



RELATÓRIO FINAL

VALORIZAÇÃO

ENERGÉTICA DA

BIOMASSA VEGETAL

EM STP

ELABORADO POR:



PARA:



Miranda do Corvo, maio de 2023

ÍNDICE

| | |
|--|-----------|
| 1. NOTAS INTRODUTÓRIAS..... | 3 |
| 1.1 Objeto..... | 3 |
| 1.2 Enquadramento..... | 4 |
| 1.3 Justificação..... | 6 |
| 2. SELEÇÃO DAS TIPOLOGIAS DE BIOMASSA | 7 |
| 3. LEVANTAMENTO DO POTENCIAL QUANTITATIVO DAS BIOMASSAS SELECIONADAS, LOGÍSTICA E TRANSFORMAÇÃO | 9 |
| 3.1 Fileira da produção de cacau | 10 |
| 3.1.1 Cadeias de produção - Logística e transformação..... | 10 |
| 3.1.2 Quantificação da casca de cacau | 11 |
| 3.2 Fileira da produção de coco | 11 |
| 3.2.1 Cadeias de produção - Logística e transformação..... | 11 |
| 3.2.2 Quantificação da casca de coco (fibra e noz)..... | 13 |
| 3.3 Fileira da produção de óleo de palma..... | 14 |
| 3.3.1 Cadeias de produção - Logística e transformação..... | 14 |
| 3.3.2 Quantificação da Canvi (fibra do andin) e de casca de caroço | 15 |
| 3.4 Fileira da indústria transformadora da madeira | 16 |
| 3.4.1 Cadeias de produção - Logística e transformação..... | 16 |
| 3.4.2 Quantificação de sobrantes da serragem de madeira | 17 |
| 4. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS AMOSTRAS DAS BIOMASSAS SELECIONADAS..... | 17 |
| 4.1 Definição de plano de amostragem para a recolha das biomassas a caraterizar | 17 |
| 4.2 Metodologia e resultados da caraterização físico-química | 18 |
| 4.2.1 Resultados da caraterização físico-química..... | 19 |
| 4.3 Análise dos resultados..... | 22 |
| 5. POTENCIAL ENERGÉTICO | 23 |
| 6. ENSAIOS DE DENSIFICAÇÃO E RESULTADOS | 24 |
| 7. TECNOLOGIAS DE PROCESSAMENTO E VALORIZAÇÃO ENERGÉTICA APLICÁVEIS ÀS BIOMASSAS SELECIONADAS..... | 28 |
| 7.1 Projeto piloto | 29 |
| 7.2 Exemplos de valorização energética para as biomassas selecionadas..... | 31 |
| 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 32 |
| 9. REFERÊNCIAS | 34 |
| 10. ANEXOS | 36 |

Índice de tabelas

| | |
|---|----|
| Tabela 1 – Estimativa do potencial anual de casca de Cacau..... | 11 |
| Tabela 2 – Estimativa do potencial de casca de coco – fibra e noz..... | 13 |
| Tabela 3 – Estimativa de fibra do andim e de casca de caroço..... | 16 |
| Tabela 4 – Estimativa do potencial de sobrantés de serragem de madeira..... | 17 |
| Tabela 5 – Caracterização físico-química das biomassas selecionadas - Resultados apurados pelo LE.CBE..... | 19 |
| Tabela 6 – Potencial quantitativo e energético anual por tipologia de biomassa..... | 23 |
| Tabela 7 – Relação entre massa de amostra e a água necessária para humedecer as amostras..... | 25 |
| Tabela 8 – Resultados dos ensaios físicos realizados aos peletes..... | 26 |
| Tabela 9 – Resultados em base seca, obtidos nos ensaios realizados às matérias-primas dos peletes produzidos..... | 27 |
| Tabela 10 – Resultados expeáveis de poder calorífico inferior em base tal e qual obtido nos peletes produzidos..... | 28 |
| Tabela 11 – Exemplos de valorização para as biomassas selecionadas..... | 31 |

Índice de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1 – Divisões Administrativas de São Tomé e Príncipe..... | 4 |
| Figura 2 – Ilustração das tipologias de biomassas selecionadas..... | 8 |
| Figura 3 – Casca de caroço (casca de noz de andim)..... | 9 |
| Figura 4 – Cacaueiro (Theobroma cacao)..... | 10 |
| Figura 5 – Fermentação e secagem do cacau..... | 10 |
| Figura 6 – Casca de cacau na plantação após extração das sementes..... | 11 |
| Figura 7 – Seção transversal do fruto do coco..... | 12 |
| Figura 8 – Utilização da casca de coco (fibra) na fertilização de outras culturas..... | 12 |
| Figura 9 – Retirada da casca de coco (noz) na unidade industrial de processamento do coco..... | 12 |
| Figura 10 – Caldeira a biomassa a casca de coco (noz) Valudo, 2022..... | 13 |
| Figura 11 – Palmeiral (Elaeis guineensis)..... | 14 |
| Figura 12 – Pesagem e armazenamento da pinha de andim..... | 15 |
| Figura 13 – Canvi+Casca de caroço..... | 15 |
| Figura 14 – Canvi+Casca de caroço para utilização na caldeira a biomassa..... | 16 |
| Figura 15 – Origem das amostras de cada uma das tipologias de biomassa..... | 18 |
| Figura 16 – Entrada das amostras de biomassa no LE.CBE..... | 19 |
| Figura 17 – Quantidade de amostra disponível para densificação por tipologia de biomassa..... | 24 |
| Figura 18 – Moinho e crivo utilizados na moagem das amostras..... | 24 |
| Figura 19 – Peletizadora..... | 25 |
| Figura 20 – Processo de secagem dos peletes ao ar..... | 25 |
| Figura 21 – Esquema de princípio..... | 30 |

1. NOTAS INTRODUTÓRIAS

1.1 Objeto

Este estudo designado por “VALORIZAÇÃO ENERGÉTICA DA BIOMASSA VEGETAL EM STP, enquadra-se no âmbito da participação do Centro da Biomassa para a Energia (CBE) no projeto “Valorização Energética da Biomassa Vegetal e Eficiência Energética” - VEBEE, apoiado pelo Fundo Ambiental, ao abrigo do Contrato de Prestação de Serviços celebrado entre o CBE e a Direcção Geral dos Recursos Naturais e Energia a 26 de abril de 2022.

Nos termos do Contrato e com vista à prossecução do projeto “VEBEE, o CBE tinha como obrigações o desenvolvimento das seguintes ações/atividades:

Fase 1:

- Definição de um plano de amostragem para a recolha das biomassas a caracterizar;
- Caracterização físico-química das amostras das biomassas seleccionadas, tendo por base os parâmetros com interesse para o seu aproveitamento energético;
- Levantamento do potencial quantitativo das biomassas seleccionadas, com o apoio da DGRNE, incluindo questões logísticas e de transformação;
- Formação online com conteúdos básicos sobre a valorização energética da biomassa.

Fase 2:

- Formação em Portugal dirigida aos promotores da iniciativa, incluindo visitas técnicas ao Centro da Biomassa para a Energia e a unidades de valorização energética de biomassa (ex.: centrais de produção de energia elétrica e ou térmica a biomassa, unidades de transformação de biomassa, como fábricas de peletes);
- Ensaio de densificação de biomassa (peletização/briquetagem) e respetiva caracterização (esta tarefa ficará dependente dos resultados apurados na fase 1);
- Definição das tecnologias de processamento e valorização energética mais adequados a STP, com base nos resultados apurados;
- Apoio à elaboração do Caderno de Encargos para concurso de instalação demonstrativa – projeto-piloto;
- Formação presencial em STP centrada na implementação do(s) projeto(s) relacionado(s) com a valorização energética da biomassa vegetal;
- Acompanhamento do processo de implementação e arranque da instalação demonstrativa a biomassa em STP.

Este documento corresponde ao **Relatório Final**, relativo ao desenvolvimento das atividades realizadas pelo CBE. Neste documento estão contemplados, quer as sugestões/correções emanadas pela equipa de coordenação do projeto de STP ao relatório

intercalar, entregue em novembro de 2022, quer os resultados das atividades desenvolvidas até maio de 2023, data de conclusão do projeto.

Em complemento a este documento, juntam-se os relatórios da Formação em Portugal dirigida aos promotores da iniciativa, incluindo visitas técnicas ao Centro da Biomassa para a Energia e a unidades de valorização energética de biomassa (setembro, 2022) e da Formação presencial em São Tomé e Príncipe (abril, 2022).

1.2 Enquadramento

A República Democrática de São Tomé e Príncipe (STP) é um arquipélago constituído por duas ilhas principais, localizadas a cerca de 150 km de distância uma da outra e vários ilhéus, situado no golfo da Guiné em plena zona equatorial, a cerca de 300 km da costa africana, sobretudo, do Gabão e da Guiné Equatorial, e está administrativamente, o país é dividido em 4 Regiões: a Região Norte (Distritos de Lobata e Lembá), a Região Centro (Distritos de Água Grande e Mé-Zóchi), a Região Sul (Distritos de Caué e Cantagalo), e a Região Autónoma de Príncipe (RAP) (Figura 1).

A sua extensão total é de 1.001 km² (São Tomé com 859 km² e Príncipe com 142 km²) [1], possuindo em 2021, uma população de 223.364 habitantes [2].

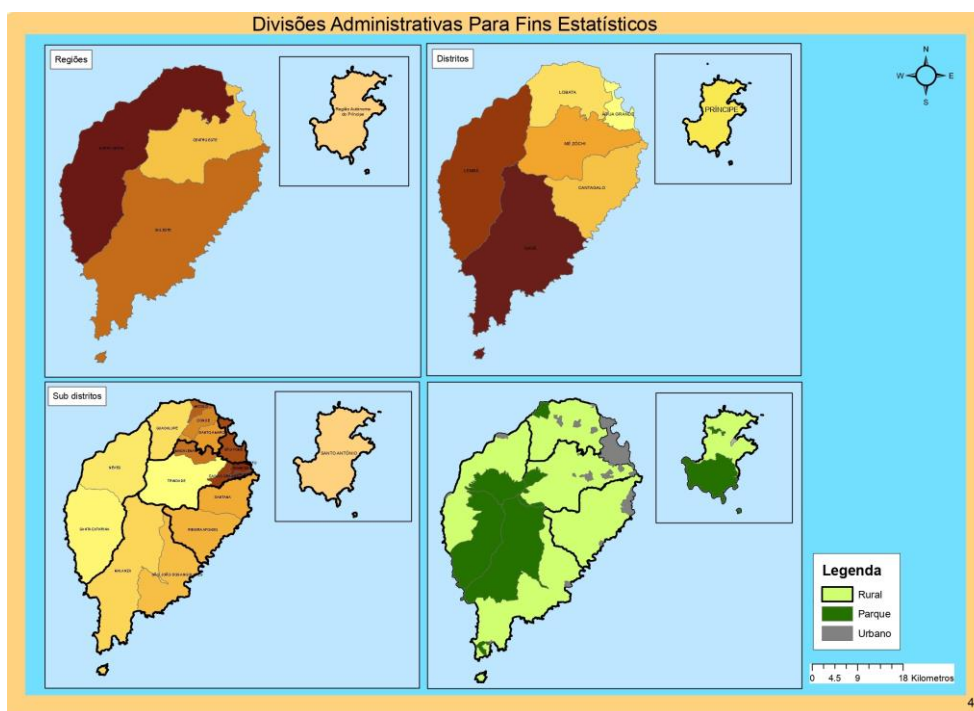


Figura 1 – Divisões Administrativas de São Tomé e Príncipe

Fonte: INE, 2018 [3]

STP é um território com um vasto património natural de elevada biodiversidade, cuja preservação é cada vez mais reconhecida a nível global.

Relativamente ao comércio externo, destaca-se atualmente a exportação de óleo de palma.

A primeira unidade de óleo de palma Emolve, criada pelo Governo na década de 80, foi em 2019 modernizada e ampliada, constituindo a atual empresa Agripalma. Esta empresa tem uma capacidade para produzir 10.000 toneladas anuais de óleo de palma, tendo-se vindo a assistido a uma alteração no quadro das exportações, uma vez que, em 2020, STP exportou 4.882 toneladas deste produto, o dobro da do cacau exportado (2.431 toneladas), que em 2019, representava cerca de 90% das receitas das exportações totais. [4]

Em termos energéticos, verifica-se uma elevada utilização de biomassa (lenha e carvão vegetal) para consumo doméstico, sendo a grande maioria da produção de energia elétrica gerada através do consumo de gásóleo. Em 2019, o consumo total de energia primária foi de 984,9 TJ, do qual 97,9% com origem em recursos biomássicos (lenha) e 2,1% em recursos hídricos. [5]

No âmbito do documento “Contribuições Nacionalmente Determinada” (NDC) de STP (2015), o país assume, por um lado, compromissos formais em termos de mitigação, com medidas para diminuir as emissões dos gases de efeitos de estufa, e por outro, em termos e adaptação com iniciativas para diminuir os efeitos nefastos das alterações climáticas sobre as comunidades, aumentando a sua resiliência e o desenvolvimento económico e social.

Com a atualização das NDC, em 2021, STP reafirma o seu compromisso de redução das emissões de gases de efeito de estufa em 27%, através da produção de 50% de energia renovável injetada na rede elétrica nacional em 2030, assim como o seu esforço em trabalhar no sentido de tornar mais resilientes as comunidades mais vulneráveis.

No âmbito do NDC de STP destacam-se as medidas de mitigação para o setor da Energia:

- Aumento do uso de fontes de energia renovável (ER) até 49 MW, principalmente de solar (32,4 MW), hidrelétrica (14 MW) e biomassa (2,5 MW).
- Desenvolvimento de programas que promovam a implementação de um modelo energético economicamente viável e sustentável, através da redução das perdas na rede e melhoria da eficiência energética.

Destaca-se ainda o Plano de Acção Nacional das Energias Renováveis (PANER) para São Tomé e Príncipe [5], no qual foi definida como meta principal a introdução de centrais de geração de eletricidade baseadas em fontes renováveis de energia, ligadas à rede bem como fora da rede, pretendendo-se atingir, até 2050, 72% de capacidade instalada (MW) de geração elétrica de origem renovável, composta de 49% de origem solar, 18% de origem hidroelétrica, e 5% de origem na biomassa.

Foram ainda estabelecidas as seguintes adições de capacidade renovável (ligadas e fora da rede) e compõem a meta descrita anteriormente [5]:

- reabilitação e construção de pequenas centrais hidroeléctricas¹¹ totalizando 17,30 MW (a tecnologia considerada é fio de água (run-off-river)), das quais 15,30 MW ligadas à rede e 2 MW não ligadas à rede;
- instalação de vários projectos solares FV totalizando uma capacidade de quase 47 MW, dos quais 42,20 MW serão centrais FV ligadas à rede (alguns das quais

com armazenamento de energia) na ilha de São Tomé, 4,75 MW serão uma central FV ligada à rede na RAP (com armazenamento de energia), e um programa de microgeração para 800 residências com sistemas solares FV domésticos isolados e “roof-top”);

- aproveitamento dos recursos em biomassa disponíveis no país para a instalação de uma central de cogeração da biomassa, com um potencial de cerca de 4,68 MW.

Relativamente ao aproveitamento dos recursos em biomassa indicado no PANER, sublinha-se que o projeto de geração de eletricidade de 4,68 MW, se refere a um projeto de investimento que visa a geração de energia através de resíduos sólidos urbanos, industriais, verdes e de jardim.

1.3 Justificação

STP constitui um sumidouro absoluto de gases com efeito de estufa, ou seja, contribui para o sequestro de CO₂, justamente graças ao seus recursos florestais e vegetais inigualáveis.

No entanto, é reconhecida a pressão sobre os recursos naturais. O uso de combustível lenhoso e da madeira, quer para energia quer para a habitação são consideráveis, o que representa uma significativa ameaça à sustentabilidade das florestas, sobretudo quando, a sua exploração nem sempre é controlada, verificando-se frequentemente o não cumprimento de boas práticas. [6]

Consciente desta problemática, o Governo são-tomense definiu a reflorestação e a restauração de florestas e de paisagens como uma prioridade estratégica para os próximos anos (2021-2035), juntamente com a luta contra o abate ilegal e indiscriminado de árvores, incentivando as ações de informação, educação e comunicação sobre as florestas e seus recursos. [7]

Neste contexto, e no âmbito do Projecto Restauração da Paisagem para a Funcionalidade de Ecossistemas e Mitigação das Mudanças Climáticas em São Tomé e Príncipe da Iniciativa de Restauração (Projecto TRI), implementado no país pela FAO e executado pela Direcção das Florestas e da Biodiversidade, foi elaborado o Plano Nacional de Restauração Florestal e Paisagística. Pretende-se a restauração das áreas florestais e paisagens degradadas através do desenvolvimento de ações a serem realizadas em cada tipo de ocupação do solo, de forma que as atividades de restauração tenham benefícios não só ecológicos, como também económicos e socioculturais. [7]

De acordo com o PANER [5], é reconhecido que existe uma elevada utilização da biomassa vegetal para produção de energia (lenha e carvão vegetal), e, portanto, o potencial para a utilização sustentável de biomassa residual poderia ser uma alternativa a explorar. A biomassa vegetal para fins energéticos é a principal fonte de energia primária no país, dado que a maior parte da população utiliza a lenha como energia doméstica, para além do carvão vegetal. Mas é factual que *“o desmatamento, a expansão de comunidades rurais para áreas florestais protegidas, a perda da biodiversidade, tanto da flora como da fauna, bem como a erosão, constituem os principais impactos já constatados devido ao uso da*

lenha como fonte principal de energia a nível doméstico e comercial (pequenas indústrias panificadoras e de restauração)." Acresce o facto, que a utilização da madeira para a construção de habitações e canoas de pesca constitui mais uma causa da degradação deste recurso.

De acordo com o relatório final do Plano Nacional de Desenvolvimento Florestal elaborado em 2017, 80,1% dos alojamentos nas ilhas de São Tomé e do Príncipe são construções de madeira. Estima-se que cerca de 75% da madeira consumida no país é maioritariamente explorada de forma ilegal e irracional sem qualquer regulamentação ou fiscalização, contribuindo para o processo de desflorestação e degradação das florestas, resultando num aumento da erosão dos solos. (MOPIRINA, 2019 cit em ALER, 2020). [8]

A problemática da desflorestação é mundial, tendo, a título de exemplo, sido aprovado muito recentemente na UE, o Regulamento Desflorestação, sendo o primeiro no mundo a incidir sobre a desflorestação global, com potencial de garantir uma redução significativa da pegada ecológica da UE nos ecossistemas naturais. As novas regras vão para lá dos padrões dos países produtores ao exigir controlos que certifiquem que os produtos não provêm de terras ligadas à desflorestação ou à degradação de florestas. [9]

Neste contexto, pretende-se a implementação de medidas relacionadas com a redução de emissões de GEE, nomeadamente no sector da energia, bem como, de medidas de redução da desflorestação e promoção duma agricultura sustentável com o objetivo de manter a sua cobertura vegetal e, portanto, o seu carácter único de sumidouro de GEE.

Alinhado com os objetivos definidos nos documentos estratégicos nacionais, pretende-se que este estudo constitua uma ferramenta de base para o aproveitamento de sobrantes biomássicos de origem vegetal de diferentes fileiras da agroindústria e da indústria transformadora da madeira de STP, com potencial para valorização energética, contribuindo para a diminuição da pressão sobre os recursos de origem florestal, que tanto importa preservar.

2. SELEÇÃO DAS TIPOLOGIAS DE BIOMASSA

Sendo a importância do aproveitamento sustentável dos recursos endógenos cada vez mais premente, os princípios de sustentabilidade e circularidade deverão estar sempre no centro dos modelos económicos que permitam criar riqueza sem danificar o ambiente, de forma a tornar as economias mais verdes, nomeadamente através de uma melhor gestão dos recursos, reforçando o consumo e a produção sustentáveis.

Um aspeto muito importante, é que nem toda a biomassa de origem vegetal que existe é utilizável para bioenergia, sendo a considerar os seguintes aspetos:

- O enquadramento da importância da preservação das florestas de STP – florestas de proteção e conservação - anteriormente amplamente destacada, os recursos biomássicos diretos da floresta não serão considerados neste estudo;
- Cadeias de fornecimento estáveis (viabilidade do negócio/projeto, garantia de

abastecimento dos combustíveis biomássicos) e a concentração dos recursos

No entanto, existe um elevado potencial de biomassa de origem vegetal que atualmente é, apenas, parcialmente explorado, nomeadamente, sobrantes da indústria agroalimentar e da indústria transformadora da madeira, sendo possível potenciar a sua valorização em termos energéticos, e que neste projeto se pretende estudar.

O aproveitamento destas biomassas poderá constituir uma das soluções para a substituição de alguns combustíveis utilizados, tendo por base princípios de sustentabilidade e circularidade, indo ao encontro das necessidades energéticas do País e sem comprometer o ambiente.

Assim, para este estudo foram selecionadas 4 das principais indústrias existentes atualmente em STP do setor agroalimentar – a fileira da produção de coco, da produção de cacau, da produção de óleo de palma, bem como da indústria transformadora da madeira, cujos sobrantes têm elevado potencial para valorização energética, quer pelas quantidades que são produzidas, quer pelas suas características físico-químicas, que ao longo deste documento se irão detalhar.

Dentro destas fileiras identificaram-se 5 tipologias de biomassa, 4 da indústria agroalimentar e 1 da indústria transformadora da madeira (Figura 2):

- Casca de coco (Noz)
- Casca de coco (Fibra)
- Casca de cacau
- Mistura de fibra de andin (canvi) e de casca de caroço (casca de noz de andin) – abreviado neste estudo por Canvi+Casca de caroço)
- Serradura (Sobrantes da serragem e aparelhagem de madeira)



Figura 2 – Ilustração das tipologias de biomassas selecionadas

Dentro da fileira da produção de óleo de palma, de acordo com o processo industrial de produção de óleo de palma existente em STP, os sobrantes do processo de produção de

óleo, o canvi e a casca de caroço, são utilizados na caldeira, mistura esta constituída, predominantemente, pelo canvi.

No entanto, no decorrer deste estudo foi, entretanto, assinalada a importância de estudar separadamente o potencial da casca de caroço (casca de noz de andin), conhecida internacionalmente, enquanto biocombustível, como Palm Kernel Shell (PKS) (Figura 3), uma vez que se tem vindo a verificar o crescimento da sua utilização e consequentemente, do seu mercado internacional, dadas as suas características físico-químicas, sobretudo do seu poder calorífico, sendo utilizado em caldeiras industriais em substituição do carvão e dos peletes de madeira.



Figura 3 – Casca de caroço (casca de noz de andin)

Dado que esta tipologia de biomassa apenas foi identificada com potencial interesse numa fase muito avançada deste estudo, não tendo sido possível o seu tratamento em consonância com as restantes biomassas selecionadas, nomeadamente, a recolha e posterior análise em laboratório, deste material, proveniente de STP, e de forma a contornar este constrangimento e a complementar o potencial energético das biomassas de origem vegetal de STP, mais concretamente, sobrantes da indústria agroalimentar e da indústria transformadora da madeira, optou-se por utilizar como PKS de referência, o utilizado em caldeiras industriais portuguesas, já sujeito a processos de secagem e crivagem/limpeza, oriundo de vários países, onde existem grandes indústrias de produção de óleo de palma [10].

3. LEVANTAMENTO DO POTENCIAL QUANTITATIVO DAS BIOMASSAS SELECIONADAS, LOGÍSTICA E TRANSFORMAÇÃO

Para avaliação do potencial de biomassa disponível para cada uma das tipologias de biomassa selecionadas, foram efetuados contactos com os *stakeholders* locais representantes das principais indústrias de cada fileira, bem como visitas às unidades de produção e transformação, com vista à recolha de informação das cadeias de produção e transformação atuais e apurar os seus sobrantes.

Dentro do conceito de biomassa disponível, estão todos os sobrantes das indústrias consideradas neste estudo, e que atualmente não têm qualquer tipo de valorização, ou existe um potencial apenas parcialmente utilizado.

3.1 Fileira da produção de cacau

3.1.1 Cadeias de produção - Logística e transformação

Até 2019, a produção e exportação do cacau correspondia ao principal sector económico de STP, representando cerca de 90% das receitas das exportações totais.

A partir de 2020, foi ultrapassado pelo óleo de palma, embora continue a representar um dos mais importantes produtos de STP.

De acordo com a informação disponibilizada pelas principais cooperativas de cacau, CECAQ11 e CECAB, esta fileira é constituída por cerca de 2 200 produtores, distribuídos por 20 associações.



Figura 4 – Cacaueiro (*Theobroma cacao*)

Existem duas épocas de recolha do cacau, a principal, setembro/novembro e outra em março/abril.

As sementes do cacau são recolhidas na plantação (*Theobroma cacao*) (Figura 4) e colocadas em baldes e transportadas até ao local de processamento, para fermentação e secagem (Figura 5).



Figura 5 – Fermentação e secagem do cacau

Após a retirada das sementes de cacau, as cascas ficam depositadas em montes na plantação, onde se vão deteriorando, tendo como única utilização atual, quando existe, a fertilização dos solos (Figura 6).



Figura 6 – Casca de cacau na plantação após extração das sementes

3.1.2 Quantificação da casca de cacau

De acordo com informação dos principais *stakeholders*, em 2021, verificou-se uma produção de 600 toneladas de cacau, correspondendo a uma produção de casca de cacau de cerca de 3.600 toneladas.

Considerando que 25% desta casca é composto, obtém-se um potencial de biomassa de 2.700 toneladas anuais, cujos cálculos se apresentam na Tabela 1.

Tabela 1 – Estimativa do potencial anual de casca de Cacau

| Produção (t/ano) | | Composto (t/ano) | Biomassa (t/ano) |
|------------------|-------|------------------|------------------|
| Cacau seco | Casca | | |
| 600 | 3 600 | 900 | 2 700 |

3.2 Fileira da produção de coco

3.2.1 Cadeias de produção - Logística e transformação

Dentro da fileira de produção do coco, fruto do coqueiro (*Cocos nucífera*), destacam-se dois importantes subprodutos, a **casca de coco (fibra)** - mesocarpo e a **casca de coco (noz)** - endocarpo (Figura 7), sendo a principal época de recolha do coco, de janeiro a março.



Figura 7 – Seção transversal do fruto do coco

Fonte: Terra Verde, 2019 [1]

Na exploração do coco, a fibra é separada do resto do fruto ainda na plantação, sendo uma pequena parte utilizada como fertilizante noutras culturas, como as plantações de baunilha (Figura 8). Dadas as características e potencialidades deste produto, existem outros tipos de utilização não energéticas, que já estão em expansão, tais como, decoração e substratos. Já a casca de coco (noz), é apenas retirada na unidade industrial, no processamento do coco, para a produção de óleo de coco e derivados (Figura 9),



Figura 8 – Utilização da casca de coco (fibra) na fertilização de outras culturas



Figura 9 – Retirada da casca de coco (noz) na unidade industrial de processamento do coco

Em STP existem cinco associações de produtores de coco, sendo a Valudo, a principal empresa de processamento de coco, responsável pela compra de grande parte da produção.

Nesta empresa, são atualmente rececionados, cerca de 15 mil cocos diários, embora a perspetiva a curto prazo, seja de duplicar este valor.

Nesta unidade, o processamento dos cocos gera grande quantidade de casca de coco (noz), com elevado potencial energético, sendo parte desta, atualmente já valorizada na central de produção de vapor a biomassa (Figura 10),



Figura 10 – Caldeira a biomassa a casca de coco (noz) | Valudo, 2022

Neste sentido, constata-se que a cadeia de valor já estabelecida para o processamento do coco, possibilita, em paralelo, o estabelecimento de uma cadeia de valor dos seus resíduos para a sua valorização energética.

Assim, a casca de noz de coco destaca-se desde logo, dada a sua concentração e proximidade aos eventuais locais de valorização energética, conforme o que já se verifica na Valudo, mas cujo potencial está apenas parcialmente explorado.

3.2.2 Quantificação da casca de coco (fibra e noz)

Na Tabela 2 sistematiza-se o potencial de biomassa de casca de coco (noz) e casca de coco (fibra), tendo como pressuposto o processamento diário cerca de 15 mil cocos na principal unidade de transformação.

Tabela 2 – Estimativa do potencial de casca de coco – fibra e noz

| Coco | | Casca de coco (fibra) | | | Casca de coco (noz) | | |
|-----------------------|-------------------------------|-----------------------|------------------|------------------------|-----------------------|------------------|------------------------|
| Massa total (kg)/coco | Massa total amêndoa (kg)/coco | Massa (kg)/coco | Massa total (kg) | Massa total diária (t) | Massa total/coco (kg) | Massa total (kg) | Massa total diária (t) |
| 3 | 0,6 | 2,4 | 36 000 | 36 | 0,165 | 2 475 | 2,48 |

Assim, analisado a tabela, considerando uma estimativa diária de casca de coco (noz) de 2,48t, e considerando que a Valudo trabalha todo o ano, é possível estimar uma disponibilidade anual de 903 toneladas, valor este bastante conservador, uma vez que se perspetiva num futuro próximo, a duplicação do número de cocos processados diariamente.

Apesar do elevado potencial quantitativo da casca de coco fibra, cerca de 13 mil toneladas

por ano, dadas as alternativas de utilização de eventual maior valor acrescentado, tornando desde logo menos interessante sob o ponto de vista energético.

3.3 Fileira da produção de óleo de palma

3.3.1 Cadeias de produção - Logística e transformação

Desde 2019 que a exportação do óleo de palma começou a ser mais significativa, com valores de cerca de 524 toneladas de óleo de palma enviados para o mercado internacional.

De acordo com os dados do Instituto Nacional de Estatística de STP, em 2020, verificou-se uma alteração no cenário das exportações, sendo que pela primeira vez primeira, o cacau foi ultrapassado como principal produto de exportação do arquipélago, tendo-se registado a exportação de cerca 4883 toneladas de óleo de palma, o dobro da exportação do cacau, que se situou nas 2432 toneladas.

Atualmente, o óleo de palma representa a produção agrícola mais importante do país com uma exportação de quase 6 000 toneladas de óleo de palma orgânico certificado. [12]

A Agripalma, empresa produtora de óleo de palma, inaugurada em dezembro do ano 2019, está instalada na região sul da ilha de São Tomé, mais concretamente na roça Ribeira Peixe, sendo um projeto de capital maioritário belga, que ocupa mais de 2.100 hectares de terra, cujo palmeiral (*Elaeis guineensis*), já se encontra na fase cruzeiro de produção (Figura 11). [13]



Figura 11 – Palmeiral (*Elaeis guineensis*)

No processo de produção do óleo de palma, as pinhas de andim (FFB - Fresh Fruit Bunch) entram na instalação industrial, que após pesagem, são descarregadas para a fase de esterilização (Figura 12). [14]



Figura 12 – Paisagem e armazenamento da pinha de andin

Na estação de debulha, são retirados os frutos das pinhas (FFB), após os frutos terem sido desprendidos da pinha durante a esterilização. O fruto é transportado para a Estação de Digestão-Extração, onde ocorre o processo de libertação do óleo, facilitado pela quebra da estrutura das células da polpa dos frutos

Após a digestão, o fruto vai para a prensa onde se procede à extração do óleo dos frutos, onde é feita a separação da mistura das fibras (canvi) e dos caroços (PK). A separação da fibra do caroço é efetuada na estação de desfibração, cuja finalidade é separar a fibra do caroço e pedras na qual é obtido o canvi. O caroço (PK) é, posteriormente, recuperado porque é quebrado, separado das cascas, sendo também secos nos silos, através de aquecedores. [14]

Os principais subprodutos do processo de produção de óleo são o canvi e casca de caroço, que misturados são a biomassa utilizada na caldeira para a produção de energia térmica necessário no processo industrial (Figura 13).



Figura 13 – Canvi+Casca de caroço

3.3.2 Quantificação da Canvi (fibra do andin) e de casca de caroço

Tendo em consideração que, são rececionadas diariamente na Agripalma 120 toneladas de pinha de andim, estima-se uma produção diária de 12 toneladas de canvi (fibra do andin) e 2,4 toneladas de casca de caroço (Tabela 3).

Tabela 3 – Estimativa de fibra do andim e de casca de caroço

| Utilização diária de pinha (t/dia) | Canvi (fibra do andim) (t/dia) | Casca de caroço (t/dia) |
|------------------------------------|--------------------------------|-------------------------|
| 120 | 12 | 2,4 |

Assim, analisado a tabela, considerando uma estimativa diária de Biomassa utilizável de 12t, e considerando que a Agripalma trabalha todo o ano, é possível estimar a biomassa total disponível em 5.256 toneladas por ano.

Atualmente, parte deste sobranço é já utilizado para a produção de vapor na caldeira a biomassa (Figura 14), que se estima em cerca de 3.200 t/ano, pelo que se verifica um remanescente de cerca de 2.018 t/ano, que poderão estar disponíveis para outro tipo de valorização.

A caldeira apresenta um consumo de 8 toneladas por hora, a uma pressão de 15 bar, sendo distribuído para toda a fábrica, a 3 bar, através do Balão de Vapor. [14]



Figura 14 – Canvi+Casca de caroço para utilização na caldeira a biomassa

Esta utilização é também uma forma de dar escoamento a parte deste sobranço/resíduo produzido na unidade fabril, que ainda assim se encontra em excesso, e sem possibilidade, atualmente, de o valorizar de forma mais eficiente.

A cadeia de valor já estabelecida para a produção do óleo de palma, possibilita, em paralelo, o estabelecimento de uma cadeia de valor dos seus resíduos, que se encontram centralizados e com condições propícias para a sua valorização energética.

3.4 Fileira da indústria transformadora da madeira

3.4.1 Cadeias de produção - Logística e transformação

Esta fileira é composta por cerca de 40 serrações distribuídas pela capital São Tomé, que estão a funcionar a apenas 10% da sua capacidade máxima. Dentro desta fileira, o principal sobranço é o material resultante da serragem de madeira, também designado por aparas

ou fitas de madeira.

De realçar, que neste momento se encontra em dinamização a criação de serrações móveis no âmbito do Projeto “Restauração Paisagística para a funcionalidade dos ecossistemas e mitigação das mudanças climáticas na República de São Tomé e Príncipe (TRI)”.

A criação das serrações móveis pretende reduzir o irracional desperdício verificado com o desdobramento das toras de árvores cortadas com motosserras, garantindo assim o maior aproveitamento de grande número de troncos abandonados nas parcelas, sem causar danos ao ambiente.

Os resultados deste projeto piloto serão multiplicados no futuro noutros locais de São Tomé e Príncipe, devido às vantagens comparativas que as serrações móveis trazem na transformação dos toros nas áreas florestais. [15].

3.4.2 Quantificação de sobranes da serragem de madeira

Dentro da fileira da indústria transformadora da madeira, o principal sobranete é o material resultante da serragem de madeira, designado por serradura.

Tabela 4 – Estimativa do potencial de sobranes de serragem de madeira

| Total de serrações cidade | Prod. média de fitas/serração/dia (m ³) | Prod. Total/dia (m ³) | Prod. Total/dia (kg) | Prod. Total/dia (t) | Prod. Total/ano (t) |
|---------------------------|---|-----------------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| 40 | 1 | 40 | 1200 | 1,2 | 304 |

Tendo por base o potencial de produção diário de 1,2 t (Tabela 4), e considerando que estas indústrias laboram anualmente, 253 dias úteis, é possível apurar um potencial total anual de 304 toneladas.

Estes cálculos têm como premissa a atual taxa de funcionamento destas indústrias, que se situa nos 10% da sua capacidade instalada, pelo que, caso esta taxa venha a aumentar, aumentará também o potencial de produção de serradura.

4. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS AMOSTRAS DAS BIOMASSAS SELECIONADAS

4.1 Definição de plano de amostragem para a recolha das biomassas a caracterizar

Foi previamente definido um plano de amostragem, que compreendia a recolha de 5 amostras de cada uma das tipologias de biomassa, numa quantidade mínima de 10 kg, tendo em consideração a realização do ensaio de densidade aparente.

No entanto, devido aos constrangimentos encontrados no local e das restrições portuárias, apenas foi possível a recolha e transporte para Portugal de cinco amostras, uma por cada tipologia das biomassas selecionadas.

No âmbito da missão técnica a STP em maio de 2022, no decorrer de visitas às indústrias das fileiras selecionadas e dos contactos efetuados, foi possível a recolha amostras *in situ*, de acordo com a Norma Internacional ISO 18135-2017: Solid Biofuel – Sampling.

A origem das amostras de cada uma das tipologias de biomassa (Figura 15) foi a seguinte:

- Casca de Cacau – Cooperativa de Exportação de Cacau de Qualidade - CECAQ-11
- Fibra de coco – através do Projeto de Apoio às Fileiras Agrícolas de Exportação STP
- Casca de noz de coco – Valudo
- Canvi+Casca de caroço – Agripalma
- Serradura – uma das serrações no centro da cidade de São Tomé



Figura 15 – Origem das amostras de cada uma das tipologias de biomassa

4.2 Metodologia e resultados da caracterização físico-química

A caracterização físico química às tipologias de biomassa foi efetuada no Laboratório de Ensaios do Centro da Biomassa para a Energia (LE.CBE) durante o mês de junho 2022.

O LE.CBE realiza uma série extensa de ensaios físico-químicos a biocombustíveis sólidos de acordo com as Normas Europeias e Internacionais aplicáveis, estando acreditado pelo IPAC (Instituto Português de Acreditação) segundo a norma NP EN ISO/IEC 17025:2018 – Requisitos Gerais de Competência para Laboratórios de Ensaios e Calibração.

Após a entrada destas amostras no LE.CBE (Figura 16), procedeu-se à sua preparação de acordo com a norma ISO-14780-2017: Solid Biofuel – Sample preparation.



Figura 16 – Entrada das amostras de biomassa no LE.CBE

Foram analisados os parâmetros mais relevantes para a valorização energética dos biocombustíveis sólidos, dentro dos quais se enquadra a biomassa vegetal, mais concretamente:

- Humidade total (ISO 18134-1)
- Cinzas (ISO 18122)
- Poder calorífico Superior e Inferior (ISO 18125)
- Densidade aparente (ISO 17828)
- Carbono, Hidrogénio e Azoto total (ISO 16948)
- Enxofre e Cloro total (ISO 16994)
- Oxigénio total (ISO 16993)
- Granulometria (ISO 17827-1 e ISO 17827-2)

4.2.1 Resultados da caracterização físico-química

Os resultados apurados em cada parâmetro da caracterização físico-química das biomassas selecionadas (boletins de ensaio em anexo), apresentam-se na Tabela 5.

Tabela 5 – Caracterização físico-química das biomassas selecionadas - Resultados apurados pelo LE.CBE

| Parâmetro | Tipologia de biomassa | | | | |
|-------------------------|-----------------------|-------------------|---------------------|-----------------------|-----------|
| | Casca de Cacau | Casca de coco noz | Casca de coco fibra | Canvi+Casca de caroço | Serradura |
| Humidade total (%) | 85,4 | 19,8 | 40,7 | 39,9 | 18,4 |
| Cinzas bs (%) | 10,5 | 1,3 | 5,0 | 6,8 | 1,3 |
| Carbono total bs (%) | 47,7 | 52,0 | 49,7 | 49,8 | 50,0 |
| Hidrogénio total bs (%) | 5,3 | 6,0 | 5,5 | 6,0 | 6,1 |

| | | | | | |
|--|--------------|-------|-------|-------|-------|
| Azoto total bs (%) | 1,74 | 0,31 | 0,48 | 1,4 | 0,45 |
| Oxigénio total bs (%) | 34,5 | 40,2 | 38,5 | 35,6 | 42,0 |
| Enxofre total bs (%) | 0,17 | 0,05 | 0,08 | 0,17 | 0,21 |
| Cloro total bs (%) | 0,013 | 0,18 | 0,9 | 0,23 | 0,005 |
| Poder calorífico superior, volume constante bs (MJ/kg) | 18,79 | 21,19 | 19,48 | 20,92 | 19,88 |
| Poder calorífico inferior, pressão constante bs (MJ/kg) | 17,63 | 19,89 | 18,29 | 19,62 | 18,56 |
| Poder calorífico inferior, pressão constante btq (MJ/kg) | <6,58 (L.Q.) | 15,47 | 9,85 | 10,82 | 14,70 |
| Densidade aparente (kg/m ³) | 270 | 300 | 100 | 100 | 30 |
| Granulometria | | | | | |
| Partículas sobredimensionadas (P>100mm) | 36,7% | 0,0% | 97,3% | 0,0% | 0,0% |
| P > 63 mm | 59,3% | 11,6% | 0,0% | 0,0% | 0,0% |
| 63 mm > P > 45 mm | 2,8% | 47,5% | 0,0% | 11,2% | 0,0% |
| 45 mm > P > 31,5 mm | 0,0% | 28,7% | 0,0% | 9,1% | 0,0% |
| 31,5 mm > P > 16 mm | 0,7% | 10,2% | 1,4% | 4,2% | 5,2% |
| 16 mm > P > 8 mm | 0,4% | 1,0% | 0,1% | 9,9% | 51,3% |
| 8 mm > P > 3,15 mm | 0,0% | 0,4% | 0,1% | 20,9% | 29,1% |
| 3,15 mm > P > 1 mm | 0,0% | 0,3% | 0,3% | 14,1% | 9,2% |
| P < 1 mm | 0,0% | 0,4% | 0,7% | 30,6% | 5,2% |

bs – base seca

btq – base tal qual, ou como recebida

Na ausência de normas internacionais específicas para as biomassas deste estudo, e de forma a ter um referencial comparativo para a sua qualificação, optou-se por recorrer ao conjunto normativo internacional da série ISO 17225, cujo objetivo é fornecer princípios de classificação claros e inequívocos para biocombustíveis sólidos de origem lenhosa.

Sublinha-se que esta opção tem como único objetivo possibilitar a comparação das características físico-químicas das biomassas, não sendo vinculativa para avaliar cada uma das biomassas e a sua viabilidade e potencial enquanto biocombustível sólido.

Estas normas enquadram os biocombustíveis sólidos em classes de qualidade A1, A2 e B, sendo A1 a classe de melhor qualidade.

Para avaliar a qualidade das amostras de casca de cacau, casca de coco (noz), fibra de andin, casaca de coco (fibra) e de serradura, os resultados obtidos foram comparados com as especificações indicadas na tabela 2. da ISO 17225-4:2021 - Solid Biofuel – Fuel Specification – Part 4 Graded Woodchips, exceto o resultado do poder calorífico inferior na amostra como recebida, que na ausência de especificação, foi comparado com o valor indicado para o parâmetro, na tabela 1 da ISO 17225-2:2021 – Solid Biofuel – Fuel Specification – Part 2 Graded Wood Pellets.

O PCI obtido nas amostras, tal como recebidas, de casca de coco (noz) - 15,47 MJ/kg e de serradura - 14,70 MJ/kg, são os mais elevados, encontrando-se próximos da especificação de peletes de madeira de classe A1 (16,5 MJ/Kg), podendo considerar-se como um bom resultado.

As amostras de Canvi+Casca de caroço (fibra de andin) e de casca de coco (fibra) apresentam um PCI na amostra tal como recebida, mais baixo, 10,82 MJ/kg e 9,85 MJ/kg, respetivamente, sendo o valor na casca de cacau ainda inferior, encontrando-se abaixo do limite de quantificação do método que é de 6,58 MJ/kg.

A casca de cacau apresenta um valor de humidade total muito elevado (85,4%), o que facilita a proliferação de fungos e conseqüentemente o apodrecimento durante o processo de secagem.

O Canvi+Casca de caroço e a casca de coco (fibra) apresentam teores de humidade total próximos e cumprem a especificação da classe A2 (>25% e ≤55%).

A casca de coco (noz) e a serradura têm teores de humidade total semelhantes e cumprem a especificação da classe A1 (≤25%).

A casca de cacau é a que apresenta o resultado mais alto de cinzas (10,5%).

O Canvi+Casca de caroço e a casca de coco (fibra) apresentam resultados de cinzas de 6,8% e 5,0% respetivamente, encontrando-se fora de especificação (especificação mais permissiva, classe B ≤ 3,0%).

A casca de coco (noz) e de serradura, têm o mesmo teor de cinzas (1,3%) cumprindo a especificação A1 (≤1,5%).

A casca de coco (noz) é a que apresenta maior densidade aparente (300 kg/m³), seguida da casca de cacau (270 kg/m³), cumprindo ambas os requisitos da classe A1. As restantes apresentam densidades aparentes inferiores a 150 kg/m³ (menor especificação aceitável para pertencer à classe A1). A serradura apresenta uma densidade aparente particularmente baixa (30 kg/m³).

As especificações para azoto, enxofre e cloro totais apenas se aplicam a biocombustíveis da classe B, pelo que os resultados obtidos para estes parâmetros nas amostras são comparados a estes valores de referência.

A casca de cacau e o Canvi+Casca de caroço apresentam um teor de azoto total superior ao especificado (≤1,0%).

A casca de cacau, Canvi+Casca de caroço e a serradura apresentam um teor de enxofre total acima do especificado (≤0,1%).

A casca de coco (noz), o Canvi+Casca de caroço e a serradura apresentam valores de cloro total acima do especificado (≤0,05%).

Os resultados de granulometria mostram que 97,3% da amostra de casca de coco (fibra), 96% da amostra de casca de cacau e 11,6% da amostra de casca de coco (noz) são constituídas por partículas superiores a 63mm, enquanto 44,7% da amostra de Canvi+Casca de caroço apresenta partículas com dimensões menores que 3,15mm.

4.3 Análise dos resultados

As amostras que apresentam um poder calorífico inferior em base tal qual (btq) mais elevado, são as Casca de coco (noz) e de serradura.

As maiores diferenças observadas nestas 2 tipologias encontram-se na granulometria e na densidade aparente. As maiores diferenças observadas nos parâmetros avaliados destas duas amostras encontram-se na granulometria e na densidade aparente.

A amostra de serradura pertence a uma classe de partículas superior, P16S, embora o valor da sua densidade aparente seja muito baixo - o que pode trazer constrangimentos na otimização do transporte e queima, que poderá ser superado pela sua densificação (peletização ou briquetagem),

Entretanto, no âmbito deste estudo (Fase 2), foram realizados os ensaios de densificação no LE.CBE.

Observando os valores do poder calorífico inferior em base seca (bs), verifica-se que a diferença dos resultados entre as amostras não é muito significativa, embora ao converter-se no resultado da amostra como recebida, a casca de cacau apresenta um resultado abaixo do limite de quantificação (LQ), o que mostra a influência que o teor de humidade total tem sobre este parâmetro.

As amostras de Canvi+Casca de caroço e casca de coco (fibra) apresentam resultados semelhantes em muitos dos parâmetros, destacando-se o elevado teor de humidade total, com influência direta na diminuição do PCI na amostra em btq bem como o elevado teor de cinzas e escórias, com influência direta na diminuição da eficiência do processo de combustão, traduzindo-se no aumento da frequência de manutenções e limpezas.

Em síntese, com base nos resultados dos parâmetros analisados, os biocombustíveis que à partida poderão ter maior viabilidade de valorização energética em sistemas de combustão de média dimensão, são a casca de coco (noz) e a serradura conforme se apresentam, devido aos seus teores de humidade, cinzas e PCI em btq. Destacando-se entre estas duas tipologias, a casca de coco (noz) dado a sua densidade aparente.

Estas conclusões serão a base para a definição das tecnologias de processamento e valorização das biomassas mais adequadas a estes biocombustíveis.

5. POTENCIAL ENERGÉTICO

A avaliação do potencial energético foi efetuada com base no potencial anual quantitativo de biomassa e respetivo poder calorífico inferior apurado na caracterização físico-química das biomassas selecionadas (Tabela 6).

Tabela 6 – Potencial quantitativo e energético anual por tipologia de biomassa

| Tipologia de biomassa | Biomassa potencial para bioenergia (t/ano) | PCI _{btq} (MJ/kg) | PCI _{bs} (MJ/kg) | Potencial energético (MJ) | Potencial energético (MWh) |
|-----------------------|--|----------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|
| Casca de cacau | 2 700 | 7 | 18 | 17 766 000 | 4 935 |
| Casca de coco (noz) | 903 | 15 | 20 | 13 975 211 | 3 882 |
| Casca de coco (fibra) | 13 140 | 10 | 18 | 129 429 000 | 35 955 |
| Canvi+Casca de caroço | 4 380 | 11 | 20 | 47 391 600 | 13 165 |
| Serradura | 304 | 15 | 19 | 4 462 920 | 1 240 |
| Total | 21 427 | | | | 59 178 |

Em termos de potencial anual quantitativo, apurou-se um total de cerca de 21 mil toneladas, destacando-se a casca de coco (fibra) e o Canvi+Casca de caroço, com cerca de 13 e 4 mil t/ano.

O potencial energético foi calculado através do PCI em base tal qual, mais próximo das condições de recolha das biomassas.

Assim, apurou-se um potencial energético teórico de 59 mil MWh por ano, destacando-se a casca de coco (fibra) com cerca de 36 mil MWh, seguido pelo Canvi+Casca de caroço, com cerca de 13 mil MWh, representando respetivamente 61% e 22% do potencial energético das biomassas em estudo.

No caso particular da casca de caroço, dado que esta tipologia de biomassa apenas foi identificada com potencial interesse numa fase muito avançada deste estudo, não foi possível o seu tratamento em consonância com as restantes biomassas selecionadas, nomeadamente, não foi possível a recolha e posterior análise em laboratório, deste material, proveniente de STP. Apesar deste constrangimento e de forma a complementar o potencial energético das biomassas de origem vegetal de STP, mais concretamente, sobrantes da indústria agroalimentar e da indústria transformadora da madeira, optou-se por utilizar como valores físico-químicos de referência, os do PKS (Palm Kernel Shell) utilizado em caldeiras industriais portuguesas, já sujeito a processos de secagem e crivagem/limpeza, oriundo de vários países onde existem grandes indústrias de produção de óleo de palma [10].

Assim, tendo por base a quantidade de PKS estimada, decorrente do processo industrial de produção de óleo de palma, de 876 toneladas/ano, com um PCI de referência de 18 MJ/kg, foi possível apurar, em STP, um potencial energético de cerca de 4,4 mil MWh por ano.

Salienta-se que os valores de potencial energético apresentados correspondem a valores teóricos. A conversão em energia útil deste potencial, está diretamente relacionada com o rendimento das tecnologias/processos a considerar, cujas variações são significativas, sendo fundamental calcular o potencial energético real, tendo em conta os sistemas de conversão energética a adotar.

6. ENSAIOS DE DENSIFICAÇÃO E RESULTADOS

No âmbito da Fase 2 do projeto estava prevista a densificação das biomassas selecionadas. Um dos constrangimentos deste estudo foi a dificuldade em fazer chegar ao nosso laboratório, quantidade de amostra suficiente para a realização de todos os ensaios de densificação. Neste contexto, e de forma a responder ao solicitado, foi necessário aproveitar as amostras que foram recolhidas pela equipa de CBE aquando da missão portuguesa em maio de 2022, e que deram entrada no laboratório de ensaios a 28 de maio de 2022 (Figura 17). Devido à diminuta quantidade de material disponível, não foi possível a densificação em formato briquete, tendo sido apenas possível proceder-se à sua peletização e respetiva caracterização físico-química dos peletes produzidos.



Figura 17 – Quantidade de amostra disponível para densificação por tipologia de biomassa

A primeira etapa da peletização consiste na secagem da amostra, de forma que possa ser moída posteriormente.

Durante o processo de secagem, verificou-se que a amostra de casca de cacau sofreu alterações devido ao aparecimento de bolores, seguido de apodrecimento, pelo que não foi possível a sua peletização.

Após a secagem ao ar, as restantes amostras foram moídas utilizando um crivo de 2mm (Figura 18).



Figura 18 – Moinho e crivo utilizados na moagem das amostras

Depois de moídas as amostras foram humedecidas com água destilada, de forma possibilitar a agregação das partículas, essencial para peletização.

A relação entre massa de amostra e a água adicionada encontra-se na Tabela 7.

Tabela 7 – Relação entre massa de amostra e a água necessária para humedecer as amostras

| Amostra | % de Amostra (m/m) | % Água (m/m) |
|--------------------------------|--------------------|--------------|
| 370-22 Casca de coco (noz) | 44% | 56% |
| 371-22 Canvi+Casca de caroço | 41% | 59% |
| 372-22 Casca de coco (fibra) | 37% | 63% |
| 373-22 Serradura | 35% | 65% |

Para a peletização das amostras utilizou-se o equipamento indicado na Figura 19.



Figura 19 – Peletizadora

Contatou-se que à saída da peletizadora os peletes das amostras se encontravam húmidos, houve necessidade de secá-los ao ar (Figura 20).



Figura 20 – Processo de secagem dos peletes ao ar

Verifica-se que os peletes produzidos apresentam diferentes cores, conforme a sua origem e grau de humidade.

Depois dos peletes se apresentarem visivelmente secos e duros foram realizados os ensaios de humidade total (ISO 18134-1), densidade aparente (ISO 17828:2015), durabilidade mecânica (ISO 17831-1:2015), finos (ISO 18846:2016) e diâmetro e comprimento de peletes (ISO 17829:2015), cujos resultados se apresentam na Tabela 8 (boletins de ensaio em anexo).

Usou-se a totalidade do remanescente das amostras na produção dos peletes. Contudo quantidade produzida, foi inferior à necessária para a realização dos ensaios propostos, pelo que houve algumas alterações às indicações normativas, nomeadamente no que respeita à realização de duplicados.

Tabela 8 – Resultados dos ensaios físicos realizados aos peletes

| Ensaio | Método | Amostras | | | |
|--------------------------------------|------------------|---|---|--|--------------------------------------|
| | | 93-23 Peletes de casca de coco (noz) | 95-23 Peletes de casca de coco (fibra) | 94-23 Peletes de Canvi+Casca de carço | 96-23 Peletes serradura |
| Humidade total (%) | ISO 17134-1:2015 | 10,0 | 13,6 | 10,7 | 12,0 |
| Densidade aparente kg/m ³ | ISO 17828:2015 | 510 | 280 | 290 | 250 |
| Durabilidade mecânica (%) | ISO 17831-1:2015 | 17,5 | 96,1 | 94,6 | 97,6 |
| Finos (%) | ISO 18846:2016 | 1,4 | 0,18 | 0,36 | 0,13 |
| Diâmetro e comprimento dos peletes | ISO 17829:2015 | Comprimento- 15,6mm | Comprimento- 16,3mm | Comprimento- 15,2mm | Comprimento- 16,5mm |
| | | Desvio padrão do comprimento – 3,1mm | Desvio padrão do comprimento – 1,7mm | Desvio padrão do comprimento – 1,6mm | Desvio padrão do comprimento – 2,5mm |
| | | Diâmetro -5,9mm | Diâmetro -5,6mm | Diâmetro -5,7mm | Diâmetro - 5,9mm |
| | | Desvio padrão do diâmetro - 0,1mm | Desvio padrão do diâmetro - 0,1mm | Desvio padrão do diâmetro - 0,1mm | Desvio padrão do diâmetro - 0,1mm |

Principais conclusões:

- As amostras estavam secas aquando da realização destes ensaios - humidade total entre 10,0% e 13,6%
- As amostras de peletes de Canvi+Casca de carço, de casca de coco (fibra) e de serradura apresentam valores de densidade aparente próximos, embora baixos - entre 250 e 290 kg/m³. Significa que são peletes leves, fator que deve ser considerado aquando do transporte e acondicionamento de futuras produções.
- Densidade aparente dos peletes de casca de coco (noz) é mais elevado relativamente aos peletes das outras biomassas. Contudo esta vantagem é anulada pelos resultados de durabilidade mecânica e finos. A amostra é muito menos resistente a choques, ao manuseamento e ao transporte, sendo mais propensa à produção de finos do que as outras.

- Os resultados de durabilidade mecânica e finos não variam muito entre as amostras, mas torna-se clara a relação entre estes dois ensaios. Quanto maior for a durabilidade menor é a quantidade de finos que a amostra produz.
- o comprimento dos peletes situou-se entre 3,15mm e 40mm, em todas as amostras, sendo o comprimento médio de qualquer amostra acima de 10mm. Os desvios padrões obtidos, mostram que a produção foi homogénea em termos de comprimento. A amostra de peletes de Canvi+Casca de caroço foi a que apresentou a produção mais homogénea.
- O diâmetro médio dos peletes produzidos das diferentes amostras situa-se entre 5,6mm e 5,9mm.

Como indicado anteriormente, durante o processo de peletização, apenas se adicionou água às amostras. Assim sendo, os resultados, em base seca, obtidos para as matérias-primas, são semelhantes aos resultados que obteríamos nos peletes produzidos (Tabela 9).

Tabela 9 – Resultados em base seca, obtidos nos ensaios realizados às matérias-primas dos peletes produzidos.

| Ensaio | Método | Amostras | | | |
|---|----------------|----------------------------------|------------------------------------|---|---------------------|
| | | 370-22 Casca de coco (noz) | 372-22 Casca de coco (fibra) | 371-22 Canvi+Casca de caroço (fibra de andin) | 373-22 Serradura |
| Cinzas bs (%) | ISO 18122:2015 | 1,3 | 5,0 | 6,8 | 1,3 |
| Carbono total bs (%) | ISO 16948:2015 | 52,0 | 49,7 | 49,8 | 50,0 |
| Hidrogénio total bs (%) | ISO 16948:2015 | 6,0 | 5,5 | 6,0 | 6,1 |
| Azoto total bs (%) | ISO 16948:2015 | 0,31 | 0,48 | 1,4 | 0,45 |
| Oxigénio total bs (%) | ISO 16993:2016 | 40,2 | 38,5 | 35,6 | 42,0 |
| Enxofre total bs (%) | ISO 16994:2016 | 0,05 | 0,08 | 0,17 | 0,21 |
| Cloro total bs (%) | ISO 16994:2016 | 0,18 | 0,9 | 0,23 | 0,005 |
| Poder calorífico superior, volume constante bs (MJ/kg) | ISO 18125:2017 | 21,19 | 19,48 | 20,92 | 19,88 |
| Poder calorífico inferior, pressão constante bs (MJ/kg) | ISO 18125:2017 | 19,89 | 18,29 | 19,62 | 18,56 |

Se se considerarem os resultados obtidos no ensaio de poder calorífico inferior em base seca das diferentes matérias-primas e o relacionarmos com a humidade total dos respetivos peletes, podemos prever o poder calorífico inferior em base tal qual expectável para os peletes produzidos (Tabela 10).

Tabela 10 – Resultados expectáveis de poder calorífico inferior em base tal e qual obtido nos peletes produzidos

| Ensaio | Amostras | | | |
|---|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------|
| | Peletes de casca de coco (noz) | Peletes de casca de coco (fibra) | Peletes de Canvi+Casca de caroço | Peletes de serradura |
| Poder calorífico inferior a pressão constante e base tal qual (MJ/G) expectável - fórmula de cálculo indicada na ISO 18125:2017 | 17,66 | 15,47 | 17,26 | 16,04 |

De acordo com todos os dados apresentados neste documento, conclui-se que é expectável que peletes das diferentes matérias-primas apresentem bons resultados de PCI em btq, a rondar os 16 MJ/kg.

Poderá haver limitações na utilização de peletes de Canvi+Casca de caroço e de casca de coco (fibra) devido aos seus teores de cinza.

Apesar do teor de cinzas dos peletes de casca de coco (noz) ser baixo, estes são frágeis (durabilidade baixa) e formam finos com facilidade. Além disso a matriz é a mais difícil de preparar.

Os peletes que reúnem as melhores características são os de serradura. Contudo, deve-se ter em conta a sua baixa densidade aparente e consequentes limitações no armazenamento e no transporte dos mesmos.

7. TECNOLOGIAS DE PROCESSAMENTO E VALORIZAÇÃO ENERGÉTICA APLICÁVEIS ÀS BIOMASSAS SELECIONADAS

Existem várias tecnologias de conversão energética que utilizam biomassa através de processos de conversão termoquímicos (combustão, gasificação, pirólise) e bioquímicos (digestão anaeróbia, fermentação), que se encontram num grau de maturidade tecnológica elevado. Estas tecnologias são utilizadas para produzir energia em diferentes formas, através de diferentes tipos de matéria orgânica de origem vegetal ou animal, tal como sobrantes da exploração agrícola e florestal, das indústrias agroalimentares e das indústrias de base florestal, entre outros.

Cada uma das tecnologias possui vantagens e desvantagens em termos de eficiência energética, emissões de gases de efeito estufa, disponibilidade de matéria-prima e custos. A escolha da tecnologia mais adequada depende das características locais, do tipo de biomassa disponível e das necessidades energéticas específicas.

Em STP, apesar de existirem algumas unidades agroindustriais nas quais já se faz a valorização energética da biomassa, tem-se constatado uma grande dificuldade na

implementação no terreno de projetos de valorização energética da biomassa em larga escala, muito por via da sua dimensão e complexidade.

Tendo em consideração a disponibilidade de biomassas de origem vegetal identificadas no presente estudo, que ainda não são utilizadas, existe margem para, através da otimização das cadeias de produção, instalação de unidades de produção de energia.

Neste contexto, este estudo visa criar as bases para a instalação de uma unidade piloto de produção de energia a partir das biomassas de origem vegetal identificadas, através de uma solução tecnológica facilmente implementável e replicável em diferentes locais.

7.1 Projeto piloto

Este projeto piloto consiste na instalação de um sistema de produção de energia elétrica em cogeração, ou geração simples, alimentado a biomassa residual, *i.e.*, subprodutos de processos já explorados na ilha de São Tomé e que possa valorizar esses processos e/ou até, criar novas cadeias de valor, com possibilidade de ser instalado quer no setor da indústria, quer no setor dos serviços (ex. unidades hoteleiras).

Dentro das opções que nos foram apresentadas pela equipa da DGRNE do projeto VEBEE, selecionaram-se dois locais como elegíveis para a eventual implementação da instalação do projeto piloto, a Agripalma, de produção de óleo de palma e a Valudo, de produção de óleo de coco, dado serem instalações industriais nas quais se verifica grande concentração de sobrantes biomássicos, parcialmente já utilizados, canvi+casca de caroço e casca de coco (noz).

Uma das premissas base que conduziram a esta identificação de carácter mais expedito, para além do anteriormente indicado, foi o curto período disponível para a execução do projeto (inferior a um ano). Adicionalmente, a seleção do(s) local(is) para a instalação do projeto piloto teve também em consideração, o facto de se tratarem de instalações fechadas e vigiadas para salvaguardar a integridade da instalação e terem um corpo técnico permanente e interlocutores com competência suficiente, o que facilita o sucesso da fase de operação e exploração do sistema a implementar.

As instalações da Valudo e da Agripalma foram visitadas por toda a equipa do projeto, em maio de 2022, nas quais participou também a empresa SCIVEN, responsável pelo projeto e implementação da unidade piloto, no âmbito do VEBEE. [16]

Dos dois locais inicialmente identificados, de acordo com o parecer efetuado pela SCIVEN [16], foi selecionada a Agripalma, como tendo as melhores condições de sucesso para o projeto VEBEE.

O projeto da central de produção de energia alimentada a biomassa para a Agripalma, apresentado pela empresa SCIVEN [17], consiste num sistema de cogeração que recebe calor sob a forma de vapor saturado e, com este, produz energia elétrica. Simultaneamente, há libertação de calor a uma temperatura inferior à inicial, que se pode reintroduzir no processo, aumentando a sua eficiência global do uso da energia.

A produção de energia elétrica é feita a partir de energia disponibilizada pela central de

vapor da Agripalma, produção esta que irá originar uma redução significativa do consumo de gásóleo, combustível este, utilizado atualmente para gerar energia elétrica, permitindo melhorar os índices de exploração desta unidade e simultaneamente descarbonizar a sua operação. A energia elétrica produzida será consumida na rede da fábrica, à semelhança dos sistemas já instalados, podendo permitir também a sua exportação para o exterior, fornecendo energia elétrica a comunidades próximas.

A energia térmica produzida pelo sistema de cogeração será devolvida ao processo, pré-aquecendo a água que abastece a caldeira a biomassa, maximizando a performance desta instalação.

A solução proposta tem por base duas unidades de cogeração SCIVEN com 25 kW de potência elétrica nominal cada (Figura 21).

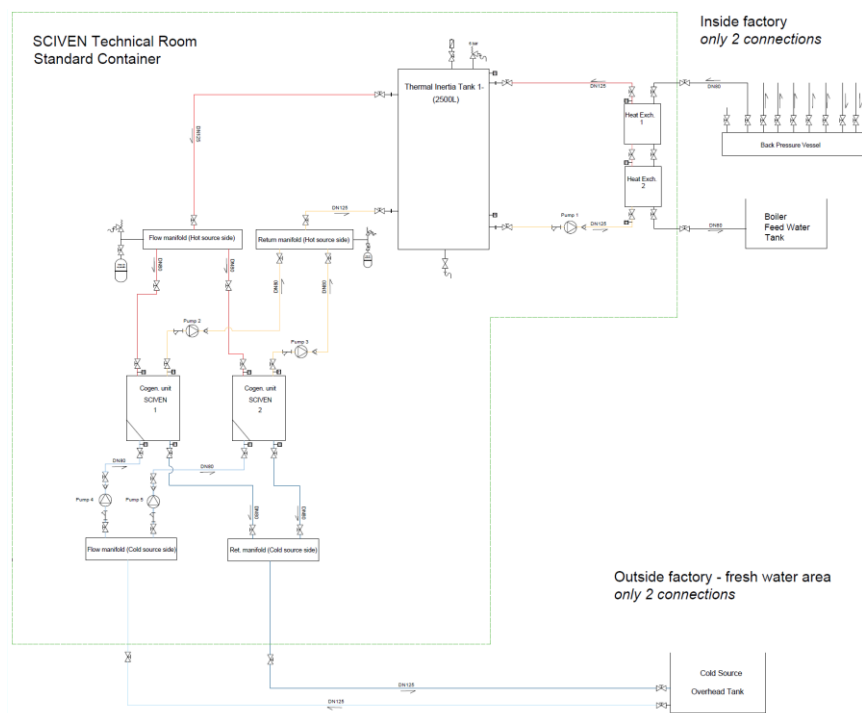


Figura 21 – Esquema de princípio

Fonte: SCVIVEN, 2023 [17]

Síntese dos indicadores do projeto

Considerando o funcionamento do sistema proposto à carga máxima nominal:

- Produção (potência) nominal de eletricidade: 50 kW (2x 25 kW)
- Redução média anual de consumo de gásóleo: 43,4 %
- Potência térmica cedida à unidade de cogeração: 500 kW
- Potência térmica que a unidade de cogeração devolve à instalação (pré-aquecendo a água da caldeira de produção de vapor): 475 kW
- Aumento máximo do consumo de biomassa (Canvi+casca de caroço): 4 %

Um dos constrangimentos, que desde logo foi identificado para a instalação do projeto piloto, foi o período de execução, que era bastante curto, inferior a um ano, bem como, à posteriori, o da aceitação da instalação da unidade piloto nas instalações da Agripalma.

7.2 Exemplos de valorização energética para as biomassas selecionadas

Para cada uma das biomassas selecionadas, foram identificados alguns exemplos de valorização energética existentes em diferentes países, com vista a servirem de base para a sua eventual adaptação e concretização em STP (Tabela 11).

Tabela 11 – Exemplos de valorização para as biomassas selecionadas

| Tipologia de biomassa | Exemplos de valorização | Fonte |
|--------------------------------|--|---|
| Casca de cacau | Produção de briquetes a partir da casca do cacau (Brasil) | https://www.cbnvitoria.com.br/reportagens/produtores-do-es-vao-vender-casca-de-cacau-para-geracao-de-bioenergia-1019 |
| | Valorização energética de casca de cacau em caldeira da Nestlé (Espanha) | https://nestleespana.hosting.augure.com/Augure_NestleEspana/default.ashx?WCI=EmailViewer&id=%7b652248e6-7d97-4b20-9d5a-677e5ddc2ce3%7d |
| | Cascas de cacau para a geração de energia (Gana) | https://www.telanon.info/economia/2019/06/07/29429/casca-de-cacau-produz-energia-o-vizinho-gana-ja-comecou-a-dar-os-primeiros-passos/ |
| Canvi (fibra de andin) | Produção de biodiesel e de eletricidade a partir de canvi (Brasil) | https://www.facebook.com/assembleiarr/ideos/s%C3%A9rie-de-reportagens-mostra-iniciativas-para-desenvolver-energias-alternativas-e/546414349749164/ |
| Casca de caroço de andin (PKS) | Utilização de PKS (Palm Kernel Shell) em caldeiras industriais (vários países) | https://biomassmagazine.com/articles/16690/the-growing-importance-of-pks-in-the-japanese-biomass-market https://www.mdpi.com/2079-9276/8/1/8 |
| Casca de coco | AGROPELLETS de coco verde (Brasil) | https://pt.linkedin.com/pulse/aproveitamento-sustent%C3%A1vel-da-fibra-coco-verde-celso-oliveira |
| | Produção de etanol a partir de casca de coco (Brasil) | https://clickpetroleoegas.com.br/etanol-feito-da-casca-do-coco-desenvolvido-por-universidade-brasileira-promete-mudar-o-mundo-da-energia-renovavel/ |
| | Produção de adubo orgânico a partir de casca de coco (Brasil) | https://www.youtube.com/watch?v=PwRfrTgR3dM&t=88s |
| | Produção de carvão "eco" a partir de casca de coco (STP) | https://www.youtube.com/watch?v=221qPyFeJ-k |
| Serradura | Produção de briquetes a partir da biomassa proveniente das indústrias madeireiras (Moçambique) | https://energypedia.info/wiki/Produ%C3%A7%C3%A3o_de_Briquetes_a_partir_da_Biomassa_Proveniente_das_Industrias_Madeireiras_em_Mo%C3%A7ambique#Energia_da_biomassa |

8. CONCLUSÕES

Analisando os instrumentos e documentos estruturantes relativos às energias renováveis em STP, e muito em concreto, da biomassa, constata-se que há muito que existem estudos e instrumentos legais, que apontam para a necessidade de implementação de projetos que visam o aproveitamento/valorização da biomassa em STP.

O Plano de Acção Nacional das Energias Renováveis (PANER) para São Tomé e Príncipe [5], definiu como meta principal a introdução de centrais de geração de eletricidade baseadas em fontes renováveis de energia, ligadas à rede, bem como fora da rede, pretendendo-se atingir, até 2050, 72% de capacidade instalada (MW) de geração elétrica de origem renovável.

Apesar deste enquadramento, tem-se constatado uma grande dificuldade na implementação no terreno de projetos de valorização energética da biomassa a larga escala, muito por via da sua dimensão e complexidade.

Assim, este estudo constitui uma ferramenta de base para o aproveitamento de sobrantes biomássicos de origem vegetal de diferentes fileiras da agroindústria e da indústria transformadora da madeira de STP, com potencial para valorização energética: Casca de coco (Noz); Casca de coco (Fibra); Casca de cacau; Mistura de fibra de andin (canvi) e casca de caroço (casca de noz de andin), e Serradura (Sobrantes da serragem e aparelhagem de madeira).

Em termos de potencial anual quantitativo, apurou-se um total de cerca de 21 mil toneladas, destacando-se a casca de coco (fibra) e o Canvi+Casca de caroço, com cerca de 13 e 4 mil t/ano.

A avaliação do potencial energético foi efetuada com base no potencial anual quantitativo de biomassa e respetivo poder calorífico inferior (PCI_{btq}) apurado na caracterização físico-química das biomassas selecionadas, efetuada no Laboratório de Ensaios do Centro da Biomassa para a Energia (LE.CBE).

Apurou-se um potencial energético teórico de 59 mil MWh por ano, destacando-se a casca de coco (fibra) com cerca de 36 mil MWh, seguido pelo Canvi+Casca de caroço, com cerca de 13 mil MWh, representando respetivamente 61% e 22% do potencial energético das biomassas em estudo.

No caso particular do PKS, tendo por base a quantidade de PKS estimada, decorrente do processo industrial de produção de óleo de palma, de 876 toneladas/ano, foi possível apurar, um potencial energético de cerca de 4,4 mil MWh por ano.

Tendo em consideração as cadeias de produção já existentes e a pretensão de instalar uma unidade piloto de produção de energia através de uma solução tecnológica facilmente implementável e replicável em diferentes locais, foi elaborado e apresentado pela empresa SCIVEN [17] o projeto de cogeração para a Agripalma, sendo que a sua concretização não se tinha concluído até à data de execução deste relatório.

As soluções de valorização para as biomassas selecionadas não se esgotam no projeto



apresentado, estando aberto o caminho para a concretização de outros projetos de valorização das biomassas vegetais locais, com recurso a várias tecnologias, aplicadas quer na indústria, quer no setor dos serviços. A título de exemplo foram identificados alguns projetos de valorização energética para as biomassas selecionadas, que poderão servir de base para a sua eventual adaptação e concretização em STP.

Espera-se assim que este estudo não se cinja a estas conclusões, abrindo caminho para a concretização de novos projetos de valorização das biomassas vegetais locais, atualmente desperdiçadas, contribuindo para soluções ambientalmente mais sustentáveis e a descarbonização da economia são-tomense, evitando-se o uso de combustíveis de origem fóssil, e simultaneamente, ser uma fonte de rendimento para as comunidades rurais.

9. REFERÊNCIAS

- [1] INE, “Instituto Nacional de Estatística de São Tomé e Príncipe. 1. DensidadePop_e_localização_de_STP_3,” 2018. [Online]. Available: <https://www.ine.st/index.php/publicacao/documentos/file/176-1-densidadepop-e-localizacao-de-stp-3>.
- [2] The World Bank, “O Banco Mundial em São Tomé e Príncipe. Dados dos países,,” 2021. [Online]. Available: <https://data.worldbank.org/country/sao-tome-and-principe?locale=pt>.
- [3] INE, “Instituto Nacional de Estatística, São Tomé e Príncipe. 2. Região, Distritos,Subdistritos_4,” 2018. [Online]. Available: <https://www.ine.st/index.php/publicacao/documentos/file/177-2-regiao-distritos-subdistritos-4>.
- [4] Observador, “Artigo: Óleo de palma exportado por São Tomé foi o dobro do cacau por quase metade do valor. Jornal Online O Observador,” 28 02 2021. [Online]. Available: <https://observador.pt/2021/02/28/oleo-de-palma-exportado-por-sao-tome-foi-o-dobro-do-cacau-por-quase-metade-do-valor/>.
- [5] MIRN, “Plano de Acção Nacional das Energias Renováveis (PANER) para São Tomé e Príncipe. Período 2021-2030/2050,” Ministério das Infraestruturas e Recursos Naturais (MIRN). Direcção Geral dos Recursos Naturais e Energia (DGRNE), 2022. [Online]. Available: https://dgrne.org/sites/default/files/2022-02/120222_stp_paner_v5.Osusbtituir_0.pdf. [Acedido em Abril 2022].
- [6] MINISTERIO DAS OBRAS PUBLICAS, INFRAESTRUTURAS,RECURSOS NATURAIS E AMBIENTE, “Projeto de Desenvolvimento do Setor de Transportes e Protecção Costeira P161842, Quadro de Gestão Ambiental e Social - Relatório Final,” República Democrática de São Tomé e Príncipe, Janeiro 2019. [Online]. Available: <https://documents1.worldbank.org/curated/es/466431548671902963/pdf/QGAS-do-Projeto-da-Reabilitacao-da-RN1-in-STP-FINAL-Jan-2019-ESMF.pdf>.
- [7] Direcção das Florestas e da Biodiversidade de STP, “Plano Nacional de Restauração Florestal e Paisagística,” 2021. [Online]. Available: https://www.facebook.com/photo/?fbid=510331164468185&set=a.288086543359316&locale=pt_PT.
- [8] ALER, “ENERGIAS RENOVÁVEIS E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM SÃO TOMÉ E PRÍNCIPE, RELATÓRIO NACIONAL DO PONTO DE SITUAÇÃO, Novembro 2020,” [Online]. Available: <https://www.aler-renovaveis.org/contents/files/aler-relatorio-stp-nov2020.pdf>.
- [9] Parlamento Europeu, “Regulamento Desflorestação,” 19 de abril de 2023. [Online]. Available: https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2023-0109_PT.html.
- [10] Steam Power, “Steam Power,” [Online]. Available: <https://www.steampower.pt/>. [Acedido em maio 2023].
- [11] Terra Verde - Associação de Produtores Agrícolas dos Açores, [Online]. Available: <https://www.facebook.com/AssociacaoTerraVerde/photos/pcb.2520175801638920/2>

520166691639831/?type=3&theater.

- [12] SOCFIN GROUP, "SOCFIN - Société Financière des Caoutchoucs," [Online]. Available: <https://www.socfin.com/en/locations/sao-tome-and-principe>.
- [13] SOCFIN GROUP, "AGRIPALMA," 2019. [Online]. Available: <https://www.socfin.com/en/locations/agripalma>.
- [14] SOCFIN GROUP - AGRIPALM, "Fábrica de Óleo de Palma da Agripalma. 10ton/hr. Ribeira Peixe, Distrito de Caué, São Tomé e Príncipe. Apresentação," Maio de 2022.
- [15] FAO, "FAO em São Tomé e Príncipe. Projeto TRI promove formação sobre o manuseamento de serração móvel. 16 de agosto de 2022. São Tomé," [Online]. Available: <https://www.fao.org/sao-tome-e-principe/noticias/detail-events/pt/c/1602498/>.
- [16] SCIVEN, "PROJECTO VEBEE - RELATÓRIO DA VISITA PRÉVIA DA SCIVEN A SÃO TOMÉ E PRÍNCIPE EM MAIO DE 2022," Coimbra, 2022.
- [17] SCIVEN, "Memória Descritiva e Justificativa para o projecto de implementação de uma unidade de produção de electricidade em cogeração no âmbito do Projecto VEBEE, coordenado pela Direcção Geral de Recursos Naturais e Energia," Coimbra, 2023.
- [18] ANEME, "Associação Nacional das Empresas Metalúrgicas e Electromecânicas. Estudo de Levantamento e Caracterização das Empresas Industriais de São Tomé e Príncipe," 2018. [Online]. Available: https://www.aneme.pt/site/wp-content/uploads/2018/09/Estudo_S%C3%A3o-Tom%C3%A9-e-Pr%C3%ADncipe-2018_VF-CORRIGIDA.pdf. [Acedido em Abril 2022].
- [19] HDX, "HUMANITARIAN DATA EXCHANGE, v1.65.12 PY3, serviço fornecido pela OCHA," 2020. [Online]. Available: <https://data.humdata.org/dataset/cod-ab-stp>.
- [20] Governo de São Tomé e Príncipe, "Contribuição Nacional Determinada (NDC) de São Tomé e Príncipe (STP)," São Tomé, Julho 2021, [Online]. Available: <https://cnmc.gov.st/index.php/pt/documentos-pt/documentacao-mudancas-climaticas/45-ndc-stp-2021/file>.
- [21] LNEG, "TECNOLOGIAS DE CONVERSÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS (Âmbito do GT Energia-Resíduos), Contribuição do LNEG," Setembro 2020. [Online]. Available: <https://repositorio.Ineg.pt/bitstream/10400.9/3557/1/tecnologias-de-conversao-de-residuos-organicos-set-2020.pdf>.

10. ANEXOS



Boletins de ensaio da caracterização físico-química das biomassas selecionadas

Boletins de ensaio da caracterização físico-química das biomassas selecionadas densificadas (peletes)

BOLETIM DE ENSAIOS Nº 369 /22



AMOSTRA LE-CBE Nº 369 /22

| | |
|--|------------------------------------|
| Identificação do tipo de amostra: | Biocombustíveis sólidos - Biomassa |
| Informação cedida pelo cliente: | Casca de cacau |
| Análise pedida por: | Unidade de Biomassa - CBE |
| Endereço: | Miranda do Corvo |
| Local de amostragem: | da responsabilidade do cliente |
| Responsável pela recolha da amostra: | cliente |
| Data de recepção da amostra: | 28-05-2022 |
| Datas de início e de conclusão dos ensaios: | 31-05-2022 a 23-06-2022 |
| Data de emissão do boletim de ensaios: | 27-06-2022 |

Reprodução parcial proibida

| PARÂMETRO | RESULTADO | INCERT. (4) | UNID. | MÉTODO | OBSERVAÇÕES |
|---|--------------|-------------|-------------------|-----------------|------------------------|
| Teor de humidade total t_{iq} / Total moisture content ar | 85,4 | ±6,8 | % (m/m) | ISO18134-1:2015 | Gravimetria |
| Teor de humidade numa amostra para análise t_{iq} / Moisture general analysis sample ar | — | — | % (m/m) | ISO18134-3:2015 | Gravimetria |
| Teor de Cinzas bs / Ash content d | 10,5 | ±1,6 | % (m/m) | ISO18122:2015 | Gravimetria |
| Teor de Cinzas t_{iq} / Ash content ar (1) | — | — | % (m/m) | ISO16993:2016 | Cálculo |
| Teor de carbono total bs / Total carbon content d | 47,7 | ±1,0 | % (m/m) | ISO16948:2015 | AE de CHN |
| Teor de hidrogénio total bs / Total hydrogen content d | 5,3 | ±0,4 | % (m/m) | ISO16948:2015 | AE de CHN |
| Teor de azoto total bs / Total nitrogen content d | 1,74 | ±0,09 | % (m/m) | ISO16948:2015 | AE de CHN |
| Teor de oxigénio total bs / Total oxygen content d | 34,5 | ±3,0 | % (m/m) | ISO16993:2016 | Cálculo |
| Teor de enxofre total bs / Total sulphur content d | 0,17 | ±0,05 | % (m/m) | ISO16994:2016 | Cromat. Iónica |
| Teor de cloro total bs / Total chlorine content d | 0,013 | ±0,003 | % (m/m) | ISO16994:2016 | Cromat. Iónica |
| Poder calorífico superior, volume constante bs / Gross calorific value, constant volume | 18,79 | ±0,25 | MJ/kg | ISO18125:2017 | calorimetria |
| Poder calorífico inferior : | | | | | |
| Poder calorífico inferior, pressão constante bs / Net calorific value, constant pressure d | 17,63 | ±0,28 | MJ/kg | ISO18125:2017 | Cálculo |
| Poder calorífico inferior, pressão constante t_{iq} / Net calorific value, constant pressure ar | <6,58 (L.Q.) | | MJ/kg | | |
| Densidade aparente t_{iq} / Bulk density ar (1)(3) | 270 | ±5 | kg/m ³ | ISO17828:2015 | Volumetria/gravimetria |
| Durabilidade mecânica de peletes t_{iq} / Mechanical durability of pellets ar | — | — | % (m/m) | ISO17831-1:2015 | Gravimetria |
| Teor de finos de peletes t_{iq} / Fines content of pellets ar | — | — | % (m/m) | | |
| Porção teste t_{iq} / Test portion ar | — | — | kg | ISO18846:2016 | Gravimetria |
| Comprimento e diâmetro de peletes / Length and diameter of pellets : | | | | | |
| Classe dos peletes / Pellets Class | — | — | mm | | |
| % de peletes na classe / Class % share | — | — | % (m/m) | | |
| % de peletes > 40 mm / w% of pellets longer than 40 mm | — | — | % (m/m) | | |
| Quantidade dos peletes > 40 mm / Number of pellets longer than 40 mm | — | — | unid. | ISO17829:2015 | Análise dimensional |
| Comprimento médio dos peletes / Mean value of the pellet length | — | — | mm | | |
| Desvio padrão do comprimento / Standard deviation of the length | — | — | mm | | |
| Diâmetro médio dos peletes / Average diameter | — | — | mm | | |
| Desvio padrão do diâmetro / Standard deviation of the diameter | — | — | mm | | |
| Teor de Arsénio bs / Arsenic content d (1) | — | — | mg/kg | ISO16968:2015 | EAA câmara de grafite |
| Teor de Chumbo bs / Lead content d (1) | — | — | mg/kg | ISO16968:2015 | EAA câmara de grafite |
| Teor de Cádmio bs / Cadmium content d (1) | — | — | mg/kg | ISO16968:2015 | EAA câmara de grafite |
| Teor de Crómio bs / Chromium content d (1) | — | — | mg/kg | ISO16968:2015 | EAA câmara de grafite |
| Teor de Cobre bs / Copper content d (1) | — | — | mg/kg | ISO16968:2015 | EAA câmara de grafite |
| Teor de Níquel bs / Nickel content d (1) | — | — | mg/kg | ISO16968:2015 | EAA câmara de grafite |
| Teor de Zinco bs / Zinc content d (1) | — | — | mg/kg | ISO16968:2015 | EAA de chama |

Reprodução parcial proibida

(continuação)

| PARÂMETRO | RESULTADO | UNID. | MÉTODO | OBSERVAÇÕES |
|---|------------------|-------------------|---------------------------|-------------------------------|
| Matéria volátil _{bs} / Volatile matter _d (1) | — | % (m/m) | ISO18123:2015 | Gravimetria |
| Carbono fixo _{bs} / Fixed Carbon _d (1) | — | % (m/m) | LEBS MI 01: 15/10/2015 | Cálculo |
| Densidade da partícula _{tq} / Particle density _{ar} (1) | — | g/cm ³ | ISO18847:2016 | Análise dimensional |
| Comprimento e diâmetro de briquetes / Length and diameter of briquettes (1) | — | mm | LEBS MI02: 18/04/2017 | Análise dimensional |
| Finos de briquetes / Amount of fines for briquettes (1) | — | % (m/m) | LEBS MI03: 18/04/2017 | Gravimetria |
| Avaliação sensorial / Sensory evaluation (1) | — | | LEBS MI04: 18/04/2017 | |
| Conteúdo nominal / Nominal content (1) | — | unid. | LEBS MI05: 18/04/2017 | |
| GRANULOMETRIAS / PARTICLE SIZE DISTRIBUTION | | | | |
| | RESULTADO | UNID. | | RESULTADO UNID. |
| Granulometria peletes desintegrados / Particle size dist. disintegrated pellets (ISO 17830:2016) (1) | | | | |
| Diferença entre massa da amostra e massa total das frações / / Difference mass of test portion and mass of all fractions | — | % (m/m) | P > 3,15 mm | — % (m/m) |
| Humidade da amostra peneirada / Moisture content of the sieved sample | — | % (m/m) | 3,15 mm > P > 2,8 mm | — % (m/m) |
| | | | 2,8 mm > P > 2,0 mm | — % (m/m) |
| | | | 2,0 mm > P > 1,4 mm | — % (m/m) |
| | | | 1,4 mm > P > 1,0 mm | — % (m/m) |
| | | | 1,0 mm > P > 0,5 mm | — % (m/m) |
| | | | 0,5 mm > P > 0,25 mm | — % (m/m) |
| | | | P < 0,25 mm | — % (m/m) |
| Granulometria / Particle size distribution (ISO 17827-1:2016) (1) | | | | |
| Partículas sobredimensionadas / Hand Sorting > 100 mm | 36,7 | % (m/m) | | |
| Massa total analisada / total mass of test portion | 501,0 | g | P > 63 mm | 59,3 % (m/m) |
| Nº de partículas sobredimensionadas / number of overlong | 3 | unid. | 63 mm > P > 45 mm | 2,8 % (m/m) |
| Comprimento da partícula maior / length of longest particle overall | 175 | mm | 45 mm > P > 31,5 mm | 0,0 % (m/m) |
| Diferença entre massa da amostra e massa total das frações / / Difference mass of test portion and mass of all fractions | 0,1 | % (m/m) | 31,5 mm > P > 16 mm | 0,7 % (m/m) |
| Humidade da amostra peneirada / Moisture content of the sieved sample | 68,9 | % (m/m) | 16 mm > P > 8 mm | 0,4 % (m/m) |
| | | | 8 mm > P > 3,15 mm | 0,0 % (m/m) |
| | | | 3,15 mm > P > 1 mm | 0,0 % (m/m) |
| | | | P < 1 mm | 0,0 % (m/m) |
| Granulometria / Particle size distribution (ISO 17827-2:2016) (1) | | | | |
| Massa total analisada / total mass of test portion | — | g | P > 3,15 mm | — % (m/m) |
| Diferença entre massa da amostra e massa total das frações / / Difference mass of test portion and mass of all fractions | — | % (m/m) | 3,15 mm > P > 2,8 mm | — % (m/m) |
| Humidade da amostra peneirada / Moisture content of the sieved sample | — | % (m/m) | 2,8 mm > P > 2,0 mm | — % (m/m) |
| | | | 2,0 mm > P > 1,4 mm | — % (m/m) |
| | | | 1,4 mm > P > 1,0 mm | — % (m/m) |
| | | | 1,0 mm > P > 0,5 mm | — % (m/m) |
| | | | 0,5 mm > P > 0,25 mm | — % (m/m) |
| | | | P < 0,25 mm | — % (m/m) |

Os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra ensaiada conforme rececionada.

Os Ensaio são realizados nas instalações do LEBS.CBE com exceção dos assinalados com a nota (2)

tq - tal qual recebida / ar - as received; bs - base seca / d - dry basis

LQ - Limite de quantificação

(1) Ensaio não incluído no âmbito de acreditação

(2) Ensaio contratado a fornecedor externo acreditado ou não e, não está incluído no âmbito da acreditação

(3) Os resultados podem vir afetados pelas condições inadequadas em que a amostra foi rececionada

(4) Incerteza expandida (U) expressa pela incerteza-padrão da medição multiplicada pelo fator de expansão k=2 que para uma

distribuição normal corresponde a uma probabilidade de cobertura de aproximadamente 95% e não contempla a incerteza de amostragem (LE.CBE_PGQ.7.6.01)

Informação Adicional ⁽⁵⁾

Reprodução parcial proibida

FOTOGRAFIA DA AMOSTRA



(5) A informação adicional contida neste Boletim de Ensaios não se encontra incluída no âmbito de acreditação.

X 
Elsa Cancela
Responsável Técnica

X 
Neuza Alves
Responsável do Laboratório

BOLETIM DE ENSAIOS Nº 370 /22



AMOSTRA LE-CBE Nº 370 /22

| | |
|--|------------------------------------|
| Identificação do tipo de amostra: | Biocombustíveis sólidos - Biomassa |
| Informação cedida pelo cliente: | Casca de noz de coco |
| Análise pedida por: | Unidade de Biomassa - CBE |
| Endereço: | Miranda do Corvo |
| Local de amostragem: | da responsabilidade do cliente |
| Responsável pela recolha da amostra: | cliente |
| Data de recepção da amostra: | 28-05-2022 |
| Datas de início e de conclusão dos ensaios: | 31-05-2022 a 23-06-2022 |
| Data de emissão do boletim de ensaios: | 27-06-2022 |

Reprodução parcial proibida

| PARÂMETRO | RESULTADO | INCERT. (4) | UNID. | MÉTODO | OBSERVAÇÕES |
|--|-----------|-------------|-------------------|-----------------|------------------------|
| Teor de humidade total t_q / Total moisture content ar | 19,8 | ±1,6 | % (m/m) | ISO18134-1:2015 | Gravimetria |
| Teor de humidade numa amostra para análise t_q / Moisture general analysis sample ar | — | — | % (m/m) | ISO18134-3:2015 | Gravimetria |
| Teor de Cinzas bs / Ash content d | 1,3 | ±0,2 | % (m/m) | ISO18122:2015 | Gravimetria |
| Teor de Cinzas t_q / Ash content ar (1) | — | — | % (m/m) | ISO16993:2016 | Cálculo |
| Teor de carbono total bs / Total carbon content d | 52,0 | ±2,5 | % (m/m) | ISO16948:2015 | AE de CHN |
| Teor de hidrogénio total bs / Total hydrogen content d | 6,0 | ±0,5 | % (m/m) | ISO16948:2015 | AE de CHN |
| Teor de azoto total bs / Total nitrogen content d | 0,31 | ±0,03 | % (m/m) | ISO16948:2015 | AE de CHN |
| Teor de oxigénio total bs / Total oxygen content d | 40,2 | ±2,5 | % (m/m) | ISO16993:2016 | Cálculo |
| Teor de enxofre total bs / Total sulphur content d | 0,05 | ±0,02 | % (m/m) | ISO16994:2016 | Cromat. Iónica |
| Teor de cloro total bs / Total chlorine content d | 0,18 | ±0,05 | % (m/m) | ISO16994:2016 | Cromat. Iónica |
| Poder calorífico superior, volume constante bs / Gross calorific value, constant volume | 21,19 | ±0,28 | MJ/kg | ISO18125:2017 | calorimetria |
| Poder calorífico inferior : | | | | | |
| Poder calorífico inferior, pressão constante bs / Net calorific value, constant pressure d | 19,89 | ±0,31 | MJ/kg | ISO18125:2017 | Cálculo |
| Poder calorífico inferior, pressão constante t_q / Net calorific value, constant pressure ar | 15,47 | ±0,43 | MJ/kg | | |
| Densidade aparente t_q / Bulk density ar (1) (3) | 300 | ±6 | kg/m ³ | ISO17828:2015 | Volumetria/gravimetria |
| Durabilidade mecânica de peletes t_q / Mechanical durability of pellets ar | — | — | % (m/m) | ISO17831-1:2015 | Gravimetria |
| Teor de finos de peletes t_q / Fines content of pellets ar | — | — | % (m/m) | | |
| Porção teste t_q / Test portion ar | — | — | kg | ISO18846:2016 | Gravimetria |
| Comprimento e diâmetro de peletes / Length and diameter of pellets : | | | | | |
| Classe dos peletes / Pellets Class | — | — | mm | | |
| % de peletes na classe / Class % share | — | — | % (m/m) | | |
| % de peletes > 40 mm / w% of pellets longer than 40 mm | — | — | % (m/m) | | |
| Quantidade dos peletes > 40 mm / Number of pellets longer than 40 mm | — | — | unid. | ISO17829:2015 | Análise dimensional |
| Comprimento médio dos peletes / Mean value of the pellet length | — | — | mm | | |
| Desvio padrão do comprimento / Standard deviation of the length | — | — | mm | | |
| Diâmetro médio dos peletes / Average diameter | — | — | mm | | |
| Desvio padrão do diâmetro / Standard deviation of the diameter | — | — | mm | | |
| Teor de Arsénio bs / Arsenic content d (1) | — | — | mg/kg | ISO16968:2015 | EAA câmara de grafite |
| Teor de Chumbo bs / Lead content d (1) | — | — | mg/kg | ISO16968:2015 | EAA câmara de grafite |
| Teor de Cádmio bs / Cadmium content d (1) | — | — | mg/kg | ISO16968:2015 | EAA câmara de grafite |
| Teor de Crómio bs / Chromium content d (1) | — | — | mg/kg | ISO16968:2015 | EAA câmara de grafite |
| Teor de Cobre bs / Copper content d (1) | — | — | mg/kg | ISO16968:2015 | EAA câmara de grafite |
| Teor de Níquel bs / Nickel content d (1) | — | — | mg/kg | ISO16968:2015 | EAA câmara de grafite |
| Teor de Zinco bs / Zinc content d (1) | — | — | mg/kg | ISO16968:2015 | EAA de chama |

Reprodução parcial proibida

(continuação)

| PARÂMETRO | RESULTADO | UNID. | MÉTODO | OBSERVAÇÕES |
|---|------------------|-------------------|---|------------------------|
| Matéria volátil _{bs} / Volatile matter _d (1) | — | % (m/m) | ISO18123:2015 | Gravimetria |
| Carbono fixo _{bs} / Fixed Carbon _d (1) | — | % (m/m) | LEBS MI 01: 15/10/2015 | Cálculo |
| Densidade da partícula _{tq} / Particle density _{ar} (1) | — | g/cm ³ | ISO18847:2016 | Análise dimensional |
| Comprimento e diâmetro de briquetes / Length and diameter of briquettes (1) | — — | mm mm | LEBS MI02: 18/04/2017 | Análise dimensional |
| Finos de briquetes / Amount of fines for briquettes (1) | — | % (m/m) | LEBS MI03: 18/04/2017 | Gravimetria |
| Avaliação sensorial / Sensory evaluation (1) | — | — | LEBS MI04: 18/04/2017 | — |
| Conteúdo nominal / Nominal content (1) | — | unid. | LEBS MI05: 18/04/2017 | — |
| GRANULOMETRIAS / PARTICLE SIZE DISTRIBUTION | | | | |
| | RESULTADO | UNID. | | RESULTADO UNID. |
| Granulometria peletes desintegrados / Particle size dist. disintegrated pellets (ISO 17830:2016) (1) | | | | |
| Diferença entre massa da amostra e massa total das frações / / Difference mass of test portion and mass of all fractions | — | % (m/m) | P > 3,15 mm | — % (m/m) |
| Humidade da amostra peneirada / Moisture content of the sieved sample | — | % (m/m) | 3,15 mm > P > 2,8 mm | — % (m/m) |
| | | | 2,8 mm > P > 2,0 mm | — % (m/m) |
| | | | 2,0 mm > P > 1,4 mm | — % (m/m) |
| | | | 1,4 mm > P > 1,0 mm | — % (m/m) |
| | | | 1,0 mm > P > 0,5 mm | — % (m/m) |
| | | | 0,5 mm > P > 0,25 mm | — % (m/m) |
| | | | P < 0,25 mm | — % (m/m) |
| Granulometria / Particle size distribution (ISO 17827-1:2016) (1) | | | | |
| Massa total analisada / total mass of test portion | 2023,55 | g | Partículas sobredimensionadas / Hand Sorting > 100 mm | 0,0 % (m/m) |
| Nº de partículas sobredimensionadas / number of overlong | 0 | unid. | P > 63 mm | 11,6 % (m/m) |
| Comprimento da partícula maior / length of longest particle overall | 0 | mm | 63 mm > P > 45 mm | 47,5 % (m/m) |
| Diferença entre massa da amostra e massa total das frações / / Difference mass of test portion and mass of all fractions | 0,0 | % (m/m) | 45 mm > P > 31,5 mm | 28,7 % (m/m) |
| Humidade da amostra peneirada / Moisture content of the sieved sample | 19,8 | % (m/m) | 31,5 mm > P > 16 mm | 10,2 % (m/m) |
| | | | 16 mm > P > 8 mm | 1,0 % (m/m) |
| | | | 8 mm > P > 3,15 mm | 0,4 % (m/m) |
| | | | 3,15 mm > P > 1 mm | 0,3 % (m/m) |
| | | | P < 1 mm | 0,4 % (m/m) |
| Granulometria / Particle size distribution (ISO 17827-2:2016) (1) | | | | |
| Massa total analisada / total mass of test portion | — | g | P > 3,15 mm | — % (m/m) |
| Diferença entre massa da amostra e massa total das frações / / Difference mass of test portion and mass of all fractions | — | % (m/m) | 3,15 mm > P > 2,8 mm | — % (m/m) |
| Humidade da amostra peneirada / Moisture content of the sieved sample | — | % (m/m) | 2,8 mm > P > 2,0 mm | — % (m/m) |
| | | | 2,0 mm > P > 1,4 mm | — % (m/m) |
| | | | 1,4 mm > P > 1,0 mm | — % (m/m) |
| | | | 1,0 mm > P > 0,5 mm | — % (m/m) |
| | | | 0,5 mm > P > 0,25 mm | — % (m/m) |
| | | | P < 0,25 mm | — % (m/m) |

Os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra ensaiada conforme rececionada.

Os Ensaios são realizados nas instalações do LEBS.CBE com exceção dos assinalados com a nota (2)

tq - tal qual recebida / ar - as received; bs - base seca / d - dry basis

LQ - Limite de quantificação

(1) Ensaio não incluído no âmbito de acreditação

(2) Ensaio contratado a fornecedor externo acreditado ou não e, não está incluído no âmbito da acreditação

(3) Os resultados podem vir afetados pelas condições inadequadas em que a amostra foi rececionada

(4) Incerteza expandida (U) expressa pela incerteza-padrão da medição multiplicada pelo fator de expansão k=2 que para uma

distribuição normal corresponde a uma probabilidade de cobertura de aproximadamente 95% e não contempla a incerteza de amostragem (LE.CBE_PGQ.7.6.01)

Informação Adicional ⁽⁵⁾

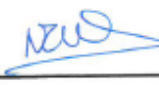
Reprodução parcial proibida

FOTOGRAFIA DA AMOSTRA



(5) A informação adicional contida neste Boletim de Ensaios não se encontra incluída no âmbito de acreditação.

X 
Elsa Cancela
Responsável Técnica

X 
Neuza Alves
Responsável do Laboratório

BOLETIM DE ENSAIOS Nº 371 /22


AMOSTRA LE-CBE Nº 371 /22

| | |
|--|------------------------------------|
| Identificação do tipo de amostra: | Biocombustíveis sólidos - Biomassa |
| Informação cedida pelo cliente: | Fibra de andim |
| Análise pedida por: | Unidade de Biomassa - CBE |
| Endereço: | Miranda do Corvo |
| Local de amostragem: | da responsabilidade do cliente |
| Responsável pela recolha da amostra: | cliente |
| Data de recepção da amostra: | 28-05-2022 |
| Datas de início e de conclusão dos ensaios: | 31-05-2022 a 23-06-2022 |
| Data de emissão do boletim de ensaios: | 27-06-2022 |

Reprodução parcial proibida

| PARÂMETRO | RESULTADO | INCERT. (4) | UNID. | MÉTODO | OBSERVAÇÕES |
|--|-----------|-------------|-------------------|-----------------|------------------------|
| Teor de humidade total t_q / Total moisture content ar | 39,9 | ±3,2 | % (m/m) | ISO18134-1:2015 | Gravimetria |
| Teor de humidade numa amostra para análise t_q / Moisture general analysis sample ar | — | — | % (m/m) | ISO18134-3:2015 | Gravimetria |
| Teor de Cinzas bs / Ash content d | 6,8 | ±1,0 | % (m/m) | ISO18122:2015 | Gravimetria |
| Teor de Cinzas t_q / Ash content ar (1) | — | — | % (m/m) | ISO16993:2016 | Cálculo |
| Teor de carbono total bs / Total carbon content d | 49,8 | ±2,4 | % (m/m) | ISO16948:2015 | AE de CHN |
| Teor de hidrogénio total bs / Total hydrogen content d | 6,0 | ±0,5 | % (m/m) | ISO16948:2015 | AE de CHN |
| Teor de azoto total bs / Total nitrogen content d | 1,4 | ±0,2 | % (m/m) | ISO16948:2015 | AE de CHN |
| Teor de oxigénio total bs / Total oxygen content d | 35,6 | ±2,7 | % (m/m) | ISO16993:2016 | Cálculo |
| Teor de enxofre total bs / Total sulphur content d | 0,17 | ±0,05 | % (m/m) | ISO16994:2016 | Cromat. Iónica |
| Teor de cloro total bs / Total chlorine content d | 0,23 | ±0,05 | % (m/m) | ISO16994:2016 | Cromat. Iónica |
| Poder calorífico superior, volume constante bs / Gross calorific value, constant volume | 20,92 | ±0,28 | MJ/kg | ISO18125:2017 | calorimetria |
| Poder calorífico inferior : | | | | | |
| Poder calorífico inferior, pressão constante bs / Net calorific value, constant pressure d | 19,62 | ±0,30 | MJ/kg | ISO18125:2017 | Cálculo |
| Poder calorífico inferior, pressão constante t_q / Net calorific value, constant pressure ar | 10,82 | ±0,73 | MJ/kg | | |
| Densidade aparente t_q / Bulk density ar (1) (3) | 100 | ±2 | kg/m ³ | ISO17828:2015 | Volumetria/gravimetria |
| Durabilidade mecânica de peletes t_q / Mechanical durability of pellets ar | — | — | % (m/m) | ISO17831-1:2015 | Gravimetria |
| Teor de finos de peletes t_q / Fines content of pellets ar | — | — | % (m/m) | ISO18846:2016 | Gravimetria |
| Porção teste t_q / Test portion ar | — | — | kg | | |
| Comprimento e diâmetro de peletes / Length and diameter of pellets : | | | | | |
| Classe dos peletes / Pellets Class | — | — | mm | | |
| % de peletes na classe / Class % share | — | — | % (m/m) | | |
| % de peletes > 40 mm / w% of pellets longer than 40 mm | — | — | % (m/m) | | |
| Quantidade dos peletes > 40 mm / Number of pellets longer than 40 mm | — | — | unid. | ISO17829:2015 | Análise dimensional |
| Comprimento médio dos peletes / Mean value of the pellet length | — | — | mm | | |
| Desvio padrão do comprimento / Standard deviation of the length | — | — | mm | | |
| Diâmetro médio dos peletes / Average diameter | — | — | mm | | |
| Desvio padrão do diâmetro / Standard deviation of the diameter | — | — | mm | | |
| Teor de Arsénio bs / Arsenic content d (1) | — | — | mg/kg | ISO16968:2015 | EAA câmara de grafite |
| Teor de Chumbo bs / Lead content d (1) | — | — | mg/kg | ISO16968:2015 | EAA câmara de grafite |
| Teor de Cádmio bs / Cadmium content d (1) | — | — | mg/kg | ISO16968:2015 | EAA câmara de grafite |
| Teor de Crómio bs / Chromium content d (1) | — | — | mg/kg | ISO16968:2015 | EAA câmara de grafite |
| Teor de Cobre bs / Copper content d (1) | — | — | mg/kg | ISO16968:2015 | EAA câmara de grafite |
| Teor de Níquel bs / Nickel content d (1) | — | — | mg/kg | ISO16968:2015 | EAA câmara de grafite |
| Teor de Zinco bs / Zinc content d (1) | — | — | mg/kg | ISO16968:2015 | EAA de chama |

Reprodução parcial proibida

(continuação)

| PARÂMETRO | RESULTADO | UNID. | MÉTODO | OBSERVAÇÕES |
|---|-----------|-------------------|---|---------------------|
| Matéria volátil _{bs} / Volatile matter _d (1) | — | % (m/m) | ISO18123:2015 | Gravimetria |
| Carbono fixo _{bs} / Fixed Carbon _d (1) | — | % (m/m) | LEBS MI 01: 15/10/2015 | Cálculo |
| Densidade da partícula _{iq} / Particle density _{ar} (1) | — | g/cm ³ | ISO18847:2016 | Análise dimensional |
| Comprimento e diâmetro de briquetes / Length and diameter of briquettes (1) | — — | mm mm | LEBS MI02: 18/04/2017 | Análise dimensional |
| Finos de briquetes / Amount of fines for briquettes (1) | — | % (m/m) | LEBS MI03: 18/04/2017 | Gravimetria |
| Avaliação sensorial / Sensory evaluation (1) | — | | LEBS MI04: 18/04/2017 | |
| Conteúdo nominal / Nominal content (1) | — | unid. | LEBS MI05: 18/04/2017 | |
| GRANULOMETRIAS / PARTICLE SIZE DISTRIBUTION | | | | |
| | RESULTADO | UNID. | | RESULTADO UNID. |
| Granulometria peletes desintegrados / Particle size dist. disintegrated pellets (ISO 17830:2016) (1) | | | | |
| Diferença entre massa da amostra e massa total das frações / / Difference mass of test portion and mass of all fractions | — | % (m/m) | P > 3,15 mm | — % (m/m) |
| Humidade da amostra peneirada / Moisture content of the sieved sample | — | % (m/m) | 3,15 mm > P > 2,8 mm | — % (m/m) |
| | | | 2,8 mm > P > 2,0 mm | — % (m/m) |
| | | | 2,0 mm > P > 1,4 mm | — % (m/m) |
| | | | 1,4 mm > P > 1,0 mm | — % (m/m) |
| | | | 1,0 mm > P > 0,5 mm | — % (m/m) |
| | | | 0,5 mm > P > 0,25 mm | — % (m/m) |
| | | | P < 0,25 mm | — % (m/m) |
| Granulometria / Particle size distribution (ISO 17827-1:2016) (1) | | | | |
| Massa total analisada / total mass of test portion | 550,1 | g | Partículas sobredimensionadas / Hand Sorting > 100 mm | 0,0 % (m/m) |
| Nº de partículas sobredimensionadas / number of overlong | 0 | unid. | P > 63 mm | 0,0 % (m/m) |
| Comprimento da partícula maior / length of longest particle overall | 0 | mm | 63 mm > P > 45 mm | 11,2 % (m/m) |
| Diferença entre massa da amostra e massa total das frações / / Difference mass of test portion and mass of all fractions | 0,2 | % (m/m) | 45 mm > P > 31,5 mm | 9,1 % (m/m) |
| Humidade da amostra peneirada / Moisture content of the sieved sample | 11,1 | % (m/m) | 31,5 mm > P > 16 mm | 4,2 % (m/m) |
| | | | 16 mm > P > 8 mm | 9,9 % (m/m) |
| | | | 8 mm > P > 3,15 mm | 20,9 % (m/m) |
| | | | 3,15 mm > P > 1 mm | 14,1 % (m/m) |
| | | | P < 1 mm | 30,6 % (m/m) |
| Granulometria / Particle size distribution (ISO 17827-2:2016) (1) | | | | |
| Massa total analisada / total mass of test portion | — | g | P > 3,15 mm | — % (m/m) |
| Diferença entre massa da amostra e massa total das frações / / Difference mass of test portion and mass of all fractions | — | % (m/m) | 3,15 mm > P > 2,8 mm | — % (m/m) |
| Humidade da amostra peneirada / Moisture content of the sieved sample | — | % (m/m) | 2,8 mm > P > 2,0 mm | — % (m/m) |
| | | | 2,0 mm > P > 1,4 mm | — % (m/m) |
| | | | 1,4 mm > P > 1,0 mm | — % (m/m) |
| | | | 1,0 mm > P > 0,5 mm | — % (m/m) |
| | | | 0,5 mm > P > 0,25 mm | — % (m/m) |
| | | | P < 0,25 mm | — % (m/m) |

Os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra ensaiada conforme rececionada.

Os Ensaio são realizados nas instalações do LEBS.CBE com exceção dos assinalados com a nota (2)

tq - tal qual recebida / ar - as received; bs - base seca / d - dry basis

LQ - Limite de quantificação

(1) Ensaio não incluído no âmbito de acreditação

(2) Ensaio contratado a fornecedor externo acreditado ou não e, não está incluído no âmbito da acreditação

(3) Os resultados podem vir afetados pelas condições inadequadas em que a amostra foi rececionada

(4) Incerteza expandida (U) expressa pela incerteza-padrão da medição multiplicada pelo fator de expansão k=2 que para uma

distribuição normal corresponde a uma probabilidade de cobertura de aproximadamente 95% e não contempla a incerteza de amostragem (LE.CBE_PGQ.7.6.01)

Informação Adicional ⁽⁵⁾

Reprodução parcial proibida



(5) A informação adicional contida neste Boletim de Ensaios não se encontra incluída no âmbito de acreditação.

X 

Elsa Cancela
Responsável Técnica

X 

Neuzza Alves
Responsável do Laboratório

BOLETIM DE ENSAIOS Nº 372 /22


AMOSTRA LE-CBE Nº 372 /22

| | |
|--|------------------------------------|
| Identificação do tipo de amostra: | Biocombustíveis sólidos - Biomassa |
| Informação cedida pelo cliente: | Fibra de coco |
| Análise pedida por: | Unidade de Biomassa - CBE |
| Endereço: | Miranda do Corvo |
| Local de amostragem: | da responsabilidade do cliente |
| Responsável pela recolha da amostra: | cliente |
| Data de recepção da amostra: | 28-05-2022 |
| Datas de início e de conclusão dos ensaios: | 31-05-2022 a 23-06-2022 |
| Data de emissão do boletim de ensaios: | 27-06-2022 |

Reprodução parcial proibida

| PARÂMETRO | RESULTADO | INCERT. (4) | UNID. | MÉTODO | OBSERVAÇÕES |
|--|-----------|-------------|-------------------|-----------------|------------------------|
| Teor de humidade total t_q / Total moisture content ar | 40,7 | ±3,2 | % (m/m) | ISO18134-1:2015 | Gravimetria |
| Teor de humidade numa amostra para análise t_q / Moisture general analysis sample ar | — | — | % (m/m) | ISO18134-3:2015 | Gravimetria |
| Teor de Cinzas bs / Ash content d | 5,0 | ±0,8 | % (m/m) | ISO18122:2015 | Gravimetria |
| Teor de Cinzas t_q / Ash content ar (1) | — | — | % (m/m) | ISO16993:2016 | Cálculo |
| Teor de carbono total bs / Total carbon content d | 49,7 | ±2,4 | % (m/m) | ISO16948:2015 | AE de CHN |
| Teor de hidrogénio total bs / Total hydrogen content d | 5,5 | ±0,4 | % (m/m) | ISO16948:2015 | AE de CHN |
| Teor de azoto total bs / Total nitrogen content d | 0,48 | ±0,05 | % (m/m) | ISO16948:2015 | AE de CHN |
| Teor de oxigénio total bs / Total oxygen content d | 38,5 | ±2,6 | % (m/m) | ISO16993:2016 | Cálculo |
| Teor de enxofre total bs / Total sulphur content d | 0,08 | ±0,02 | % (m/m) | ISO16994:2016 | Cromat. Iónica |
| Teor de cloro total bs / Total chlorine content d | 0,9 | ±0,2 | % (m/m) | ISO16994:2016 | Cromat. Iónica |
| Poder calorífico superior, volume constante bs / Gross calorific value, constant volume | 19,48 | ±0,26 | MJ/kg | ISO18125:2017 | calorimetria |
| Poder calorífico inferior : | | | | | |
| Poder calorífico inferior, pressão constante bs / Net calorific value, constant pressure d | 18,29 | ±0,29 | MJ/kg | ISO18125:2017 | Cálculo |
| Poder calorífico inferior, pressão constante t_q / Net calorific value, constant pressure ar | 9,85 | ±0,69 | MJ/kg | | |
| Densidade aparente t_q / Bulk density ar (1)(3) | 100 | ±2 | kg/m ³ | ISO17828:2015 | Volumetria/gravimetria |
| Durabilidade mecânica de peletes t_q / Mechanical durability of pellets ar | — | — | % (m/m) | ISO17831-1:2015 | Gravimetria |
| Teor de finos de peletes t_q / Fines content of pellets ar | — | — | % (m/m) | ISO18846:2016 | Gravimetria |
| Porção teste t_q / Test portion ar | — | — | kg | | |
| Comprimento e diâmetro de peletes / Length and diameter of pellets : | | | | | |
| Classe dos peletes / Pellets Class | — | — | mm | | |
| % de peletes na classe / Class % share | — | — | % (m/m) | | |
| % de peletes > 40 mm / w% of pellets longer than 40 mm | — | — | % (m/m) | | |
| Quantidade dos peletes > 40 mm / Number of pellets longer than 40 mm | — | — | unid. | ISO17829:2015 | Análise dimensional |
| Comprimento médio dos peletes / Mean value of the pellet length | — | — | mm | | |
| Desvio padrão do comprimento / Standard deviation of the length | — | — | mm | | |
| Diâmetro médio dos peletes / Average diameter | — | — | mm | | |
| Desvio padrão do diâmetro / Standard deviation of the diameter | — | — | mm | | |
| Teor de Arsénio bs / Arsenic content d (1) | — | — | mg/kg | ISO16968:2015 | EAA câmara de grafite |
| Teor de Chumbo bs / Lead content d (1) | — | — | mg/kg | ISO16968:2015 | EAA câmara de grafite |
| Teor de Cádmio bs / Cadmium content d (1) | — | — | mg/kg | ISO16968:2015 | EAA câmara de grafite |
| Teor de Crómio bs / Chromium content d (1) | — | — | mg/kg | ISO16968:2015 | EAA câmara de grafite |
| Teor de Cobre bs / Copper content d (1) | — | — | mg/kg | ISO16968:2015 | EAA câmara de grafite |
| Teor de Níquel bs / Nickel content d (1) | — | — | mg/kg | ISO16968:2015 | EAA câmara de grafite |
| Teor de Zinco bs / Zinc content d (1) | — | — | mg/kg | ISO16968:2015 | EAA de chama |

Reprodução parcial proibida

(continuação)

| PARÂMETRO | RESULTADO | UNID. | MÉTODO | OBSERVAÇÕES |
|---|---|-------------------|---------------------------|------------------------|
| Matéria volátil _{bs} / Volatile matter _d (1) | — | % (m/m) | ISO18123:2015 | Gravimetria |
| Carbono fixo _{bs} / Fixed Carbon _d (1) | — | % (m/m) | LEBS MI 01: 15/10/2015 | Cálculo |
| Densidade da partícula _{iq} / Particle density _{ar} (1) | — | g/cm ³ | ISO18847:2016 | Análise dimensional |
| Comprimento e diâmetro de briquetes / Length and diameter of briquettes (1) | — — | mm mm | LEBS MI02: 18/04/2017 | Análise dimensional |
| Finos de briquetes / Amount of fines for briquettes (1) | — | % (m/m) | LEBS MI03: 18/04/2017 | Gravimetria |
| Avaliação sensorial / Sensory evaluation (1) | — | | LEBS MI04: 18/04/2017 | |
| Conteúdo nominal / Nominal content (1) | — | unid. | LEBS MI05: 18/04/2017 | |
| GRANULOMETRIAS / PARTICLE SIZE DISTRIBUTION | | | | |
| | RESULTADO | UNID. | | RESULTADO UNID. |
| Granulometria peletes desintegrados / Particle size dist. disintegrated pellets (ISO 17830:2016) (1) | | | | |
| Diferença entre massa da amostra e massa total das frações / / Difference mass of test portion and mass of all fractions | — | % (m/m) | P > 3,15 mm | — % (m/m) |
| Humidade da amostra peneirada / Moisture content of the sieved sample | — | % (m/m) | 3,15 mm > P > 2,8 mm | — % (m/m) |
| | | | 2,8 mm > P > 2,0 mm | — % (m/m) |
| | | | 2,0 mm > P > 1,4 mm | — % (m/m) |
| | | | 1,4 mm > P > 1,0 mm | — % (m/m) |
| | | | 1,0 mm > P > 0,5 mm | — % (m/m) |
| | | | 0,5 mm > P > 0,25 mm | — % (m/m) |
| | | | P < 0,25 mm | — % (m/m) |
| Granulometria / Particle size distribution (ISO 17827-1:2016) (1) | Partículas sobredimensionadas / Hand Sorting > 100 mm | | | 97,3 % (m/m) |
| Massa total analisada / total mass of test portion | 623,8 | g | P > 63 mm | 0,0 % (m/m) |
| Nº de partículas sobredimensionadas / number of overlong | 20 | unid. | 63 mm > P > 45 mm | 0,0 % (m/m) |
| Comprimento da partícula maior / length of longest particle overall | 220 | mm | 45 mm > P > 31,5 mm | 0,0 % (m/m) |
| Diferença entre massa da amostra e massa total das frações / / Difference mass of test portion and mass of all fractions | 0,1 | % (m/m) | 31,5 mm > P > 16 mm | 1,4 % (m/m) |
| Humidade da amostra peneirada / Moisture content of the sieved sample | 14,5 | % (m/m) | 16 mm > P > 8 mm | 0,1 % (m/m) |
| | | | 8 mm > P > 3,15 mm | 0,1 % (m/m) |
| | | | 3,15 mm > P > 1 mm | 0,3 % (m/m) |
| | | | P < 1 mm | 0,7 % (m/m) |
| Granulometria / Particle size distribution (ISO 17827-2:2016) (1) | | | | |
| Massa total analisada / total mass of test portion | — | g | P > 3,15 mm | — % (m/m) |
| Diferença entre massa da amostra e massa total das frações / / Difference mass of test portion and mass of all fractions | — | % (m/m) | 3,15 mm > P > 2,8 mm | — % (m/m) |
| Humidade da amostra peneirada / Moisture content of the sieved sample | — | % (m/m) | 2,8 mm > P > 2,0 mm | — % (m/m) |
| | | | 2,0 mm > P > 1,4 mm | — % (m/m) |
| | | | 1,4 mm > P > 1,0 mm | — % (m/m) |
| | | | 1,0 mm > P > 0,5 mm | — % (m/m) |
| | | | 0,5 mm > P > 0,25 mm | — % (m/m) |
| | | | P < 0,25 mm | — % (m/m) |

Os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra ensaiada conforme rececionada.

Os Ensaios são realizados nas instalações do LEBS.CBE com exceção dos assinalados com a nota (2)

tq - tal qual recebida / ar - as received; bs - base seca / d - dry basis

LQ - Limite de quantificação

(1) Ensaio não incluído no âmbito de acreditação

(2) Ensaio contratado a fornecedor externo acreditado ou não e, não está incluído no âmbito da acreditação

(3) Os resultados podem vir afetados pelas condições inadequadas em que a amostra foi rececionada

(4) Incerteza expandida (U) expressa pela incerteza-padrão da medição multiplicada pelo fator de expansão k=2 que para uma

distribuição normal corresponde a uma probabilidade de cobertura de aproximadamente 95% e não contempla a incerteza de amostragem (LE.CBE_PGQ.7.6.01)

Informação Adicional ⁽⁵⁾

Reprodução parcial proibida

FOTOGRAFIA DA AMOSTRA



(5) A informação adicional contida neste Boletim de Ensaios não se encontra incluída no âmbito de acreditação.

X 

Elsa Cancela
Responsável Técnica

X 

Neuzza Alves
Responsável do Laboratório

BOLETIM DE ENSAIOS Nº 373 /22



AMOSTRA LE-CBE Nº 373 /22

| | |
|--|------------------------------------|
| Identificação do tipo de amostra: | Biocombustíveis sólidos - Biomassa |
| Informação cedida pelo cliente: | Sobrantes de serragem de madeira |
| Análise pedida por: | Unidade de Biomassa - CBE |
| Endereço: | Miranda do Corvo |
| Local de amostragem: | da responsabilidade do cliente |
| Responsável pela recolha da amostra: | cliente |
| Data de recepção da amostra: | 28-05-2022 |
| Datas de início e de conclusão dos ensaios: | 31-05-2022 a 21-06-2022 |
| Data de emissão do boletim de ensaios: | 27-06-2022 |

Reprodução parcial proibida

| PARÂMETRO | RESULTADO | INCERT. (4) | UNID. | MÉTODO | OBSERVAÇÕES |
|--|-----------|-------------|-------------------|-----------------|------------------------|
| Teor de humidade total t_q / Total moisture content ar | 18,4 | ±1,5 | % (m/m) | ISO18134-1:2015 | Gravimetria |
| Teor de humidade numa amostra para análise t_q / Moisture general analysis sample ar | — | — | % (m/m) | ISO18134-3:2015 | Gravimetria |
| Teor de Cinzas bs / Ash content d | 1,3 | ±0,2 | % (m/m) | ISO18122:2015 | Gravimetria |
| Teor de Cinzas t_q / Ash content ar (1) | — | — | % (m/m) | ISO16993:2016 | Cálculo |
| Teor de carbono total bs / Total carbon content d | 50,0 | ±2,4 | % (m/m) | ISO16948:2015 | AE de CHN |
| Teor de hidrogénio total bs / Total hydrogen content d | 6,1 | ±0,5 | % (m/m) | ISO16948:2015 | AE de CHN |
| Teor de azoto total bs / Total nitrogen content d | 0,45 | ±0,05 | % (m/m) | ISO16948:2015 | AE de CHN |
| Teor de oxigénio total bs / Total oxygen content d | 42,0 | ±2,5 | % (m/m) | ISO16993:2016 | Cálculo |
| Teor de enxofre total bs / Total sulphur content d | 0,21 | ±0,06 | % (m/m) | ISO16994:2016 | Cromat. Iónica |
| Teor de cloro total bs / Total chlorine content d | 0,005 | ±0,001 | % (m/m) | ISO16994:2016 | Cromat. Iónica |
| Poder calorífico superior, volume constante bs / Gross calorific value, constant volume | 19,88 | ±0,27 | MJ/kg | ISO18125:2017 | calorimetria |
| Poder calorífico inferior : | | | | | |
| Poder calorífico inferior, pressão constante bs / Net calorific value, constant pressure d | 18,56 | ±0,29 | MJ/kg | ISO18125:2017 | Cálculo |
| Poder calorífico inferior, pressão constante t_q / Net calorific value, constant pressure ar | 14,70 | ±0,39 | MJ/kg | | |
| Densidade aparente t_q / Bulk density ar (1) (3) | 30 | ±1 | kg/m ³ | ISO17828:2015 | Volumetria/gravimetria |
| Durabilidade mecânica de peletes t_q / Mechanical durability of pellets ar | — | — | % (m/m) | ISO17831-1:2015 | Gravimetria |
| Teor de finos de peletes t_q / Fines content of pellets ar | — | — | % (m/m) | | |
| Porção teste t_q / Test portion ar | — | — | kg | ISO18846:2016 | Gravimetria |
| Comprimento e diâmetro de peletes / Length and diameter of pellets : | | | | | |
| Classe dos peletes / Pellets Class | — | — | mm | | |
| % de peletes na classe / Class % share | — | — | % (m/m) | | |
| % de peletes > 40 mm / w% of pellets longer than 40 mm | — | — | % (m/m) | | |
| Quantidade dos peletes > 40 mm / Number of pellets longer than 40 mm | — | — | unid. | ISO17829:2015 | Análise dimensional |
| Comprimento médio dos peletes / Mean value of the pellet length | — | — | mm | | |
| Desvio padrão do comprimento / Standard deviation of the length | — | — | mm | | |
| Diâmetro médio dos peletes / Average diameter | — | — | mm | | |
| Desvio padrão do diâmetro / Standard deviation of the diameter | — | — | mm | | |
| Teor de Arsénio bs / Arsenic content d (1) | — | — | mg/kg | ISO16968:2015 | EAA câmara de grafite |
| Teor de Chumbo bs / Lead content d (1) | — | — | mg/kg | ISO16968:2015 | EAA câmara de grafite |
| Teor de Cádmio bs / Cadmium content d (1) | — | — | mg/kg | ISO16968:2015 | EAA câmara de grafite |
| Teor de Crómio bs / Chromium content d (1) | — | — | mg/kg | ISO16968:2015 | EAA câmara de grafite |
| Teor de Cobre bs / Copper content d (1) | — | — | mg/kg | ISO16968:2015 | EAA câmara de grafite |
| Teor de Níquel bs / Nickel content d (1) | — | — | mg/kg | ISO16968:2015 | EAA câmara de grafite |
| Teor de Zinco bs / Zinc content d (1) | — | — | mg/kg | ISO16968:2015 | EAA de chama |

Reprodução parcial proibida

(continuação)

| PARÂMETRO | RESULTADO | UNID. | MÉTODO | OBSERVAÇÕES |
|---|-----------|-------------------|---------------------------|---------------------|
| Matéria volátil _{bs} / Volatile matter _d (1) | — | % (m/m) | ISO18123:2015 | Gravimetria |
| Carbono fixo _{bs} / Fixed Carbon _d (1) | — | % (m/m) | LEBS MI 01: 15/10/2015 | Cálculo |
| Densidade da partícula _{tq} / Particle density _{ar} (1) | — | g/cm ³ | ISO18847:2016 | Análise dimensional |
| Comprimento e diâmetro de briquetes / Length and diameter of briquettes (1) | — — | mm mm | