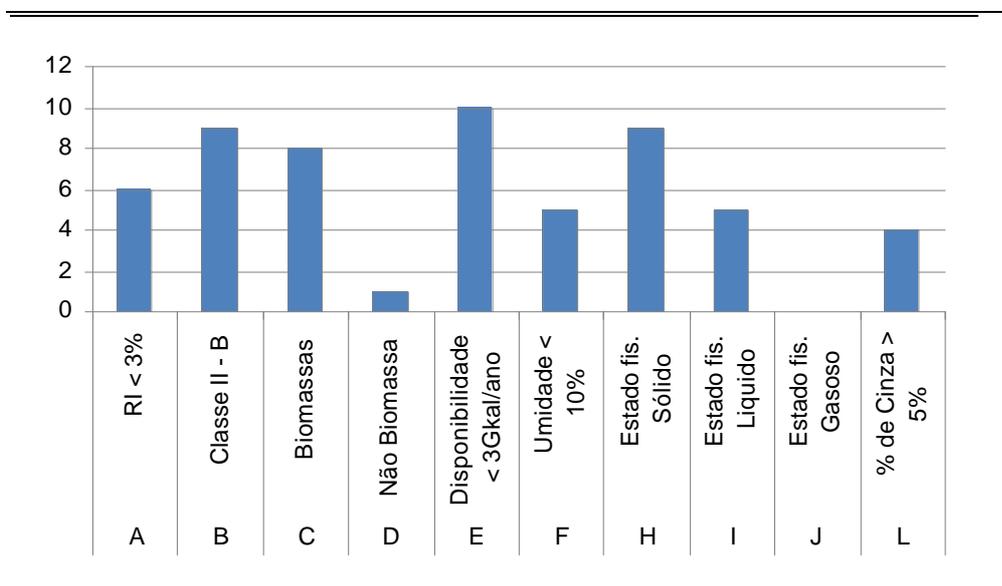
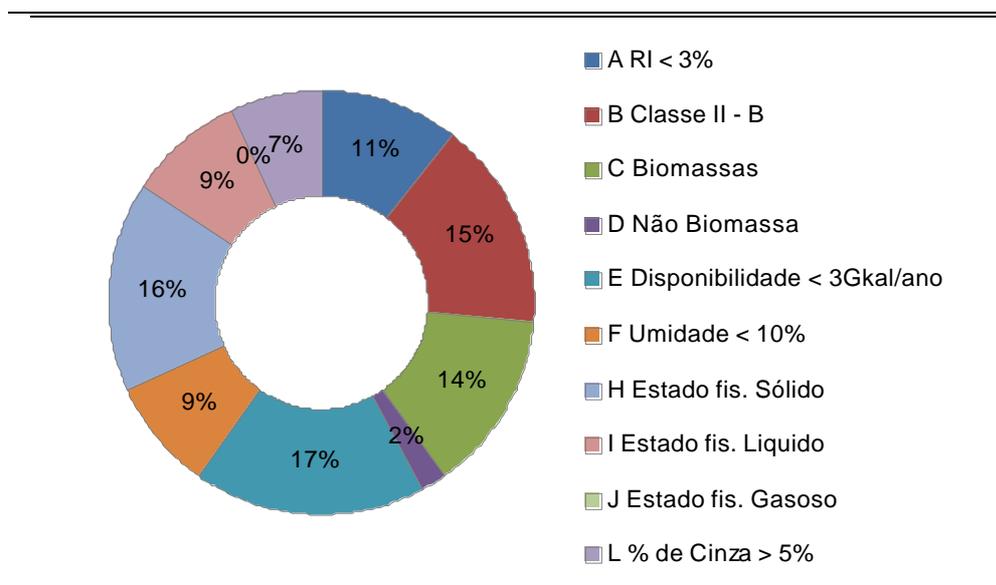


GRÁFICO 07 – PARTICIPAÇÃO PERCENTUAL DAS 10 MATRIZES COM CARACTERIZAÇÃO COMPLETA



4.4. COMBINAÇÕES ENTRE MATRIZES ENERGÉTICAS

É importante salientar que a combinação e o agrupamento das matrizes podem ser realizados de infinitas formas, a depender dos critérios utilizados, separadamente ou combinados entre si e, ainda, pela importância atribuída a cada um destes critérios.

Este estudo avaliou e levou em conta para elaboração das combinações apresentadas na tabela 05, os seguintes critérios:

- Estado físico da matriz na temperatura ambiente;
- Teor de umidade presente no estado in natura;
- Disponibilidade imediata da matriz;
- Disponibilidade futura;
- Teor de sílica presente;
- Grau de facilidade ou dificuldade percebida em se conseguir a matriz durante realização deste trabalho;
- Conjunturas políticas e comerciais dos mercados envolvidos;
- Viabilidade técnica, econômica e ambiental.

Certamente a tabela 12 não pode ser entendida como definitiva ou mesmo como sendo a melhor combinação possível entre as matrizes, tendo em vista que este tipo de avaliação depende de questões conjunturais como: políticas públicas, demanda de mercados, economia, avanço de tecnologias, dentre outros fatores.

É importante que as informações sejam atualizadas de forma frequente e as combinações revisadas, principalmente antes da execução de ações que visem adotar uma ou mais matrizes energéticas para o setor.

Foi levado em conta ainda para elaborar a combinação entre as matrizes:

- O objetivo de se obter um “mix” capaz de suprir as necessidades energéticas do setor a curto e médio prazo;
- Apenas as dez (10) matrizes completamente caracterizadas;
- Características similares quanto à forma de injeção no sistema de calcinação dos fornos de cal;
- Características similares quanto à necessidade de beneficiamento e preparo.

O resultado do agrupamento trouxe como informação adicional quais são os processos de beneficiamento e preparo comuns que devem ser implantados, a exemplo de secagem, classificação granulométrica, moagem, dentre outros, contribuindo para avaliar a viabilidade de cada uma das matrizes.

Estas informações permitirão também servir de base referencial para futuros estudos de viabilidade de implantação de usinas de beneficiamento e preparo destas matrizes para abastecer as empresas do APL

O relatório parcial R2 apresentou tabelas similares, onde foi demonstrada a combinação possível com as informações obtidas até aquele momento. A tabela 12 mostra estas informações atualizadas bem como consolidadas pelo avanço do estudo.

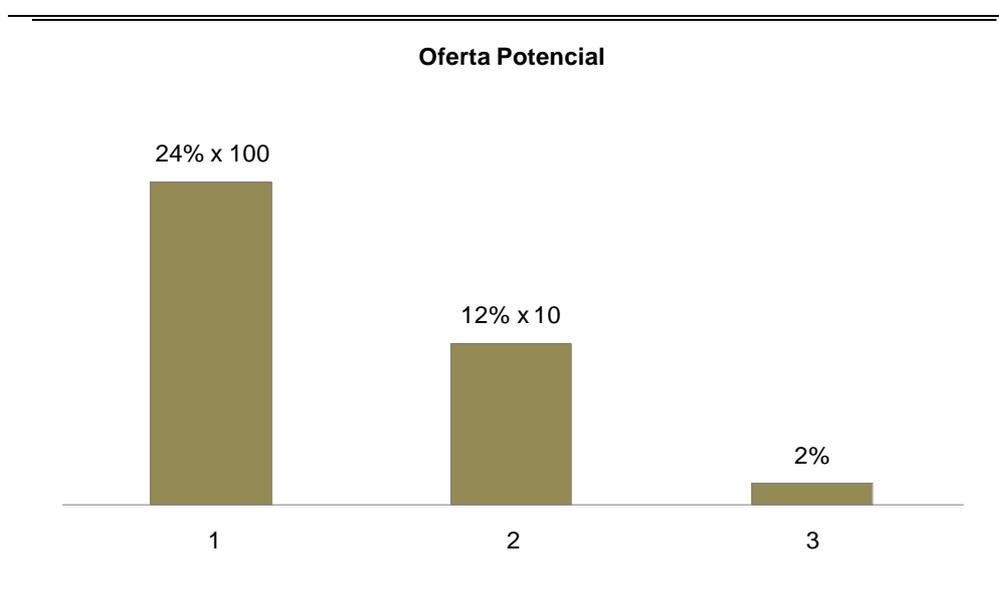
TABELA 12 – MATRIZES COMBINADAS

| Grupo | Combinações | P.C.S. (Kcal/Kg) médio | Gcal/ano | Natureza | Umidade (%) média | SiO ₂ (%) média | Estado físico | Critério |
|-------|-------------|------------------------|----------|----------|-------------------|----------------------------|---------------|-------------------------------------|
| 01 | 1, 10 | 4.369 | 6,0,E+07 | biomassa | 35,8 | 1,4 | sólido | Presente nas famílias A, B, C, E, H |
| 02 | 2, 3, 6 | 3.933 | 3,0,E+06 | biomassa | 9,0 | 5,2 | sólido | Presente nas famílias B, C, E, F |
| 03 | 4, 7, 8 | 2.766 | 4,0,E+04 | biomassa | 53,0 | 9,0 | sólido | Presente nas famílias B, C, E, H |

Muito embora as combinações tenham sido realizadas com as dez (10) matrizes completamente caracterizadas, duas (2) destas matrizes, a matriz cinco (5) – óleo de soja bruto e a matriz nove (9) – resíduo fertilizante, foram excluídas devido à sua inviabilidade.

A avaliação quanto à viabilidade das matrizes é apresentada no item 4.6 deste relatório.

GRÁFICO 08 – OFERTA POTENCIAL ENERGÉTICA POR GRUPOS COMBINADOS



4.5. TRATAMENTO E BENEFICIAMENTO DAS MATRIZES ENERGÉTICAS

A tabela 13 descreve de forma resumida as principais etapas para captação ou geração das matrizes energéticas, enquanto a tabela 14 descreve as principais operações unitárias para beneficiamento das matrizes para que estas possam ser utilizadas como combustíveis na industrialização da cal.

TABELA 13 – ETAPAS DE CAPTAÇÃO OU GERAÇÃO DE MATRIZES

| Matriz | Natureza | Estado físico | Forma inicial | Geração | Plantio | Colheita | Destino |
|-----------------------------|--------------|----------------|---------------------|---------|---------------|---------------|-------------------------|
| 1 Acácia | Biomassa | Sólido | in natura | sim | aplica | aplica | Usina de Beneficiamento |
| 2 Casca de Arroz | Biomassa | Sólido | resíduo | não | não se aplica | não se aplica | Indústria de cal |
| 3 Casca de Mamona | Biomassa | Sólido | resíduo | não | aplica | aplica | Usina de Beneficiamento |
| 4 Material de Poda | Biomassa | Sólido | resíduo | não | não se aplica | não aplica | Usina de Beneficiamento |
| 5 Óleo de soja bruta | Biomassa | Líquido | produto beneficiado | não | não se aplica | não se aplica | Indústria de cal |
| 6 Torta de Mamona | Biomassa | Sólido | resíduo | não | aplica | aplica | Usina de Beneficiamento |
| 7 Aguapé | Biomassa | Sólido | in natura | sim | aplica | aplica | Usina de Beneficiamento |
| 8 Capim Elefante | Biomassa | Sólido | in natura | sim | aplica | aplica | Usina de Beneficiamento |
| 9 Resíduo de fertilizante | Não biomassa | Sólido-pastoso | resíduo | não | não se aplica | não se aplica | Indústria de cal |
| 10 Bagaço de cana de açúcar | Biomassa | Sólido | resíduo | não | não se aplica | não se aplica | Beneficiamento |

TABELA 14 – ETAPAS DE BENEFICIAMENTO DAS MATRIZES

| Matriz | Secagem natural | Secagem artificial | Trituração | Moagem | Compactação (briquetes) | Estocagem | Compatível (1) | Alimentação do forno | Restrições Ambientais (2) |
|-----------------------------|------------------------|---------------------------|-------------------|---------------|--------------------------------|------------------|-----------------------|-----------------------------|----------------------------------|
| 1 Acácia | aplica | não se aplica | aplica | aplica | facultativo | simples | sim | injeção direta | não |
| 2 Casca de Arroz | - | - | - | - | - | simples | não | injeção indireta | não |
| 3 Casca de Mamona | não se aplica | aplica | aplica | aplica | facultativo | simples | sim | injeção direta | não |
| 4 Material de Poda | aplica | aplica | aplica | aplica | facultativo | simples | sim | injeção direta | não |
| 5 Óleo de soja bruta | - | - | - | - | - | especifica | não | processo específico | não |
| 6 Torta de Mamona | aplica | aplica | não se aplica | não se aplica | facultativo | simples | sim | injeção direta | sim |
| 7 Aguapé | aplica | aplica | não se aplica | aplica | facultativo | simples | sim | injeção direta | não |
| 8 Capim Elefante | aplica | aplica | não se aplica | aplica | facultativo | simples | sim | injeção direta | não |
| 9 Resíduo de fertilizante | - | - | - | - | - | especifica | não | processo específico | sim |
| 10 Bagaço de cana de açúcar | não se aplica | aplica | não se aplica | não se aplica | aplica | simples | sim | injeção direta | não |

(1) Compatibilidade com o atual sistema de queima utilizado pela indústria de cal

(2) Possibilidade de restrições ambientais para uso da matriz

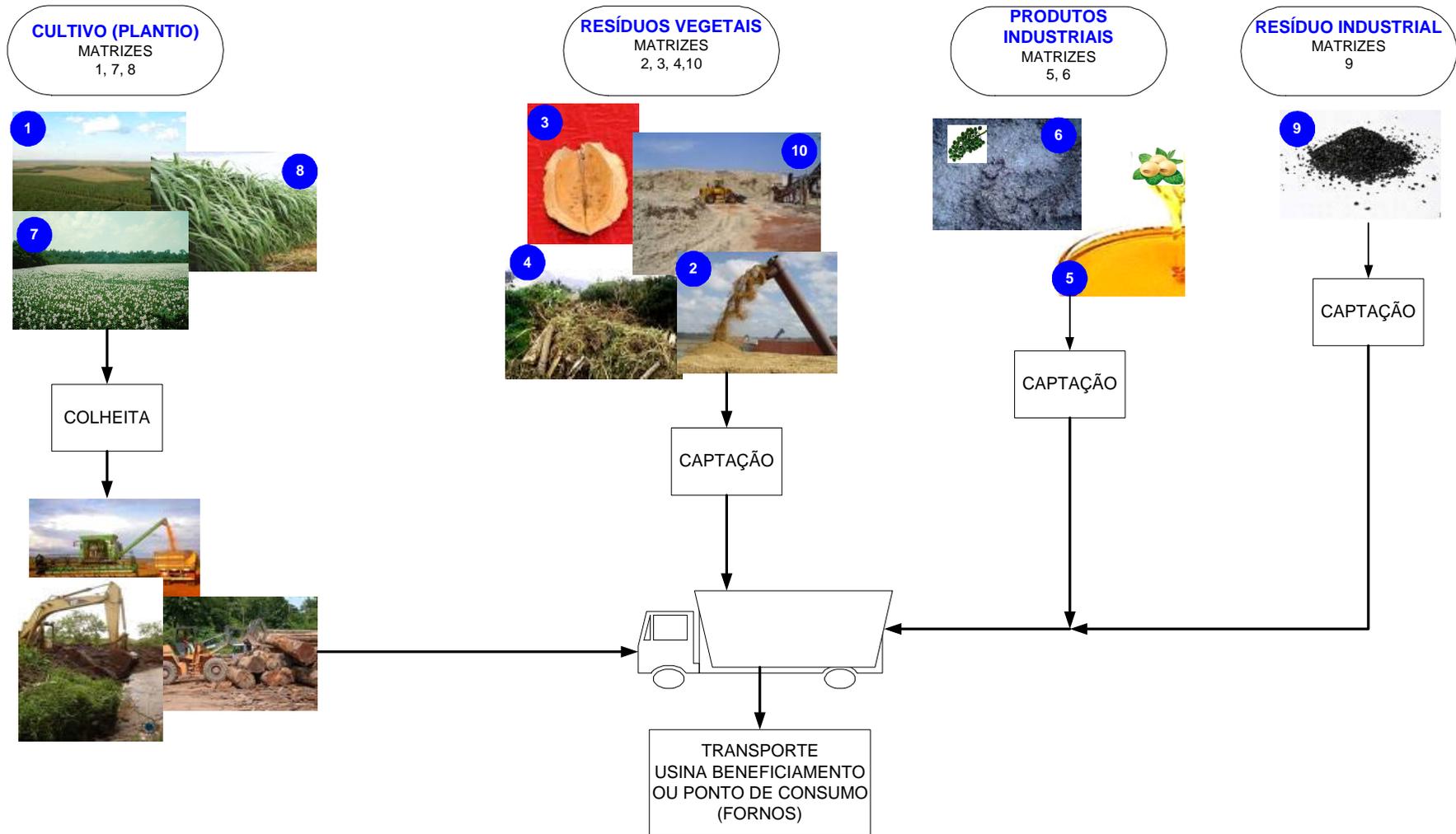
A tabela 15 apresenta as matrizes energéticas selecionadas.

Para melhor entendimento e visualização das etapas necessárias de geração e beneficiamento das matrizes foram elaborados dois (2) fluxogramas. O fluxograma 01 evidencia as etapas de geração ou captação das matrizes enquanto o fluxograma 02 detalha as etapas de beneficiamento para uso das mesmas como combustível.

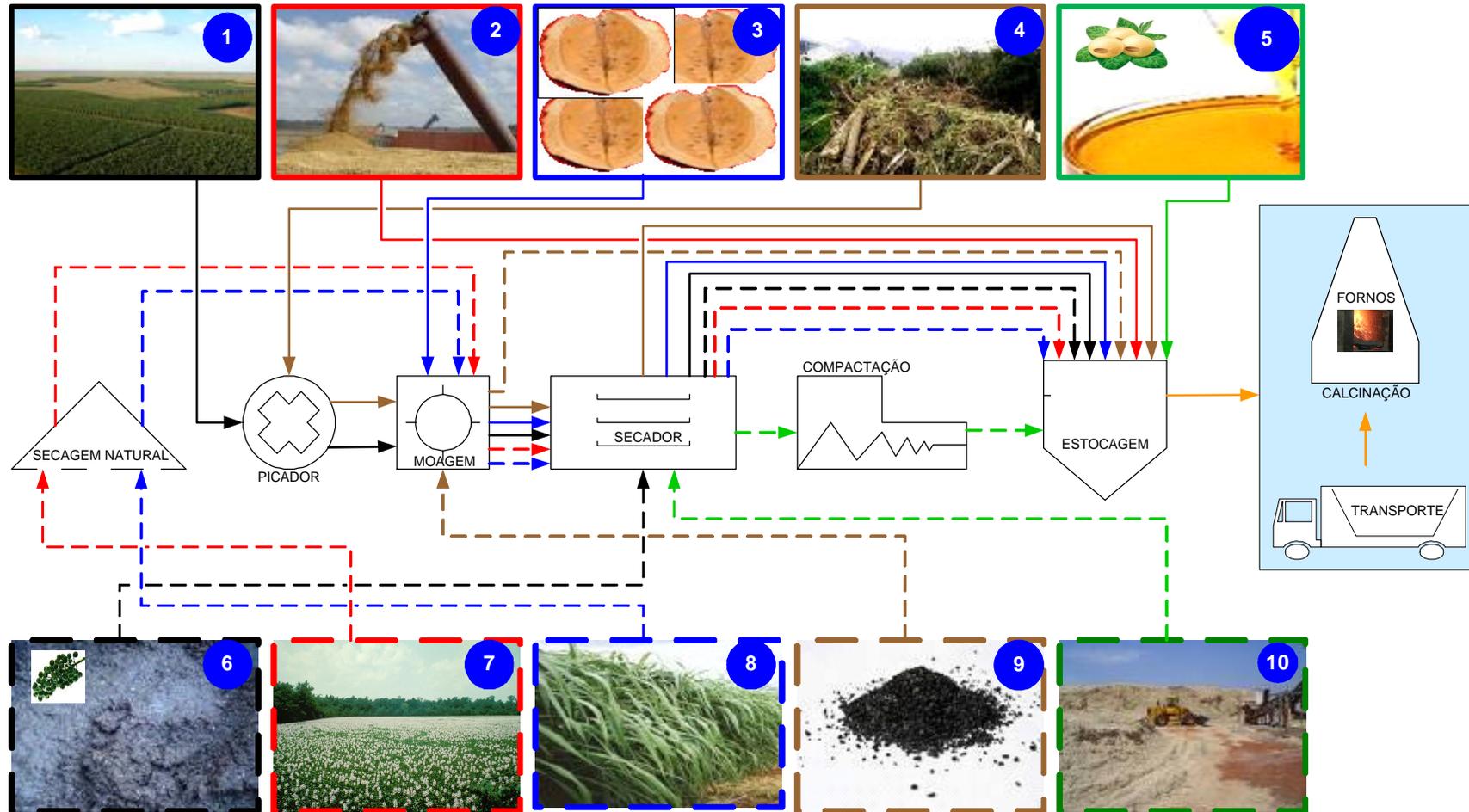
TABELA 15 – MATRIZES SELECIONADAS

| | | | |
|----|------------------|----|--------------------------|
| 01 | Acácia | 06 | Torta de mamona |
| 02 | Casca de arroz | 07 | Aguapé |
| 03 | Casca de mamona | 08 | Capim elefante |
| 04 | Material de poda | 09 | Resíduo de fertilizante |
| 05 | Óleo de soja | 10 | Bagaço de cana de açúcar |

FLUXOGRAMA 01 - SIMPLIFICADO DAS ETAPAS DE CAPTAÇÃO OU GERAÇÃO DAS MATRIZES



FLUXOGRAMA 02 - SIMPLIFICADO DAS ETAPAS DE BENEFICIAMENTO DAS MATRIZES



4.6. ESTUDO DE VIABILIDADE

Para fim de estimativa de viabilidade neste estudo, as matrizes foram divididas em três (3) grupos, utilizando-se critérios como necessidade ou não de tratamento, elevado custo de aquisição da matriz no mercado e requisitos especiais quanto às questões ambientais, sendo:

- Grupo G1 - matrizes que necessitam de tratamento ou beneficiamento prévio;
- Grupo G2 – matrizes de elevado custo de aquisição;
- Grupo G3 – matrizes com requisitos ambientais especiais.

Assim, como considerado no item 4.5, quando as matrizes foram combinadas entre si, a divisão das matrizes em três (3) grupos “G1”, “G2” e “G3” adotados neste trabalho também poderiam ter sido realizado por outros aspectos distintos.

O agrupamento das matrizes ainda poderia levar em conta critérios como: necessidade ou não de plantio e cultivo, compatibilidade com o sistema de injeção atualmente instalado nos fornos, dentre outros. Uma vez divididos sobre diferentes critérios poderiam ser estudadas suas viabilidades.

Para a escolha destes critérios foi levada em consideração principalmente a questão ambiental, uma vez que os fornos instalados no APL atualmente estão licenciados apenas para utilização de madeiras e derivados (biomassa vegetal) e a compatibilidade com o sistema de queima, permitindo assim minimizar os investimentos com sistemas alternativos de queima.

Mesmo podendo classificar as matrizes em mais de um grupo, as mesmas foram classificadas apenas em um dos grupos, levando-se em consideração a seguinte seqüência de classificação das matrizes: G3 > G2 > G1

O relatório parcial R3 apresentou uma tabela similar à tabela 16, mostrando a divisão das matrizes em dois grupos, de acordo com o estágio em que o estudo se encontrava naquele momento. A tabela 16 mostra a nova divisão consolidando as informações deste trabalho.

TABELA 16 – GRUPOS DE VIABILIDADE

| Grupo | Matrizes | Critério |
|--------------|-------------------|---------------------------------|
| G1 | 1, 2, 4, 7, 8, 10 | Necessita beneficiamento |
| G2 | 3, 5, 6 | Elevado custo de aquisição |
| G3 | 9 | Requisitos ambientais especiais |

Cada grupo foi avaliado sobre classes de viabilidade específicas conforme requisitos do contrato e justificativas abaixo descritas, sendo estas classes:

- Viabilidade técnica;
- Viabilidade econômica;
- Viabilidade ambiental.

Viabilidade técnica: Foram consideradas tecnicamente viáveis as matrizes que possuem características físicas com condições exequíveis de processamento e beneficiamento para serem consumidas nos fornos de cal do APL e características químicas compatíveis de tal forma a não interferir negativamente na qualidade da cal virgem produzida.

Viabilidade econômica: Foram consideradas economicamente viáveis as matrizes que apresentaram custos finais compatíveis ou inferiores ao custo proporcionado pela serragem, atual matriz energética utilizada pelo APL, que apresentaram potencial de suprir a demanda energética atual dos fornos do APL, que demandam investimento inferior a cem mil reais (R\$ 100.000,00) por forno para adequação do sistema de queima e investimento inferior a cento e vinte mil reais (R\$ 120.000,00) por forno para adequação ambiental quanto ao tratamento dos gases emitidos.

Viabilidade ambiental: Foram consideradas ambientalmente viáveis as matrizes que não foram classificadas como resíduos classe I, segundo a norma NBR 10.004, que apresentaram condições de uso compatíveis com a legislação SEMA 54/2006.

4.6.1. Resultados do Estudo de Viabilidade

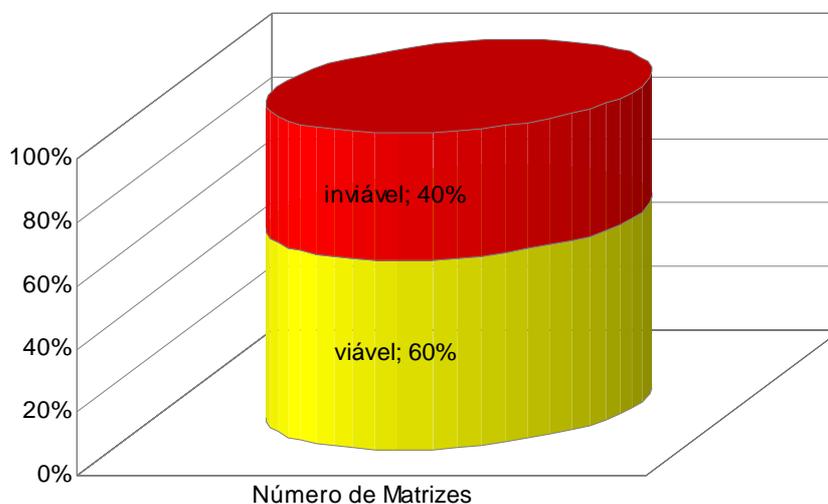
O grupo de matrizes só foi considerado VIÁVEL se atendeu às três classes de viabilidade.

A tabela 17 e o gráfico 09 mostram os resultados desta avaliação.

TABELA 17 – AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE

| Grupo | Matrizes | Viabilidade | | | |
|-------|-------------------|-------------|-----------|-----------|----------|
| | | Técnica | Econômica | Ambiental | Final |
| G1 | 1, 2, 4, 7, 8, 10 | Viável | Viável | Viável | Viável |
| G2 | 3, 5, 6 | Viável | Inviável | Viável | Inviável |
| G3 | 9 | Viável | Viável | Inviável | Inviável |

GRÁFICO 09 – AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE



4.6.2. Justificativas Quanto à Viabilidade

A tabela 18 mostra a viabilidade individual de cada matriz isoladamente, resultando na viabilidade do G1 e inviabilidade dos grupos G2 e G3.

TABELA 18 – MATRIZES AVALIADAS

| | | | |
|----|------------------|----|--------------------------|
| 01 | Acácia | 06 | Torta de mamona |
| 02 | Casca de arroz | 07 | Aguapé |
| 03 | Casca de mamona | 08 | Capim elefante |
| 04 | Material de poda | 09 | Resíduo de fertilizante |
| 05 | Óleo de soja | 10 | Bagaço de cana de açúcar |

Matriz 01 – Acácia: É VIÁVEL por atender plenamente os critérios estabelecidos no âmbito da viabilidade técnica, econômica e ambiental.

Matriz 02 – Casca de Arroz: É VIÁVEL por atender plenamente os critérios estabelecidos no âmbito da viabilidade técnica, econômica e ambiental.

Obs.: Esta matriz possui restrições quanto ao seu sistema de injeção no forno, devido ao seu alto teor de sílica. A mesma não pode ser injetada diretamente na zona de queima. Torna-se viável tecnicamente se injetada indiretamente por meio de um queimador pirolítico conforme demonstrado no teste piloto.

Matriz 03 – Casca de Mamona: É INVIÁVEL por não atender os critérios quanto à viabilidade econômica, quer seja pelo seu alto custo de aquisição, por ter destinos com maior valor de mercado, bem como pela falta de consistência no que diz respeito a sua capacidade de suprir as necessidades demandadas pelo setor.

Matriz 04 – Material de Poda: É VIÁVEL por atender plenamente os critérios estabelecidos nos âmbitos da viabilidade técnica, econômica e ambiental.

Matriz 05 – Óleo de Soja Bruto: É INVIÁVEL por não atender os critérios quanto à viabilidade econômica, quer seja pelo seu alto custo de aquisição ou por ter destinos com maior valor de mercado.

Matriz 06 – Torta de Mamona: É INVIÁVEL por não atender os critérios quanto à viabilidade econômica, quer seja pelo seu alto custo de aquisição, por ter destinos com maior valor de mercado, bem como pela falta de consistência no que diz respeito à sua capacidade de suprir as necessidades demandadas pelo setor.

Matriz 07 – Aguapé: É VIÁVEL por atender plenamente os critérios estabelecidos nos âmbitos da viabilidade técnica, econômica e ambiental.

Obs. Esta matriz pode ser consumida como biomassa desidratada pelos processos convencionais de injeção nos fornos ou ainda por meio indireto pela geração de gás metano em biodigestores.

Matriz 08 – Capim Elefante: É VIÁVEL por atender plenamente os critérios estabelecidos nos âmbitos da viabilidade técnica, econômica e ambiental.

Matriz 09 – Resíduo de Fertilizante: É INVIÁVEL por não atender os critérios quanto à viabilidade econômica e principalmente ambiental. Esta matriz foi classificada como resíduo classe I.

Matriz 10 – Bagaço de Cana de Açúcar: É VIÁVEL por atender plenamente os critérios estabelecidos nos âmbitos da viabilidade técnica, econômica e ambiental.

4.6.3. Justificativa Complementar

De forma complementar às justificativas que levaram às conclusões de viabilidade, é importante ressaltar que as conclusões apresentadas neste estudo quanto à viabilidade das matrizes são relativas, isto quer dizer: mudanças de cenário quanto a demandas e ofertas de outras matrizes, bem como o valor da cal no mercado, dentre outros aspectos, poderão modificar as premissas consideradas e tornar viável uma matriz ou grupo considerada inviável neste estudo.

Para ilustrar esta abordagem, foi considerada neste estudo a tecnologia de calcinação instalada atualmente nas empresas do APL. Assim sendo, matrizes energéticas derivadas de combustíveis fósseis, bem como resíduos industriais são inviáveis, uma vez que não há controle das temperaturas, bem como inexistente qualquer tratamento dos gases de combustão nos fornos de cal do APL, sendo estas matrizes viáveis em fornos modernos de última geração como ilustrado na figura 05.

Figura 05 – Forno de Cal Cimprogetti – Two D – Multicombustível, capacidade de 400 t/dia de Cal Virgem



Dessa forma, os critérios de viabilização de uma matriz vão além do estudo da matriz em si, uma vez que pode tornar perfeitamente viável uma matriz de altíssimo custo de aquisição, como é o caso do gás natural, se a tecnologia de queima empregada proporcionar redução no consumo

térmico específico, bem como outros ganhos a exemplo de melhor aproveitamento dos finos de britagem, conseqüentemente, com melhor aproveitamento das reservas minerais.

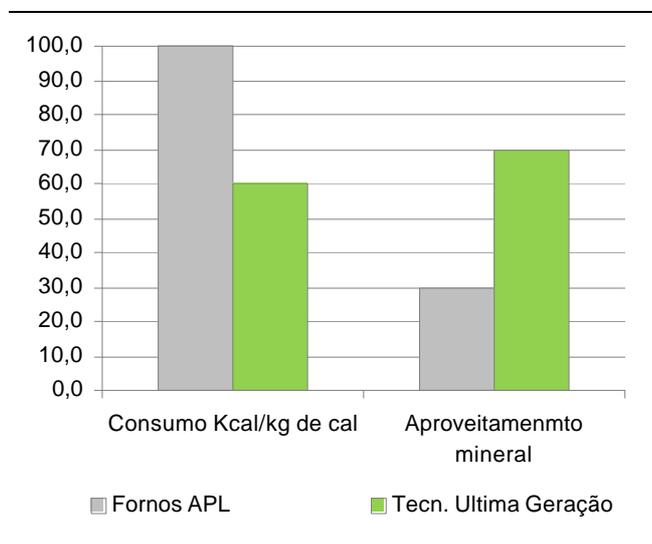
A tabela 19 ilustra algumas vantagens competitivas destas duas tecnologias de fabricação (calcinação) citadas.

TABELA 19 COMPARATIVO CONSUMO TÉRMICO E APROVEITAMENTO MINERAL

| | | Fornos do APL | Fornos Tecnologia última Geração |
|---|-------------------------|---------------|----------------------------------|
| Consumo térmico específico médio | kcal / kg de cal virgem | 1.345,0 | 800,0 |
| Média da granulometria mínima do calcário alimentado no forno | mm | > 100 | > 25 |

Atualmente é estimado que trinta por cento (30%) do calcário extraído com finalidade de abastecimento dos fornos de cal do APL não chega a ser alimentado por estar com granulometria inferior à mínima necessária, sendo este material destinado na maior parte dos casos para fabricação de outros produtos de menor valor agregado.

O gráfico 10 ilustra o comparativo apresentado na tabela 18, realizado apenas com dois parâmetros, entre a tecnologia instalada atualmente no APL e a tecnologia de última geração disponível para fabricação de cal, avaliações estas que podem ser ampliadas e consideradas em outras circunstâncias e cenários distintos dos fixados por este trabalho.

GRÁFICO 10 – COMPARATIVO CONSUMO TÉRMICO E APROVEITAMENTO MINERAL**4.7. TESTE PILOTO**

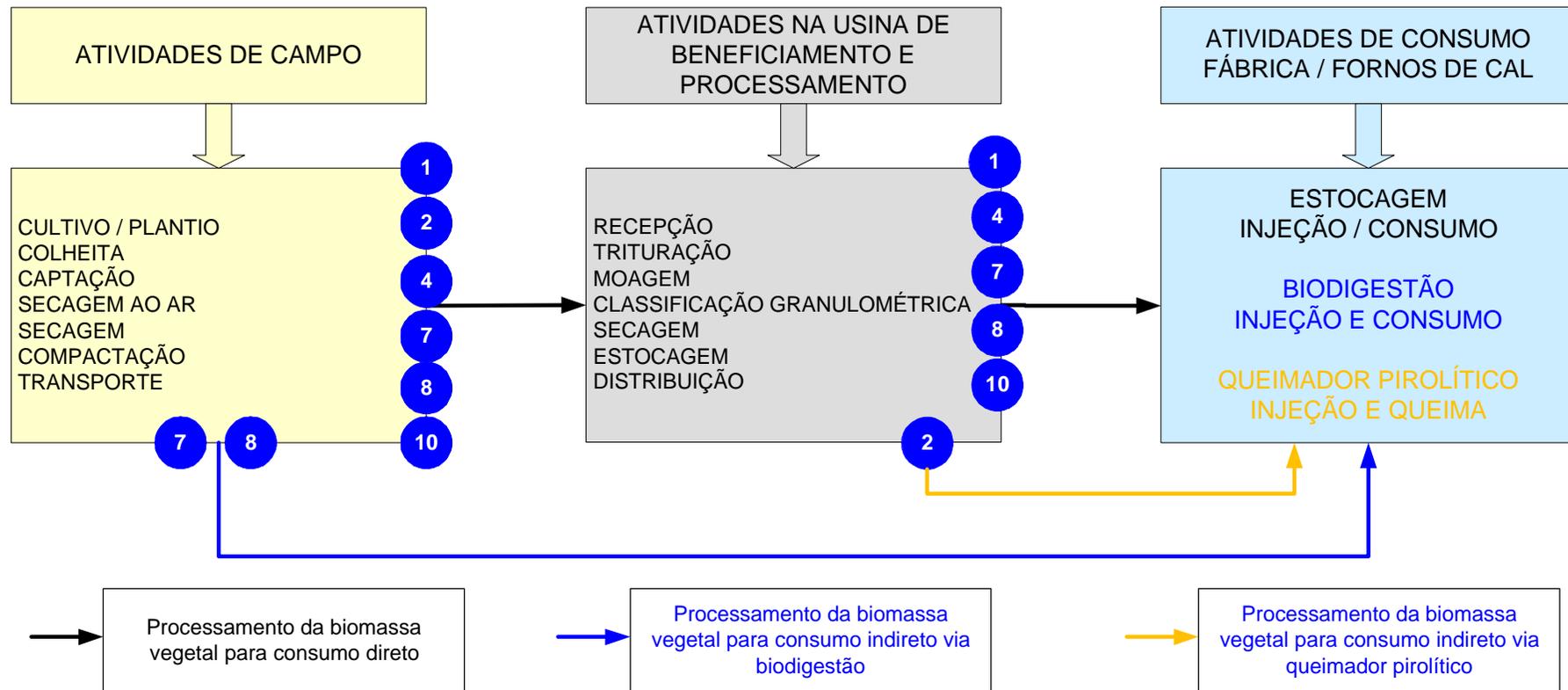
A fim de atender o parágrafo primeiro do Inciso XIX do contrato que diz:

“O teste Piloto deverá abordar um descritivo de simulação para utilização das alternativas nos fornos típicos das empresas do APL de cal e calcário do Paraná, a estimativa de investimentos necessários para adequação do processo visando atender a qualidade de cal produzida e a estimativa de investimentos necessários para adequação à legislação ambiental”,

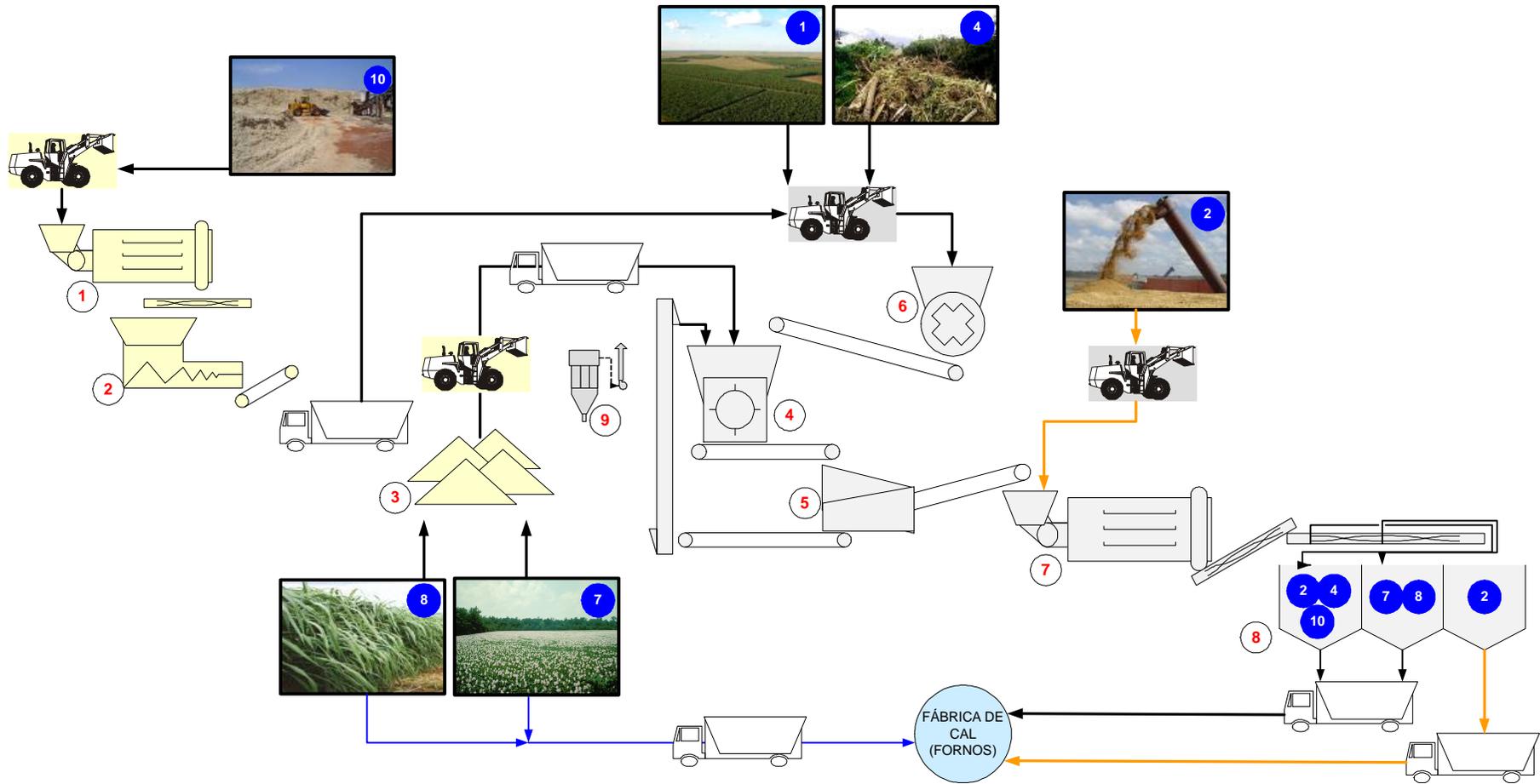
Para melhor entendimento e didática, o teste piloto está apresentado em forma de fluxogramas onde foram elaborados três (3), sendo:

- O fluxograma 03 – Apresenta a divisão das atividades e operações necessárias desde a geração ou captação das matrizes viáveis até seu consumo nos fornos de cal.
- O fluxograma 04 – Apresenta o estudo prévio de uma central de processamento de biomassa para abastecimento dos fornos do APL.
- O fluxograma 05 – Apresenta as formas de consumo das matrizes viáveis nos fornos de cal.

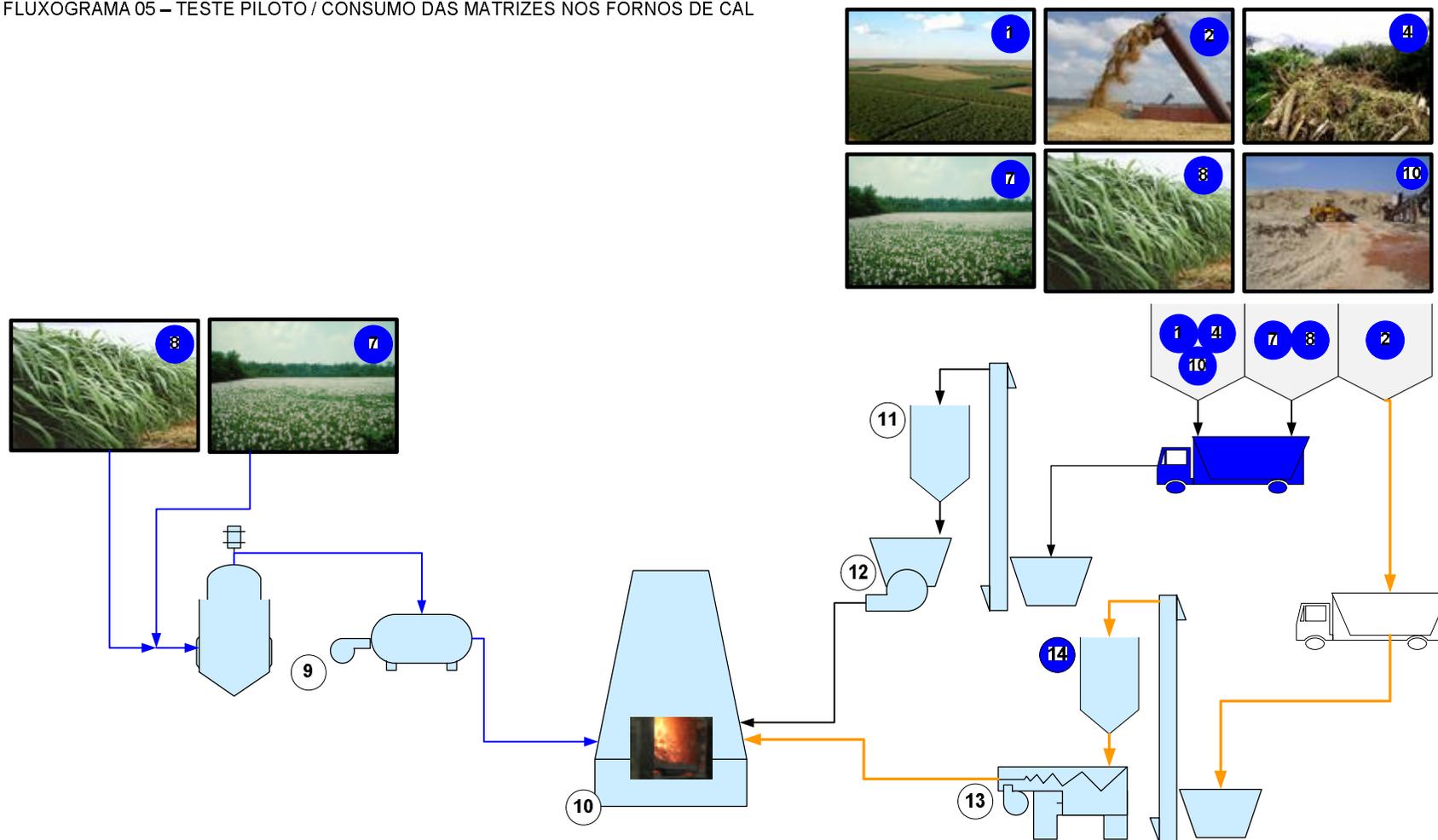
FLUXOGRAMA 03 – TESTE PILOTO / GERAÇÃO, PROCESSAMENTO, BENEFICIAMENTO E CONSUMO DAS MATRIZES ENERGÉTICAS



FLUXOGRAMA 04 – TESTE PILOTO / ATIVIDADES DE PROCESSAMENTO E BENEFICIAMENTO DAS MATRIZES NO PONTO DE GERAÇÃO E USINA DE PROCESSAMENTO



FLUXOGRAMA 05 – TESTE PILOTO / CONSUMO DAS MATRIZES NOS FORNOS DE CAL



4.7.1. Central de Biomassa

O objetivo de uma central de biomassa é fornecer uma matriz energética de qualidade, com características uniformes que correspondam às necessidades das indústrias do APL, e permitir a formação de um “mix” de várias matrizes considerando sua disponibilidade e sazonalidade, além de reduzir os investimentos de implantação, uma vez que podem ser compartilhados em forma de cotas de acordo com o porte de consumo de cada empresa.

A central de processamento de biomassa não só tem a finalidade de beneficiar e preparar as matrizes para o consumo, bem como de centralizar a geração e captação das mesmas, atuando como uma central de compras, tendo assim vantagens competitivas frente às iniciativas individualizadas de implantação e exploração.

Nos fluxogramas 03, 04 e 05 podem ser identificados os seguintes equipamentos e suas respectivas operações unitárias conforme a tabela 20.

A estimativa precisa de implantação de uma usina de beneficiamento e processamento de biomassa deve levar em consideração aspectos de centralização ou descentralização, usinas modulares, matrizes energéticas que serão processadas, técnicas de processamento, e principalmente a capacidade de processamento em toneladas de biomassa/dia ou ainda melhor expressa em Gcal/dia.

Uma estimativa superficial foi realizada neste trabalho apenas como um embasamento preliminar de investimento para implantação de uma usina central de processamento de biomassa.

O número abaixo estimado fixa alguns parâmetros e adota dados e informações utilizados neste trabalho.

Para implantação de uma usina de processamento com capacidade média equivalente a seiscentas toneladas (600 t) por dia, ou seja, um

processamento de 50 toneladas/ hora em turno de 12 horas, ou ainda, esta massa equivalente a duas mil cento e cinquenta (2.150 Gcal/dia), estima-se um investimento na ordem de três milhões e seiscentos mil reais (R\$3.600.000,00).

Esta usina seria capaz de abastecer cinquenta (50) fornos de cal com produção média de 31,5 toneladas dia.

O custo relativo de implantação seria de setenta e dois mil reais (R\$72.000,00) por forno.

TABELA 20 – EQUIPAMENTOS E OPERAÇÕES UNITÁRIAS

| | Equipamento | Operação Unitária |
|----|-------------------------------|---------------------------------------|
| 01 | Secador | Redução da umidade livre |
| 02 | Briquetador | Redução de volume |
| 03 | Estocagem ao ar livre | Abatimento da umidade livre |
| 04 | Moinho | Redução secundária de granulometria |
| 05 | Peneira | Classificação granulométrica |
| 06 | Picador | Redução primária de granulometria |
| 07 | Secador | Redução da umidade livre |
| 08 | Silos | Estocagem e Distribuição |
| 09 | Biodigestor | Geração e injeção de gás metano |
| 10 | FORNO DE CAL | Calcinação - Fabricação da Cal |
| 11 | Silos | Estocagem pulmão |
| 12 | Alimentador | Injeção de combustível sólido |
| 13 | Queimador pirolítico (biogás) | Geração e injeção de gás rico |
| 14 | Silos | Estocagem pulmão |

4.8. FICHAS TÉCNICAS

A fim de facilitar a consulta e manuseio das informações das matrizes de forma isolada, a seguir são apresentadas as fichas técnicas das principais matrizes estudadas neste trabalho.

Acácia – 01

| FICHA TÉCNICA | | 01 | |
|--|-----------------------|-----------------------------|----------------|
| Nome Comum: | Acácia | | |
| Nome Científico: | <i>Acacia sp</i> | | |
| Descrição do Material/ Espécie: | | | |
| <p>Acacia mangium: Árvore perenifólia, de 10-15m de altura, de tronco ereto, cinza-pardo, com casca pouco saliente e levemente sulcado longitudinalmente. Ramificação fina, horizontal, espaçada, formando copa ovalada com folhagem densa. Folhas simples, alternas, em ramos verdes, alados, dispostos espiraladamente, ovalado-lanceoladas ou ovalado-alongadas, largas, coriáceas, de pecíolo curto, ápice alongado, com nervuras salientes partindo da base, de 12-18 cm de comprimento. As folhas são filódios permanentes que não evoluíram, não dando origem às folhas verdadeiras que deveriam ser pinadas. Inflorescências brancas, axilares, sem atrativo ornamental, com flores globulares brancas e estames numerosos. Frutos do tipo vagem, espiralados ou torcidos, marrons, curtos, deiscentes, com sementes pretas, pequenas, pendentes na vagem por um filamento amarelo, formado de setembro a novembro. É uma espécie florestal de rápido crescimento, capaz de produzir madeira de boa qualidade, tanino e produtos apícolas.</p> <p>Sua madeira é utilizada na fabricação de móveis, papel, portas, carvão, MDF, aglomerados, laminados e moradias.</p> <p>Acacia auriculiformis: É geralmente árvore, de 8-20 m de altura, com galhada ampla e tronco curto. Em locais adequados pode crescer até 30-40 m de altura com 80-100 cm de diâmetro com um tronco único e reto. A casca é cinzenta ou marrom, mais ou menos lisa nas árvores jovens, tornando-se áspera e fissurada longitudinalmente ao crescer.</p> <p>O cerne varia entre marrom claro e vermelho escuro. A madeira serve para mobiliário e é adequada para serviços de construção, torneamento e escultura. Árvores cultivadas têm-se mostrado promissoras na produção de celulose não branqueada - para sacos e papel para embalagem e celulose semi-química de sulfito neutro de alta qualidade - para produtos corrugados de médio e alto grau para empacotamento.</p> | | | |
| P.C.I.: | nd | P.C.S.: | 4.600 kcal/ kg |
| Estado Físico: | Sólido | Umidade: | 18,0% |
| Teor de Cinzas: | nd | Sílica (SiO ₂): | 11,3% |
| Densidade aparente: | 0,5 t/ m ³ | | |
| Sazonalidade: | Não se aplica | | |
| Tempo de Maturação: | 2 anos | | |
| Produtividade | 240 t/ha/ ano | | |
| Classificação ISO 10004: | | Classe II-B | |
| nd: não determinado | | | |

Casca de Arroz – 02

| FICHA TÉCNICA | | 02 | |
|---------------------------------|--|-----------------------------|----------------|
| Nome Comum: | Casca de Arroz | | |
| Nome Científico: | Não se aplica | | |
| Descrição do Material/ Espécie: | Resíduo proveniente do beneficiamento do arroz, a casca corresponde a aproximadamente 20% do volume do grão bruto. | | |
| P.C.I.: | 3.996 kcal/ kg | P.C.S.: | 3.500 kcal/ kg |
| Estado Físico: | Sólido-granulado | Umidade: | 18,0% |
| Teor de Cinzas: | 13,4% | Sílica (SiO ₂): | 12,6% |
| Densidade aparente: | 0,1 t/ m ³ | | |
| Sazonalidade: | Não se aplica | | |
| Tempo de Maturação: | Não se aplica | | |
| Produtividade | 775 mil t/ ano | | |
| Classificação ISO 10004: | Classe II-B | | |

Material de Poda – 04

| FICHA TÉCNICA | | 04 | |
|---------------------------------|---|-----------------------------|----------------|
| Nome Comum: | Material de Poda | | |
| Nome Científico: | Não se aplica | | |
| Descrição do Material/ Espécie: | Esse material é gerado nos municípios proveniente das podas, sejam estas de áreas privadas ou públicas, em geral este material é coletado pelas prefeituras, e destinado para depósitos específicos, com aplicações diversas, como compostagem e venda. | | |
| P.C.I.: | 4.300 kcal/ kg | P.C.S.: | 2.700 kcal/ kg |
| Estado Físico: | Sólido | Umidade: | 12,0% |
| Teor de Cinzas: | nd | Sílica (SiO ₂): | 5,0% |
| Densidade aparente: | indefinido | | |
| Sazonalidade: | Não se aplica | | |
| Tempo de Maturação: | Não se aplica | | |
| Produtividade | 13 mil t/ ano | | |
| Classificação ISO 10004: | Classe II-B | | |
| nd: não determinado | | | |

Óleo de Soja Bruto – 05

| FICHA TÉCNICA | | 05 | |
|---------------------------------|---|-----------------------------|------|
| Nome Comum: | Óleo de soja bruto | | |
| Nome Científico: | Não se aplica | | |
| Descrição do Material/ Espécie: | Extraído do grão de soja, trata-se do óleo sem nenhum tratamento após a extração. | | |
| P.C.I.: | 9.421 kcal/ kg | P.C.S.: | nd |
| Estado Físico: | Líquido | Umidade: | 1,0% |
| Teor de Cinzas: | nd | Sílica (SiO ₂): | 0,0% |
| Densidade aparente: | 0,9 t/ m ³ | | |
| Sazonalidade: | Não se aplica | | |
| Tempo de Maturação: | Não se aplica | | |
| Produtividade | 50 mil ton/ ano | | |
| Classificação ISO 10004: | Classe II-A | | |
| nd: não determinado | | | |

Aguapé – 07

| FICHA TÉCNICA | | 07 | |
|---------------------------------|---|-----------------------------|----------------|
| Nome Comum: | Aguapé | | |
| Nome Científico: | <i>Eichornia crassipes</i> | | |
| Descrição do Material/ Espécie: | O aguapé se apresenta suspenso, flutuando livremente, enroscado em obstáculos, preso ao solo em locais de água rasa e até enraizado em áreas consideradas secas. A planta possui uma grande quantidade de pecíolos cheios de cavidades de ar - isso explica o enorme poder de flutuar. A reprodução dos aguapés ocorre por meio de sementes e por brotações laterais - novas plantas são produzidas por estolões e o seu crescimento lateral ocorre a partir do rizoma. | | |
| P.C.I.: | 767 kcal/ kg | P.C.S.: | 1.775 kcal/ kg |
| Estado Físico: | Sólido | Umidade: | 92,6% |
| Teor de Cinzas: | 27,4% | Sílica (SiO ₂): | 11,3% |
| Densidade aparente: | 0,3 t/ m ³ | | |
| Sazonalidade: | Perene | | |
| Tempo de Maturação: | Não se aplica | | |
| Produtividade | 400 t/ha/ ano | | |
| Classificação ISO 10004: | Classe II-B | | |

Sinônimos botânicos: aguapé-de-flor-roxa, baronesa, camalote, dama-do-lago, jacinto-d'água, murerê, mureru, muriru, murumuru, mururé-de-canudo, orelha-de-veado, orquídea-d'água, parecí, pavoã, rainha-dos-lagos.

Planta originária do Brasil, foi introduzida em diversos países do mundo, primeiramente em virtude da beleza de suas flores.

Esta espécie possui enorme poder de proliferação. Em ambientes propícios pode aumentar sua biomassa na taxa de 5% ao dia. Em ambientes ricos em nutrientes, chega a produzir 2.920 t/ha/ ano de material úmido, que correspondem a 146 t/ha/ ano de matéria seca. Para se ter uma idéia do crescimento da mesma, foi estimado que o Canal do Panamá ficaria totalmente obstruído em apenas três (3) anos.

Possui um poder de germinação tão grande que se retirada completamente de um lago, bastará a presença de luz atravessando a lâmina d'água até o fundo do lago, onde se encontram sementes submersas, para que outras plantas brotem. Não

tolera salinidade e suas folhas também são sensíveis às geadas, mas sobrevive perfeitamente em climas frios.

Em países como a Índia, esta planta invade plantações de arroz, impedindo o seu crescimento. Os pequenos agricultores, no entanto, aprenderam a usar o inimigo como fonte de energia, combustível e fertilizante. Para isto utilizam todo o excesso de aguapé produzido em biodigestores caseiros que produzem gás metano que pode alimentar geradores que produzem energia elétrica, extraíndo também fertilizantes naturais derivados dos resíduos deste processo.

Esta espécie não tem nenhuma aplicação explorando seu potencial energético, ou mesmo para outros fins em grande escala, atualmente é utilizada como planta ornamental.

O Aguapé pode ser cultivado em águas limpas ou poluídas, por sua grande capacidade de absorção de nutrientes possui grande utilidade na despoluição de esgotos, por ser um organismo filtrador de água, processo pelo qual é capaz de extrair nutrientes dos poluentes da água. Em ambientes poluídos tem maior taxa de proliferação.

O aguapé também apresenta considerável importância em lagos de jardim, pois serve de local para a desova dos peixes de água fria, de refúgio para os alevinos, evita a luz direta do sol sobre a lâmina, não permitindo assim que a água fique extremamente esverdeada.

Embora seu poder calorífico não tenha um valor alto, sua elevada produção de matéria supera este déficit. No material seco encontra-se, aproximadamente, um P.C.I. de 767 kcal/ kg e um P.C.S. de 1.775 kcal/ kg.

Essa matriz contém uma grande quantidade de água na sua composição, aproximadamente 93%, o que torna inviável a secagem natural. Também apresenta considerável teor de sílica, em torno de 11%, característica que exige adaptações nos modelos de fornos de calcinação utilizados atualmente, para que este material seja armazenado, para posterior descarte ou destinação ambientalmente correta.

Capim Elefante – 08

| FICHA TÉCNICA | | 08 | |
|---------------------------------|--|-----------------------------|---------------|
| Nome Comum: | Capim Elefante | | |
| Nome Científico: | <i>Pennisetum purpureum</i> | | |
| Descrição do Material/ Espécie: | <p>Planta perene, cespitosa, forma grandes touceiras, muito altas, geralmente com até 3 metros, podendo atingir 5 metros, às vezes curvadas pelo próprio peso. Grandes panículas terminais, cilíndricas e compactas, com raque pubescente, espiguetas isoladas ou em grupos de 2-5, guarnecidas por cerdas, sendo uma sempre maior que as outras. Os colmos podem chegar a 3 cm de espessura na base, muito resistentes. Formam-se até 20 entrenós, geralmente lisos e glabros, podendo ocorrer alguma pilosidade pouco abaixo da panícula; coloração amarelada às vezes com pigmentação avermelhada; cerosidade epicuticular, nós entumecidos.</p> <p>O sistema basal apresenta rizomas de até 25 cm de comprimento, raízes fibrosas. As folhas com lâminas de 30 - 90 cm de comprimento e até 2,5 cm de espessa; nervura mediana, provocando depressão na face ventral e proeminência na dorsal; geralmente áspera nas duas faces e nas margens coloração verde ou verde-azulada, fosca, com tons purpurescentes.</p> <p>Bainhas lisas e glabras ou ásperas e pilosas na face ventral. A inflorescência apresenta panículas cilíndricas, compactas, com 8-30 cm de comprimento por 1,5-3 cm de espessura, eretas com longas hastes na parte terminal dos colmos e de seus ramos; cerdas de coloração variável: esverdeada, amarelada, castanha ou purpurescente. Em cada grupo de espiguetas geralmente apenas uma é fértil.</p> | | |
| P.C.I.: | 3.203 kcal/kg | P.C.S.: | 3.823 kcal/Kg |
| Estado Físico: | Sólido | Umidade: | 54,5% |
| Teor de Cinzas: | 13,4% | Sílica (SiO ₂): | 10,7% |
| Densidade aparente: | 0,04 t/m ³ | | |
| Sazonalidade: | Perene | | |
| Tempo de Maturação: | 3 a 6 meses | | |
| Produtividade: | 7,5 t/ha/colheita de biomassa seca | | |
| Classificação ISO 10004: | Classe II-B | | |

Trata-se de uma gramínea similar à cana-de-açúcar, utilizada atualmente como forragem, que recentemente despertou interesse dos empresários do setor energético devido à sua alta produtividade, em média de 7,5 toneladas de biomassa seca por hectare por colheita.

Em um comparativo, por exemplo, com a bracatinga, que é utilizada como combustível nos fornos de calcinação, cujo ciclo de corte é de sete anos, o capim elefante pode ter de duas a quatro colheitas anuais dependendo das condições do solo.

O capim elefante possui umidade de aproximadamente 55% e não seca no meio ambiente, como a lenha de eucalipto e bracatinga, por exemplo, pois se for amontoado pode apodrecer. Para sua secagem é necessária a redução do seu tamanho em picotador e em seguida é empregado algum tipo de energia para sua secagem por método artificial. Além das dificuldades para eliminar a água do material, para transportá-lo e armazená-lo é necessária sua compactação. Porém, estes problemas podem facilmente ser superados se o cultivo do material for realizado em regiões próximas das indústrias pertencentes ao APL do Cal e Calcário do Paraná e os investimentos minimizados com a estruturação de uma central de biomassa. Outro empecilho que pode surgir pode ser o alto teor de sílica na cinza, que é de 80%, e o teor de cinzas de 13,4%, o que representa um teor de sílica de 11% para o material.

A matriz capim elefante tem aproximadamente um poder calorífico inferior a 3.200 kcal/kg e poder calorífico superior a 3.820 Kcal/kg para biomassa seca.

Embora o material apresente a necessidade de alguns processos de beneficiamento, ou ainda adaptações nas plantas produtivas das indústrias de Cal devido às suas características físicas e químicas, o material apresenta poder calorífico satisfatório e não necessita de licenciamento ambiental específico para sua utilização por ser tratar de material de origem vegetal.

Resíduo de Fertilizante Fosfertil – 09

| FICHA TÉCNICA | | 09 | |
|---------------------------------------|--|----------------------------------|---------------|
| Nome Comum: | Resíduo de Fertilizante - Óleo Carbonado | | |
| Nome Científico: | Não se aplica | | |
| Descrição do Material/Espécie: | Esse material é um resíduo gerado no processo industrial de fabricação de fertilizantes (Fosfertil). | | |
| P.C.I.: | 8.900 Kcal/Kg | P.C.S.: | 9.200 Kcal/kg |
| Estado Físico: | Sólido-pastoso | Umidade: | 1,2% |
| Teor de Cinzas: | 0,4% | Silica (SiO₂): | 0,0% |
| Densidade aparente: | 0,5 t/m ³ | | |
| Sazonalidade: | Não se aplica | | |
| Tempo de Maturação: | Não se aplica | | |
| Produtividade | 3,6 mil t/ano | | |
| Classificação ISO 10004: | Classe I | | |

Bagaço de Cana de Açúcar - 10

| FICHA TÉCNICA | | 10 | |
|---------------------------------|---|-----------------------------|----------------|
| Nome Comum: | Bagaço de cana de açúcar | | |
| Nome Científico: | Não se aplica (Cana de açúcar - <i>Saccharum spp</i>) | | |
| Descrição do Material/ Espécie: | O bagaço é o material que resta após a moagem da cana de açúcar para extração do caldo e produção de açúcar e etanol. O bagaço tem diâmetro inferior a 44,4 mm (3/4 mesh). | | |
| P.C.I.: | 1.750 kcal/kg | P.C.S.: | 4.137 kcal/ kg |
| Estado Físico: | Sólido-granulado | Umidade: | 53,6% |
| Teor de Cinzas: | 4,3% | Sílica (SiO ₂): | 2,8% |
| Densidade aparente: | 0,08 t/ m ³ (solto) e 0,10 t/ m ³ (compactado) - Resíduo Seco | | |
| Densidade aparente: | 0,11 t/ m ³ (solto) e 0,18 t/ m ³ (compactado) - Resíduo Úmido | | |
| Sazonalidade: | Não se aplica | | |
| Tempo de Maturação: | Não se aplica | | |
| Produção: | 100 milhões t/ ano (Estados SP, MG e PR) | | |
| Classificação ISO 10004: | Classe II-B | | |

Resíduo gerado na fabricação de etanol e açúcar, que corresponde em média a 30% da cana que é moída.

Este resíduo está disponível principalmente no estado de São Paulo, que detém praticamente 60% do beneficiamento de cana de açúcar do país, e outros 20% são beneficiados nos estados do Paraná e Minas Gerais.

Este resíduo atualmente é utilizado pelas usinas sulcro-alcooleiras na co-geração de energia térmica e elétrica. O excedente do material é vendido para a geração de vapor ou para alimentação de gado, cerca de 15% do bagaço gerado. Estima-se que este excedente nos estados de São Paulo, Paraná e Minas Gerais seja de 15 milhões de toneladas por ano.

As dificuldades que podem ser encontradas para a utilização desse material estão relacionadas com o transporte até as indústrias do APL de Cal e Calcário do Paraná, uma vez que o material apresenta baixa densidade e teria de ser compactado para viabilizar o transporte. Por outro lado, o material apresenta um percentual considerável de umidade de aproximadamente 54%, sendo que a secagem natural pode se tornar inviável por demandar um longo período e pode causar o apodrecimento do material, quando em montes. Ou seja, o material teria

que ser transportado no estado solto, ou antes de ser compactado teria que passar por sistema de secagem.

O poder calorífico Inferior e Superior, respectivamente, são aproximadamente 1.750 kcal/ kg e 4.137 kcal/ kg no resíduo seco.

Braquiária – 17

| FICHA TÉCNICA | | 17 | |
|--|-----------------------|-----------------------------|----------------|
| Nome Comum: | Braquiária | | |
| Nome Científico: | <i>Brachiaria sp.</i> | | |
| Descrição do Material/ Espécie: | | | |
| O gênero <i>Brachiaria</i> apresenta as seguintes características diferenciais: colmo herbáceo florescendo todos os anos, flor hermafrodita masculina ou feminina com um a três estames, espiga unilateral ou panícula, espigeta comprimida dorsiventralmente, biflora, com o antécio terminal frutífero, o basal neutro ou masculino, as glumas caem com o antécio frutífero, glumas menos consistentes que as glumas frutíferas (lema + pálea), gluma II e antécio hermafroditas abaxiais, gluma I e antécio neutro adaxiais. Espiguetas sempre biconvexas, primeira gluma sempre presente e voltada para a raque. | | | |
| P.C.I.: | nd | P.C.S.: | 1.200 kcal/ kg |
| Estado Físico: | Sólido | Umidade: | nd |
| Teor de Cinzas: | nd | Sílica (SiO ₂): | 11,3% |
| Densidade aparente: | nd | | |
| Sazonalidade: | Perene | | |
| Tempo de Maturação: | nd | | |
| Produtividade | 12 t/ha/ ano | | |
| Classificação ISO 10004: | | Classe II-B | |
| nd: não determinado | | | |

Mamona - 18

| FICHA TÉCNICA | | 18 | |
|---------------------------------------|--|----------------------------------|---------------|
| Nome Comum: | Mamona | | |
| Nome Científico: | <i>Ricinus communis</i> | | |
| Descrição do Material/Espécie: | <p>Planta perene, arbustiva, muito ramificada, de caules glabros e fistulosos, com 2-3 m de altura. As folhas são simples, longo-pecioladas e lobadas, com 10-60 cm de diâmetro; A inflorescência é em forma de cacho, o cálice masculino com 6-12 mm de comprimento e o cálice feminino com 4-8 mm. O fruto é uma cápsula elipsóideia com 15-25 mm de altura. A semente é oval, de cor castanha, com estrias brancas. Floresce ao longo de todo o ano e propaga-se exclusivamente por sementes. Possui ciclo de vida curto, em torno de 2-3 anos. Ecologia: Espécie heliófita e seletiva higrófila; desenvolve-se como planta espontânea. Desenvolve-se melhor em solos férteis e bem drenados, nas regiões com precipitação.</p> <p>Tempo de maturação da mamona é de aproximadamente 6 meses.</p> | | |
| Casca - 25% da mamona | | | |
| P.C.I.: | nd | P.C.S.: | 3.800 kcal/kg |
| Estado Físico: | Sólido-granulado | Umidade: | 10,0% |
| Teor de Cinzas: | 4,6% | Sílica (SiO₂): | 0,1% |
| Densidade aparente: | 0,2 t/m ³ | | |
| Sazonalidade: | Não se aplica | | |
| Tempo de Maturação: | Não se aplica | | |
| Produção | 36,5 mil toneladas/ano | | |
| Classificação ISO 10004: | | Classe II-B | |
| Torta - 37,5% da mamona | | | |
| P.C.I.: | nd | P.C.S.: | 4.500 kcal/kg |
| Estado Físico: | Sólido-pastoso | Umidade: | 7,0% |
| Teor de Cinzas: | nd | Sílica (SiO₂): | 3,0% |
| Densidade aparente: | 1,6 t/m ³ | | |
| Sazonalidade: | Não se aplica | | |
| Tempo de Maturação: | Não se aplica | | |
| Produtividade | 54,7 mil toneladas/ano | | |
| Classificação ISO 10004: | | Classe II-B | |
| nd: não determinado | | | |

5. REFERÊNCIAS

Este relatório apresenta parcialmente as referências bibliográficas que serão complementadas e apresentadas no próximo relatório, Relatório final RF.

5.1. SÍTIOS DA INTERNET

Acácia auriculiformis disponível em:
http://www.institutohorus.org.br/download/fichas/Acacia_auriculiformis.htm, último acesso em 15/08/2008 às 08h38min.

Acácia mangium disponível em: <http://www.sementescaicara.com.br/>, último acesso em 15/08/2008 às 08h55min.

Brachiaria brizantha disponível em:
http://www.grupofacholi.com.br/facholi/bracharia_brizantha.php, último acesso em 15/08/2008 às 09h01min.

Brachiaria brizantha disponível em:
http://www.institutohorus.org.br/download/fichas/Brachiaria_brizantha.htm, último acesso em 15/08/2008 às 09h02min.

Brachiaria brizantha disponível em:
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-84042002000200010&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt, último acesso em 15/08/2008 às 09h03min.

Brachiaria brizantha disponível em:
<http://www.xingusementes.com.br/brizantha.asp>, último acesso em 15/08/2008 às 09h04min.

Brachiaria brizantha disponível em:
<http://images.google.com.br/imgres?imgurl=http://www.cnpqc.embrapa.br/publicacoes/ct/ct01/humidicola.gif&imgrefurl=http://www.cnpqc.embrapa.br/publicacoes/ct/ct01/04especies.html&h=276&w=396&sz=10&hl=pt-BR&start=7&tbnid=JS0M5UnFu9jY0M:&tbnh=86&tbnw=124&prev=/images%3Fq%3Dbrachiaria%2Bhumidicola%26svnum%3D10%26hl%3Dpt-BR%26lr%3D>, último acesso em 15/08/2008 às 09h07min.

Brachiaria decumbens disponível em:
<http://www.xingusementes.com.br/decumbens.asp>, último acesso em 15/08/2008 às 09h10min.

Brachiaria decumbens disponível em:
<http://images.google.com.br/imgres?imgurl=http://www.cnpqc.embrapa.br/publicacoes/ct/ct01/humidicola.gif&imgrefurl=http://www.cnpqc.embrapa.br/publicacoes/ct/ct01/04especies.html&h=276&w=396&sz=10&hl=pt-BR&start=7&tbnid=JS0M5UnFu9jY0M:&tbnh=86&tbnw=124&prev=/images%3Fq>

%3Dbrachiaria%2Bhumidicola%26svnum%3D10%26hl%3Dpt-BR%26lr%3D, último acesso em 15/08/2008 às 09h07min.

Brachiaria decumbens disponível em:
http://www.grupofacholi.com.br/facholi/brachiaria_decumbens.php, último acesso em 15/08/2008 às 09h24min.

Brachiaria decumbens disponível em:
http://www.institutohorus.org.br/download/fichas/Brachiaria_decumbens.htm, último acesso em 15/08/2008 às 09h30min.

Brachiaria dictyoneura disponível em:
<http://images.google.com.br/imgres?imgurl=http://www.cnpqc.embrapa.br/publicacoes/ct/ct01/humidicola.gif&imgrefurl=http://www.cnpqc.embrapa.br/publicacoes/ct/ct01/04especies.html&h=276&w=396&sz=10&hl=pt-BR&start=7&tbnid=JSoM5UnFu9jY0M:&tbnh=86&tbnw=124&prev=/images%3Fq%3Dbrachiaria%2Bhumidicola%26svnum%3D10%26hl%3Dpt-BR%26lr%3D>, último acesso em 15/08/2008 às 09h07min.

Brachiaria dictyoneura disponível em:
<http://www.xingusementes.com.br/dictyoneura.asp>, último acesso em 15/08/2008 às 09h32min.

Brachiaria dictyoneura disponível em:
http://www.institutohorus.org.br/download/fichas/Brachiaria_dictyoneura.htm, último acesso em 15/08/2008 às 09h33min.

Brachiaria humidicola disponível em:
<http://images.google.com.br/imgres?imgurl=http://www.cnpqc.embrapa.br/publicacoes/ct/ct01/humidicola.gif&imgrefurl=http://www.cnpqc.embrapa.br/publicacoes/ct/ct01/04especies.html&h=276&w=396&sz=10&hl=pt-BR&start=7&tbnid=JSoM5UnFu9jY0M:&tbnh=86&tbnw=124&prev=/images%3Fq%3Dbrachiaria%2Bhumidicola%26svnum%3D10%26hl%3Dpt-BR%26lr%3D>, último acesso em 15/08/2008 às 09h07min.

Brachiaria humidicola disponível em:
<http://www.xingusementes.com.br/humidicola.asp>, último acesso em 15/08/2008 às 09h34min.

Brachiaria humidicola disponível em:
http://www.institutohorus.org.br/download/fichas/Brachiaria_humidicola.htm, último acesso em 15/08/2008 às 09h37min.

Brachiaria humidicola disponível em:
http://www.grupofacholi.com.br/facholi/brachiaria_humidicola.php, último acesso em 15/08/2008 às 09h38min.

Determinação do ponto de feno do capim-elefante roxo (pennisetum purpureum schum.) CV. roxo por meio de secagem à sombra e ao sol disponível em:

<http://www.agronline.com.br/artigos/artigo.php?id=253> , último acesso em 15/08/2008 às 09h42min.

Workshop de Co-produtos do Biodiesel – MCT disponível em:
www.biodiesel.gov.br/docs/15_Tratamento%20pela%20LTC%2031maio05.ppt ,
último acesso em 19/08/2008 às 13h28min.

Potencial energético do Jacinto Aquático, Aguapé ou Gigoga – Ambiente Brasil disponível em: <http://noticias.ambientebrasil.com.br/noticia/?id=23549> , último acesso em 18/08/2008 às 11h27min.

Pennisetum purpureum disponível em:
http://www.institutohorus.org.br/download/fichas/Pennisetum_purpureum.htm,
último acesso em 19/08/2008 às 17h43min.

Queima direta de Gramínea disponível em:
http://www.feagri.unicamp.br/energia/agre2000/Textos/9_1.doc, último acesso em 19/08/2008 às 17h44min.

Aspectos Produtivos do Capim-Elefante (Pennisetum purpureum, Schum.) cv. Roxo no Brejo Paraibano disponível em:
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982000000100010, último acesso em 19/08/2008 às 17h46min.

Formulário do documento de concepção do projeto (MDL-PPE-DCP) disponível em: www.mct.gov.br/upd_blob/0016/16050.pdf, último acesso em 19/08/2008 às 17h46min.

Jacinto Aquático – Aguapé em:
http://images.google.com.br/imgres?imgurl=http://tncweeds.ucdavis.edu/photos/eic-cr02.jpg&imgrefurl=http://lescanjr.blogspot.com/2008/08/matria-breve-estudo-sobre-o-aguap.html&h=500&w=750&sz=227&hl=pt-BR&start=8&um=1&usg=__WlKI3Ku2p7RbEDEQHCTkRQGcIlk=&tbnid, último acesso em 18/08/2008 às 13h40min.

Jacinto Aquático – Aguapé em Site da UNESP - teses disponíveis - Utilização de plantas aquáticas no tratamento de efluentes da Aqüicultura, Site da USP - tese disponível : Utilização de Macrofitas Aquáticas na produção de Adobe - um estudo de caso no Reservatório de Salto Grande - Americana - SP , Laguinhos : Mini ecossistemas para escolas e Jardins - Amaral, Maria do Carmo.

Secagem de borra de café em leite de jorro disponível em :
http://www.propg.ufscar.br/publica/vicic/C_TECNOLOGIA/TE032.html , último acesso em 19/08/2008 às 17h52min.

Tabelas técnicas>>combustíveis disponível em:
http://www.arauterm.com.br/tabelas_combustiveis.html, último acesso em 19/08/2008 às 17h53 min.

Torta de mamona (*ricinus communis*): fertilizante e alimento disponível em: www.asfagro.org.br/trabalhos_tecnicos/biodiesel/torta_de_mamona.pdf, último acesso em 19/08/2008 às 17h54min.

Casca de arroz disponível em www.irga.rs.gov.br/arquivos/20050815133433.pdf, último acesso em 19/08/2008.

Casca: agregando valor ao arroz disponível em: <http://www.irga.rs.gov.br/arquivos/20050815133443.pdf>, último acesso em 19/08/2008 às 17h58min.

Sistema Bragantino: agricultura sustentável para Amazônia disponível em: <http://www.cpatu.embrapa.br/servicos/consultorias/sistema-bragantinoe-agricultura-sustentavel-para-a-amazonia>, último acesso em 19/08/2008 às 18h00min.

Brachiaria disponível em: <http://www.herbario.com.br/dataherbgramineas/brachiaria.htm>, último acesso em 19/08/2008 às 18h05min.

Brachiaria disponível em: <http://www.ruralnet.com.br/gramineas/decumbens.asp>, último acesso em 20/08/2008 às 10h56min.

Poder calorífico inferior disponível em: www.aalborg-industries.com.br/downloads/poder-calorifico-inf.pdf, último acesso em 20/08/2008 às 10h57min.

Dados de unidades de conversão disponível em: www.ctgas.com.br/informacoes/publicacoes/dados_unidades_conversao.pdf, último acesso em 20/08/2008 às 13/06/2008 às 15h40min.

Avaliação estratégica para suinocultura disponível em: www.tede.ufsc.br/teses/PGEA0244.pdf, último acesso em 20/08/2008 às 11h08min.

Bagaço + palha de cana de açúcar disponível em: www.saneamento.sp.gov.br/bio_apresen/Onório.pdf, último acesso em 20/08/2008 às 11h10min. Seqüestro de carbono, cana de açúcar e o efeito cinderela disponível em: <http://www.comciencia.br/comciencia/?section=8&edicao=23&id=258>, último acesso em 20/08/2008 às 11h22min.

Energia Alternativa disponível em: <http://www.planck-e.com/biocombs.asp>, último acesso em 20/08/2008 às 11h19min

Tudo sobre a mamona disponível em: <http://www.biodieselbr.com/plantas/mamona/especial.htm>, último acesso em 20/08/2008 às 11h26min.

Caracterização da cadeia produtiva do bambu no Brasil: abordagem preliminar disponível em:

<http://www.if.ufrj.br/inst/monografia/2007II/Adriana%20Pellegrini%20Manhaes.pdf>, último acesso em 20/08/2008 às 11h30min.

Produção e caracterização do carvão vegetal de espécies e variedades de Bambu disponível em: <http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr36/cap02.pdf>, último acesso em 20/08/2008 às 11h34min.

Acácia Mangium disponível em: <http://www.castro.to/fazendas/acacia.htm>, último acesso em 20/08/2008 às 18h04min.

Casca de arroz: Energia disponível em:

<http://www.biodieselbr.com/energia/residuo/energia-do-arroz.htm>, último acesso em 10/07/2008 às 10h00min.

Energia limpa – Capim elefante pode substituir o carvão mineral disponível em:

http://www.cnpab.embrapa.br/imprensa/releases/pauta_campim_elefante.html, último acesso em 10/07/2008 às 10h15min.

Arroz em foco disponível em:

<http://www.arroz.agr.br/site/arrozemfoco/040305.php>, último acesso em 10/07/2008 às 10h47min.

Produção de cana de açúcar será a maior da história disponível em:

<http://mauricioaraya.wordpress.com/2008/04/29/producao-de-cana-de-acucar-sera-a-maior-da-historia/>, último acesso em 10/07/2008 às 11h10min.

Óleo de soja bruto NON GMO disponível em:

<http://www.mfrural.com.br/detalhe.aspx?cdp=26313&nmoca=Oleo-de-Soja-bruto-NON-GMO>, último acesso em 10/07/2008 às 11h18min.

Produção nacional de Mamona disponível em:

<http://www.biodieselbr.com/plantas/mamona/producao-nacional-mamona.htm>, último acesso em 15/07/2008 às 13h15min.

Aspectos ecológicos da Bracatinga disponível em:

<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Bracatinga/CultivodaBracatinga/>, último acesso em 15/07/2008 às 14h00min.

Influência do tempo de estocagem de lenha de bracatinga na produção de energia disponível em:

<http://www.cnpf.embrapa.br/publica/boletim/boletarqv/boletim21/sturion.pdf>, último acesso em 27/08/2008 às 17h18min.

Aguapé disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Aguap%C3%A9>, último acesso em 18/07/2008 às 15h23min.

Aguapé, o “vegetal-água” disponível em:
<http://www.jardimdeflores.com.br/CURIOSIDADES/A24aguap%E9.htm>, último acesso em 18/07/2008 às 15h56min.

Em defesa do aguapé disponível em:
<http://www.agrisustentavel.com/artigos/aguape.htm>, último acesso em 18/07/2008 às 06h18min.

Uso do aguapé: um sistema integrado para o tratamento de efluentes e aproveitamento de biomassa disponível em:
<http://viversustentavel.wordpress.com/2007/07/01/aguape-tratamento-de-efluentes-e-biomassa>, último acesso em 18/07/2008 às 16h44min.

Aguapé – Eichhornia Crassipes disponível em:
http://www.jardineiro.net/br/banco/eichhornia_crassipes.php, último acesso em 18/07/2008 às 17h06min.

Avaliação do capim elefante (pennisetum purpureum achum.) visando carvoejamento disponível em:
http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?pid=MSC0000000022000000100029&script=sci_arttext, último acesso em 08/08/2008 às 14h15min.

Poder Calorífico Inferior disponível em: <http://www.aalborg-industries.com.br/downloads/poder-calorifico-inf.pdf>, último acesso em 08/08/2008 às 15h21min.

Textos Técnicos I-30 disponível em:
<http://www.mspc.eng.br/tecdiv/tecDat130.shtml>, último acesso em 12/08/2008 às 16h08min.

Produção Agrícola do Paraná disponível em:
<http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=pr&tema=pamclo&titulo=Produ%E7%E3o%20Agr%EDcola%20Municipal%20-%20Cereais%2C%20Leguminosas%20e%20Oleaginosas%202006>, último acesso em 12/08/2008 às 15h47min.

Óleo Vegetal disponível em:
http://www.int.gov.br/Novo/PDFs/3tecnico_OleoVegetalParaGeracao_ValeriaSaid.pdf, último acesso em 28/07/2008 às 09h29min.

Caracterização dos Co-produtos do processamento de Biodiesel de Mamona para Geração de Energia Térmica e Elétrica disponível em:
<http://www.biodiesel.gov.br/docs/congressso2006/Co-Produtos/CaracterizacaoCo-Produtos14.pdf>, último acesso em 28/07/2008 às 10h51min.

Poder Calorífico Superior de Alguns Combustíveis disponível em:
<http://www.mspc.eng.br/tecdiv/tecDat130.shtml>, último acesso em 28/07/2008 às 11h12min.

Estudo Comparativo da Queima de óleo B.P.F. e de lenha em Caldeiras – Estudo de Caso disponível em: http://www.abcm.org.br/xi_cream/resumos/TE/CRE04-TE01.pdf, último acesso em 28/07/2008 às 14h46min.

Dados sobre combustíveis disponível em:
<http://m.albernaz.sites.uol.com.br/conversoescomb.htm#Podercal>, último acesso em 28/07/2008 às 15h33min.

Capim Elefante, novo campeão em biomassa no Brasil disponível em:
http://www.int.gov.br/Novo/PDFs/3tecnologia/OleoVegetalParaGeracao_ValeriaSaid.pdf, último acesso em 01/08/2008 às 13h10min.

Caracterização do bagaço de cana-de-açúcar in natura, extraído com etanol ou ciclohexano/etanol disponível em:
<http://www.abq.org.br/cbq/2007/trabalhos/11/11-570-713.htm>, último acesso em 28/07/2008 às 13h48min.

Opção Verde Resíduos Florestais disponível em:
<http://www.opcaoverde.com.br/residuosflorestais/>, último acesso em 28/07/2008 às 14h45min.

APL de cal e calcário disponível em:
<http://www.ielpr.org.br/apl/FreeComponent1575content6096.shtml>, último acesso em 03/10/2008 às 19h35min.

FIEP - Federação das Indústrias do Estado do Paraná <http://www.fiepr.org.br/> último acesso em 28/07/2008 às 13h14min.

Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
<http://www.mdic.gov.br/sitio/interna/interna.php?area=2&menu=300>, último acesso em 28/07/2008 às 9h06min.

ABPC Associação Brasileira dos Produtores de Cal - <http://www.abpc.org.br/>, último acesso em 28/07/2008 às 11h40min.

APDC Associação dos Produtores de Derivados de Calcário,
<http://www.appcal.com.br/>, último acesso em 28/07/2008 às 12h55min.

MINEROPAR Minerais do Paraná - <http://www.mineropar.pr.gov.br/>, último acesso em 28/07/2008 às 14h16min.

UFPR - Universidade Federal do Paraná, <http://www.ufpr.br/portal/>, último acesso em 28/07/2008 às 17h08min.

ESALQ - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz",
<http://www.esalq.usp.br/>, último acesso em 28/07/2008 às 18h21min.

5.2. NORMAS TÉCNICAS E LEGISLAÇÃO

NBR 10004:2004 – Resíduos Sólidos Classificação.

NBR 8633:1984 – Carvão Vegetal – Determinação de poder calorífico.

NBR 6473:2003 – Cal Virgem e Cal Hidratada – Análise química.

NBR 13278:1995 – Argamassas - Determinação de densidade de massa e ar incorporado.

NBR NM 248 – Agregados – Determinação da composição granulométrica.

SEMA 054/ 06 – SEMA / PR.

5.3. LIVROS

GUIMARÃES, J. E. P., A cal fundamentos e aplicações na engenharia civil PINI, V. Único, 1ª Edição, 1997

KERN, D. Q., Processos de transmissão de calor, Editora Guanabara Dois, 1ª Edição, 1982

GOMIDE, R., Operações unitárias, Edição do autor, 1º volume Com sistemas sólidos granulares, 1983

GOMIDE, R., Operações unitárias, Edição do autor, 3º volume Separações mecânicas, 1980

GOMIDE, R., Operações unitárias, Edição do autor, 4º volume Operações de transferência de massa, 1988

SHREVE, N.R., JR BRINK A. J., Indústrias de processos químicos, Editora Guanabara Dois, 4ª Edição, 1980

ADASCHI, O., Gerenciamento de projetos, Editora All Print, 1ª Edição, 2006,

BNDS, CNI, SEBRAE, Pesquisa gestão ambiental na indústria brasileira, 1ª Edição, 1998

SEPL , IPARDES, Arranjos produtivos locais do estado do Paraná, 1ª Edição, 2006

CHAVES, P. A e PERES C. E. A., Teoria e prática do tratamento de minérios, Editora Signus, 1ª Edição, 1999

CHAVES, P. A., Teoria e prática do tratamento de minérios, Editora Signus, 2ª Edição, 2002

GIECK K., Manual de fórmulas técnicas, Editora Hemus, 2ª Edição

SANCHEZ, C I, MATSUSCHITA K e PONS C. F., Moagens e Moinhos, Editora Rumo

LAFARGE Canada Inc, Cement Process Engineering, Editora Corporate Technical, 2000

PERAY, E. K., The rotary cement kiln, Editora Chemical Publishing C. INC., 2ª Edição, 1986

5.4. ESTUDOS

TASQA Serviços Analíticos Ltda., Relatório final de estudo – Pallets de Carbono: ensaios para classificação de resíduos, de 13/10/1999.

VALE, A. T. do et al. Produção de energia do fuste de Eucalyptus grandis HILL EX-MAIDEN e Acácia mangium WILLD em diferentes níveis de adubação. CERNE, V6, N1. 2000.

6. EQUIPE DE EXECUÇÃO

Equipe Permanente:

> Eng. Químico - Alexandre Garay – Especialista em processos – Sócio gerente da Optimiza Consultoria – Coordenador do Trabalho

> Química Ambiental / Tec. Químico – Fabiola A. Schramm – Especialista em qualidade – Detect Lab. Pesq.

> Mercado - Neusa R. Furlan – Especialista em mercado – Sócia Optimiza Consultoria

Participação (temporária):

Monica Ivanhovski Pinto – Bióloga

Maria Elisa Azambuja – Estag. Quim Ambiental

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho não esgota todas as possibilidades de estudo e investigação, devendo ser aprofundado e continuado em benefício do APL, considerando a importância da energia térmica para a produção de cal.

Ao mesmo tempo em que este trabalho mostra resultados de interesse para o APL, também mostra a metodologia, podendo assim ser aplicado a todo o momento, incluindo uma nova matriz ou mesmo reavaliando uma já estudada.

Embora tenha abordado a viabilidade das matrizes por diferentes aspectos, é importante considerar que esta viabilidade pode ser comprometida se a implantação e exploração da mesma não ocorrer de forma planejada e racionalizada.

A viabilidade econômica aumenta na medida em que estas venham a ser exploradas em larga escala, onde praticamente todas podem ser inviáveis devido ao seu custo de implantação se forem exploradas de forma individualizada pelas empresas do APL.

Também é importante ressaltar que não foi encontrada nenhuma matriz energética para o setor tal como a serragem hoje é disponibilizada, ou seja, que não necessite de investimentos desde o momento de sua geração ou captação até o momento de seu consumo. Assim sendo, é necessário realizar um planejamento responsável para dar continuidade a este estudo, de forma a tornar realidade o uso destas e outras matrizes a fim de garantir a perpetuação da indústria da cal no Paraná.

É com grande satisfação que a OPTIMIZA CONSULTORIA por meio de sua equipe técnica encerra este estudo com números expressivos para o APL:

TRINTA (30) MATRIZES LEVANTADAS, VINTE (20) MATRIZES PARCIALMENTE CARACTERIZADAS, DEZ (10) MATRIZES TOTALMENTE CARACTERIZADAS, SEIS (6) MATRIZES ALTERNATIVAS VIÁVEIS PARA O SETOR.

Colombo, 30 de setembro de 2008.


Alexandre Garay
Eng. Químico / CRQ. 9301464 – 9ª Reg.
Optimiza Consultoria

ANEXO I

FIGURA DA CAIXA DE AMOSTRAS CONTENDO OITO (8) AMOSTRAS DE MATRIZES ENERGÉTICAS (FIGURA A).

Figura A – Caixa de amostras das matrizes energéticas.



ANEXO II

ASPECTO DA CAIXA DE AMOSTRAS CONTENDO OITO (8) AMOSTRAS DE MATRIZES ENERGÉTICAS (FIGURA B).

Figura B – Aspecto da caixa de amostras das matrizes energéticas.



Colombo, 30 de setembro de 2008.

Alexandre Garay

Eng. Químico / CRC. 9301464 – 9ª Reg.

Optimiza Consultoria

ANEXO III – LAUDOS DE ANÁLISE



LABORATÓRIO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO MINERAL
ENSAIOS DE QUALIDADE E AMBIENTAIS

LAUDO DE ANÁLISE 8419

DATA: 18/2/2008

Material:

Biomassa

Interessado:

Optimiza Consultoria

Amostra Identificada pelo Interessado:

Casca de arroz

Coleta realizada:

interessado

Entrada no Laboratório:

14/2/2008

Resultados:

| Ensaio Químicos | | | | Unidade | Valor | Ensaio Físicos | | | Unidade | Valor |
|---|-------|-------|---------|---------|-------|--------------------|--|--|-------------------|--------|
| Perda ao Fogo (PF) | | | | % | nd | Massa específica | | | g/cm ³ | nd |
| Resíduo Insolúvel (SiO ₂ +Ri) | | | | % | nd | Densidade aparente | | | kg/m ³ | 83,300 |
| Óxido de Cálcio (CaO) | | | | % | nd | Umidade | | | % | nd |
| Óxido de Magnésio (MgO) | | | | % | nd | | | | | |
| Óxidos totais (CaO + MgO) (mv) | | | | % | nd | | | | | |
| Anidrido Carbônico (CO ₂) | | | | % | nd | | | | | |
| Óxido de Alumínio (Al ₂ O ₃) | | | | % | nd | | | | | |
| Óxido de Ferro (Fe ₂ O ₃) | | | | % | nd | | | | | |
| Anidrido Sulfúrico SO ₃ | | | | % | nd | | | | | |
| Carbonato Total CO ₃ t (PN) | | | | % | nd | | | | | |
| GRANULOMETRIA | | | | | | | | | | |
| Peneira (mm) | | % ret | % acum. | | | | | | | |
| #100 | 0,149 | nd | nd | | | | | | | |
| #200 | 0,045 | nd | nd | | | | | | | |
| #325 | 0,044 | nd | nd | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Fundo | - | nd | nd | | | | | | | |

Observações

nd = Não determinado

Teor de Cinzas: 13,4%

% SiO₂ na cinza: 93,9%

2ª VIA



versão 3 de 07/06/2001

* Proibida reprodução - somente original tem valor de laudo.

Alexandre Garay Gomez
Eng. Químico
CRO 9301464 - 9ª Rg./PR

Estes Resultados referem-se exclusivamente a amostra ensaiada. O laboratório não se responsabiliza pela coleta e representatividade da amostragem



LABORATÓRIO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO MINERAL

ENSAIOS DE QUALIDADE E AMBIENTAIS

LAUDO DE ANÁLISE 8420

DATA: 18/2/2008

Materia: Biomassa
Interessado: Optimiza Consultoria
Amostra Identificada pelo Interessado: Mamona
Coleta realizada: interessado
Entrada no Laboratório: 14/2/2008

| Resultados: | | | | | |
|---|-------|-------|---------|---------|--|
| Ensaio Químicos | | | Unidade | Valor | |
| Perda ao Fogo (PF) | | % | | nd | |
| Resíduo Insolúvel (SiO ₂ +Rf) | | % | | nd | |
| Óxido de Cálcio (CaO) | | % | | nd | |
| Óxido de Magnésio (MgO) | | % | | nd | |
| Óxidos totais (CaO + MgO) (mv) | | % | | nd | |
| Anidrido Carbônico (CO ₂) | | % | | nd | |
| Óxido de Alumínio (Al ₂ O ₃) | | % | | nd | |
| Óxido de Ferro (Fe ₂ O ₃) | | % | | nd | |
| Anidrido Sulfúrico SO ₃ | | % | | nd | |
| Carbonato Total CO ₃ t (PN) | | % | | nd | |
| GRANULOMETRIA | | | | | |
| Peneira | (mm) | % ret | | % acum. | |
| #100 | 0,149 | nd | | nd | |
| #200 | 0,045 | nd | | nd | |
| #325 | 0,044 | nd | | nd | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Fundo | - | nd | | nd | |

| Ensaio Físicos | | | Unidade | Valor |
|--------------------|--|-------------------|---------|---------|
| Massa específica | | g/cm ³ | | nd |
| Densidade aparente | | kg/m ³ | | 200,000 |
| Umidade | | % | | nd |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Observações

nd = Não determinado

Teor de Cinzas: 4,6%

% SiO₂ na cinza: 1,9%

2ª VIA



* Proibida reprodução - somente original tem valor de laudo.

Alexandre Garay Gomez
Eng. Químico
CRC 9301454 - RJ/RG/PR

Estes Resultados referem-se exclusivamente a amostra ensaiada. O laboratório não se responsabiliza pela coleta e representatividade da amostragem



LABORATÓRIO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO MINERAL
ENSAIOS DE QUALIDADE E AMBIENTAIS

LAUDO DE ANÁLISE 8421

DATA: 18/2/2008

Material:
Interessado:
Amostra Identificada pelo Interessado:
Coleta realizada:
Entrada no Laboratório:

| Resultados: | | | | | | | | | |
|---|-------|-------|----------------|--------------|------------------------------------|--|--|-------------------|--------------|
| Ensaio Químico | | | Unidade | Valor | Ensaio Físico | | | Unidade | Valor |
| Perda ao Fogo (PF) | | | % | nd | Massa específica | | | g/cm ³ | nd |
| Resíduo Insolúvel (SiO ₂ +Rl) | | | % | nd | Densidade aparente | | | kg/m ³ | 38,000 |
| Óxido de Cálcio (CaO) | | | % | nd | Umidade | | | % | nd |
| Óxido de Magnésio (MgO) | | | % | nd | | | | | |
| Óxidos totais (CaO + MgO) (nv) | | | % | nd | | | | | |
| Anidrido Carbônico (CO ₂) | | | % | nd | | | | | |
| Óxido de Alumínio (Al ₂ O ₃) | | | % | nd | | | | | |
| Óxido de Ferro (Fe ₂ O ₃) | | | % | nd | | | | | |
| Anidrido Sulfúrico SO ₃ | | | % | nd | | | | | |
| Carbonato Total CO ₃ t (PN) | | | % | nd | | | | | |
| GRANULOMETRIA | | | | | | | | | |
| Peneira (mm) | | % ret | | % acum. | Observações | | | | |
| #100 | 0,149 | nd | | nd | nd = Não determinado | | | | |
| #200 | 0,045 | nd | | nd | Teor de Cinzas: 13,4% | | | | |
| #325 | 0,044 | nd | | nd | % SiO ₂ na cinza: 80,0% | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| Fundo | - | nd | | nd | 2ª VIA | | | | |

* Proibida reprodução - somente original tem valor de laudo.

Alexandra Garay Gomez
 Eng. Química
 CRO 9301/04 - 9ª Rg./PR

Estes Resultados referem-se exclusivamente a amostra ensaiada. O laboratório não se responsabiliza pela coleta e representatividade da amostragem



LABORATÓRIO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO MINERAL

ENSAIOS DE QUALIDADE E AMBIENTAIS

LAUDO DE ANÁLISE 8422

DATA: 18/2/2008

Material: Biomassa
Interessado: Optimiza Consultoria
Amostra Identificada pelo Interessado: Aguapé
Coleta realizada: interessado
Entrada no Laboratório: 14/2/2008

| Resultados: | | | | | | | |
|---|--------|---------|-------|--------------------|-------------------|---------|-------|
| Ensaio Químicos | | Unidade | Valor | Ensaio Físicos | | Unidade | Valor |
| Perda ao Fogo (PF) | | % | nd | Massa específica | g/cm ³ | | nd |
| Resíduo Insolúvel (SiO ₂ +RI) | | % | nd | Densidade aparente | kg/m ³ | 289,190 | |
| Óxido de Cálcio (CaO) | | % | nd | Umidade | % | 92,6 | |
| Óxido de Magnésio (MgO) | | % | nd | | | | |
| Óxidos totais (CaO + MgO) (nv) | | % | nd | | | | |
| Anidrido Carbônico (CO ₂) | | % | nd | | | | |
| Óxido de Alumínio (Al ₂ O ₃) | | % | nd | | | | |
| Óxido de Ferro (Fe ₂ O ₃) | | % | nd | | | | |
| Anidrido Sulfúrico SO ₃ | | % | nd | | | | |
| Carbonato Total CO ₃ t (PN) | | % | nd | | | | |
| GRANULOMETRIA | | | | | | | |
| Peneira (mm) | % ret. | % acum. | | | | | |
| #100 | 0,149 | nd | nd | | | | |
| #200 | 0,045 | nd | nd | | | | |
| #325 | 0,044 | nd | nd | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| Fundo | - | nd | nd | | | | |

Observações

nd = Não determinado

Teor de Cinzas: 27,4%

% SiO₂ na cinza: 40,1%

2ª VIA



versão 3 de 07/06/2001

* Proibida reprodução - somente original tem valor de laudo.

Alexandre Garay Gomez
Eng. Químico
CRQ 9301434 - 8ª Rg/PR

Estes Resultados referem-se exclusivamente a amostra ensaiada. O laboratório não se responsabiliza pela coleta e representatividade da amostragem



LABORATÓRIO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO MINERAL

ENSAIOS DE QUALIDADE E AMBIENTAIS

LAUDO DE ANÁLISE 8423

DATA: 18/2/2008

Material: Biomassa
 Interessado: Optimiza Consultoria
 Amostra identificada pelo interessado: Torta de Soja
 Coleta realizada: interessado
 Entrada no Laboratório: 14/2/2008

| Resultados: | | | | | | | | | |
|--------------------------------|-------|--------|---------|---------|--------------------|--|-------|---------|---------|
| Ensaio Químicos | | | Unidade | Valor | Ensaio Físicos | | | Unidade | Valor |
| Perda ao Fogo (PF) | | % | | nd | Massa específica | | g/cm3 | | nd |
| Resíduo Insolúvel (SiO2+Ri) | | % | | nd | Densidade aparente | | kg/m3 | | 530,000 |
| Óxido de Cálcio (CaO) | | % | | nd | Umidade | | % | | nd |
| Óxido de Magnésio (MgO) | | % | | nd | | | | | |
| Óxidos totais (CaO + MgO) (mv) | | % | | nd | | | | | |
| Anidrido Carbônico (CO2) | | % | | nd | | | | | |
| Óxido de Alumínio (Al2O3) | | % | | nd | | | | | |
| Óxido de Ferro (Fe2O3) | | % | | nd | | | | | |
| Anidrido Sulfúrico SO3 | | % | | nd | | | | | |
| Carbonato Total CO3 (PN) | | % | | nd | | | | | |
| GRANULOMETRIA | | | | | | | | | |
| Peneira | (mm) | % ret. | | % acum. | | | | | |
| #100 | 0,149 | nd | | nd | | | | | |
| #200 | 0,045 | nd | | nd | | | | | |
| #325 | 0,044 | nd | | nd | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| Fundo | - | nd | | nd | | | | | |

Observações

nd = Não determinado
 Teor de Cinzas: 4,9%
 % SiO2 na cinza: 9,8%

2ª VIA



versão 3 de 07/09/2001

* Proibida reprodução - somente original tem valor de laudo.

Alexandre Garay Gomez
 Eng. Químico
 CRQ 9301444 - 9.ª RJ/PR

Estes Resultados referem-se exclusivamente a amostra ensaiada. O laboratório não se responsabiliza pela coleta e representatividade da amostragem

DIVISÃO DE BIOCOMBUSTÍVEIS RELATÓRIO DE ENSAIO – 08006463

CLIENTE: OPTIMIZA CONSULTORIA PROCESSOS LTDA. ME

ENDEREÇO: Rua Manoel Alberti, 93. Colombo - Paraná

DATA DE ENTRADA: 09/06/2008

PERÍODO DE ENSAIO: 09 a 17/06/2008

Os resultados são restritos ao material entregue no TECPAR. Este documento só poderá ser reproduzido por inteiro.

1. MATERIAL:

Identificados pelo cliente como:
BAGAÇO DE CANA ÚMIDO
BAGAÇO DE CANA SECO
AGUAPÉ SECO
CAPIM ELEFANTE SECO

2. MÉTODO UTILIZADO:

2.1. Determinação do Poder Calorífico Superior – material como recebido (NBR 8.633)

3. PADRÃO UTILIZADO:

Benzoic acid C 723, ID nº 32 430 00, Marca: IKA – WERBE GMBH & CO. KG, Lote: K91444936, validade: 05/2009.

4. RESULTADOS:

| ENSAIO | Poder Calorífico Superior; J/g (cal/g) |
|----------------------|--|
| BAGAÇO DE CANA ÚMIDO | 9.680 (2.312) |
| BAGAÇO DE CANA SECO | 17.320 (4.137) |
| AGUAPÉ SECO | 7.430 (1.775) |
| CAPIM ELEFANTE SECO | 16.005 (3.823) |

Atenção: o resultado expressa a média de duas determinações por ensaio.

Curitiba, 17 de junho de 2008.

GIULIANO FERNANDES ZAGONEL
Técnico responsável
Químico – CRQ 09100625
ems/storages/dbi/relatórios/elaudos2008/08006463.doc.

WELLINGTON W. D. VECHIATTO
Respondendo pela Gerência da
Divisão de Biocombustíveis
Químico Industrial - CRQ.09201154

1. INFORMAÇÃO DO PRODUTO E DA EMPRESA

Nome do produto: ÓLEO CARBONADO.

Código interno de identificação do produto: ÓLEO CARBONADO ou PELC-50.

Nome da empresa: JDN – COMÉRCIO DE COMBUSTÍVEIS LTDA.

Endereço: Rua Napoleão Bonaparte, 1457 – Alto Tarumã – CEP 82820-270 – Curitiba/PR

Telefone da empresa: (41) 367-0933 ou 367-8326.

Telefone para emergências: (41) 367-0933.

Fax: (41) 367-0933

E-mail: jdn@jdncombustiveis.com.br

Sítio: www.jdncombustiveis.com.br

2. COMPOSIÇÃO E INFORMAÇÕES SOBRE OS INGREDIENTES

Preparado: ÓLEO CARBONADO.

Natureza química: ÓLEO COMBUSTÍVEL.

Ingredientes que contribuem para o perigo:

Nome químico e Concentração: Óleo Combustível OC A2 (De 70 a. 80 %).

Carbono (De 20 a 26 %).

Água (Aprox. 4 a 8 %).

Classificação e rotulagem:

3 – IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS

Perigos mais importantes: O contato com o Óleo Carbonado pode provocar irritação leve e moderada.

Efeitos do produto: Pode provocar dor de cabeça, náuseas e tonteadas. Por ingestão, pode ser aspirado para os pulmões e provocar pneumonia química.

Efeitos adversos à saúde humana: Por ressecamento da pele, pode provocar dermatite.

Efeitos ambientais: é considerado poluente; derramamentos podem causar mortalidade dos organismos aquáticos e transmitir qualidades indesejáveis à água, afetando o seu uso. Pode afetar o solo e, por percolamento, pode degradar a qualidade das águas do lençol freático.

Perigos físicos e químicos: Combustão do Óleo Carbonado normal pode produzir CO₂, vapor de água e óxidos de Enxofre. Combustão incompleta pode produzir monóxido de carbono.

Perigos específicos:

Principais sintomas:

Inalação – Pode causar irritação leve e moderada nas vias aéreas superiores.

Contato com os olhos – Não se espera irritação prolongada ou significativa.

Contato com a pele – Pode causar irritação leve e moderada.

Classificação do produto químico: Combustível.

Visão geral de emergências: Eliminar todas as fontes de ignição; recolher o material derramado em tambores.

4 – MEDIDAS DE PRIMEIROS SOCORROS

Medidas de primeiros-socorros:

Inalação: Remover a vítima para ambiente fresco e ventilado. Ministrando respiração artificial, se houver parada respiratória. Encaminhar ao Médico se necessário.

Contato com a pele: Lavar com água em abundância durante 15 minutos.

Contato com os olhos: Lave imediatamente os olhos com água corrente durante 15 minutos, levantando as pálpebras para permitir a máxima remoção do produto. Após estes cuidados encaminhe ao médico oftalmologista.

Ingestão: O produto é tóxico se ingerido.

Quais ações devem ser evitadas:

Descrição breve dos principais sintomas e efeitos: O contato com o produto pode provocar irritação leve e moderada.

Proteção do prestador de socorros: Utilize equipamentos de proteção individual se necessário.

Notas para o médico:

5 – MEDIDAS DE COMBATE A INCÊNDIO

Ponto de fulgor: >154 °C

Ponto de auto ignição: Não disponível.

Limites de inflamabilidade /explosividade: Não disponível.

Procedimentos de combate ao fogo: Usar as medidas apropriadas para o combate do fogo da circunvizinhança.

Perigos incomuns:

Meios de extinção apropriados: Para o combate a incêndios, deve-se utilizar água neblina, pó químico, CO₂, espuma normal.

Meios de extinção não apropriados:

Perigos específicos: Combustão normal pode produzir CO₂, vapor de água e óxidos de Enxofre. Combustão incompleta pode produzir monóxido de carbono.

Métodos especiais:

Proteção dos bombeiros: Utilizar equipamentos de proteção individual, principalmente proteção respiratória. Em caso de fogo existe a possibilidade de decomposição com liberação de CO₂, vapor de água e óxidos de Enxofre, na queima incompleta pode ser produzido monóxido de carbono.

6 – MEDIDAS DE CONTROLE PARA DERRAMAMENTO OU VAZAMENTO

Precauções pessoais:

Remoção de fontes de ignição: Elimine as fontes de ignição tais como: chama aberta, fósforo/isqueiro, cigarros etc.

Controle de poeira: Não aplicável.

Prevenção da inalação e do contato com a pele, mucosas e olhos: Utilize EPI's (equipamentos de proteção individual) adequados.

Precauções ao meio ambiente: em contato com a água pode causar mortalidade dos organismos aquáticos e transmitir qualidades

indesejáveis a água. No contato com o solo e, por percolamento, pode degradar a qualidade das águas do lençol freático.

Sistemas de alarme: Não aplicável.

Métodos para limpeza: Utilize equipamentos de proteção individual, isole a área, remova todo produto incompatível.

Recuperação: Tente recolher todo o produto derramado.

Neutralização: Não aplicável.

Disposição: Procure reutilizar o produto.

Prevenção de perigos secundários: Reveja orientações contidas nos campos anteriores.

7 – MANUSEIO E ARMAZENAMENTO

Manuseio:

Medidas técnicas: A instalação deve ser equipada com equipamentos e ou sistemas de combate a incêndio.

Prevenção da exposição do trabalhador: A utilização de equipamentos de proteção individual é recomendada.

Prevenção de incêndio e explosão: Reveja orientações contidas nos campos anteriores.

Precauções para manuseio seguro: A instalação e armazenagem devem ser operadas de forma a minimizar a possibilidade de incêndio.

Orientações para manuseio seguro: A instalação e armazenagem devem ser mantidas de forma a evitar danos ao meio ambiente.

Armazenamento:

Medidas técnicas apropriadas: O produto deve ser armazenado sobre uma base impermeabilizada, com uma cobertura que impeça do produto sofrer ação da água da chuva.

Condições de armazenamento: Siga as orientações contidas nesta ficha.

Adequadas: Armazene preferencialmente em área coberta, seca, ventilada, piso impermeável e afastado de materiais incompatíveis.

A evitar: Vide informações anteriores.

De sinalização de risco:

Produtos e materiais incompatíveis: Materiais oxidantes.

Materiais seguros para embalagem: O produto é comercializado a granel.

Recomendadas: Não aplicável.

Inadequadas: Evite utilização de material incompatível.

8 – CONTROLE DE EXPOSIÇÃO E PROTEÇÃO INDIVIDUAL

Medidas de controle de engenharia: Para reduzir a possibilidade de risco potencial à saúde, assegure uma boa ventilação.

Parâmetros de controle específicos:

Limites de exposição ocupacional (ÓLEO 2A): OSHA - PEL/TWA: 5mg/m³

ACGIH - TLV/TWA: 5 mg/m³
TLV/STEL: 10 mg/m³

Indicadores biológicos: Não aplicável. (Quadro I da NR 7).

Outros limites e valores: Não considerados.

Procedimentos recomendados para monitoramento:

Equipamento de proteção individual apropriado:

Proteção respiratória: Normalmente não é necessário o uso de proteção respiratória.

Em caso de contato por inalação de produtos de combustão

utilizar Aparelho Autônomo de respiração. Se a atividade oferecer risco de exposição a vapores do produto, usar máscara com filtro químico.

Proteção das mãos: Utilize luvas de PVC.

Proteção dos olhos: Normalmente não é necessário nenhum tipo de proteção. Se necessário utilizar óculos Ampla Visão.

Proteção da pele e do corpo: Roupas e aventais de PVC de proteção para produtos químicos.

Precauções especiais:

Medidas de higiene: Mantenha os locais de trabalho dentro dos padrões de higiene. Conscientize periodicamente os funcionários sobre o manuseio seguro do produto.

9 – PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

Estado físico: Líquido.

Forma: grãos com tendência a formação de aglomerados

Granulometria: N.A

Cor: escura (preta).

Odor:

pH: Não disponível.

Temperaturas específicas:

Ponto de ebulição: Não aplicável.

Faixa de temperatura de ebulição: Não aplicável.

Faixa de destilação: Não aplicável.

Ponto de fusão: Não aplicável.

Temperatura de decomposição: Não disponível.

Ponto de fulgor: P. M. (Vaso fechado): $>154^{\circ}$ C.

Temperatura de auto-ignição: Não disponível.

Limites de explosividade superior/inferior: Não disponível.

Pressão de vapor: Não disponível.

Densidade de vapor: Não disponível.

Densidade: $0,50 \text{ g/cm}^3$, não compactado.

Solubilidade: Solúvel desprezível em água.

Coefficiente de partição octanol/água: Não disponível.

Taxa de evaporação: Não disponível.

Outras informações: O produto é um líquido de alta viscosidade.

Poder Calorífico Superior: 9.200 kcal/kg.

Poder Calorífico Inferior: 8.900 kcal/kg.

Outras informações: O produto é um líquido de alta viscosidade.

10 – ESTABILIDADE E REATIVIDADE

Condições específicas:

Instabilidade: O Óleo Carbonado é estável. Não ocorre polimerização.

Reações perigosas:

Condições a evitar: Elimine fontes de ignição como calor, faísca etc.

Materiais ou substâncias incompatíveis: O Óleo Carbonado pode reagir com oxidantes fortes tais como: cloratos, nitratos, peróxidos etc.

Necessidade de adicionar aditivos e inibidores: Não disponível.

Produtos perigosos da decomposição: Não disponível.

11 – INFORMAÇÕES TOXICOLÓGICAS

Informações de acordo com as diferentes vias de exposição:

Toxicidade aguda: Não disponível.

Efeitos locais: Não disponível.

Sensibilização: Não disponível.

Toxicidade crônica: Não disponível.

Efeitos toxicologicamente sinérgicos: Não disponível.

Efeitos específicos: Não disponível.

Substâncias que causam efeitos:

Aditivos: Não disponível.

Potenciação: Não disponível.

12 – INFORMAÇÕES ECOLÓGICAS

Efeitos ambientais, comportamentos e impactos do produto:

Mobilidade: o produto é um combustível.

Persistência /degradabilidade: Não disponível.

Bioacumulação: Não disponível.

Comportamento esperado: é considerado poluente pode transmitir qualidades indesejáveis à água, afetando o seu uso.

Impacto ambiental: pode afetar o solo e, por percolamento, degradar a qualidade das águas do lençol freático.

Ecotoxicidade: Derramamentos podem causar mortalidade dos organismos aquáticos.

13 – CONSIDERAÇÕES SOBRE TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO

Métodos de tratamento e disposição:

Produto:

Restos de produtos: As cinzas de combustão do produto puro devem dispostas adequadamente.

Embalagem usada: comercializado a granel.

14 – INFORMAÇÕES SOBRE TRANSPORTE

Regulamentações nacionais e internacionais:

Terrestre: Decreto nº 96.044 de 18.05.88 – Aprova o regulamento para o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos.

Fluvial: Não encontrado.

Marítimo: IMDG – International Maritime Dangerous Goods Code.

Aéreo: ICAO-TI / IATA-DGR.

Regulamentações adicionais:

Para produto classificado como perigoso para o transporte:

Número ONU: 3082.

Nome apropriado para embarque: Óleo Carbonado.

Classe de risco: Combustível.

Número de risco: 90.

Grupo de embalagem: Não disponível.

15 – REGULAMENTAÇÕES

Regulamentações: Devem ser seguidas as determinações contidas no decreto que regulamentou o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos.

Informações sobre riscos e segurança conforme escritas no rótulo: Vide informações anteriores relativas à segurança e manuseio do produto.

16 – OUTRAS INFORMAÇÕES

Necessidades especiais de treinamento: Estabeleça por escrito um plano de emergência para ações em caso de derramamento. Mantenha equipe treinada e realize treinamentos práticos periódicos.

Uso recomendado e possíveis restrições ao produto químico: O produto normalmente se destina a uso como combustível.

Referências bibliográficas: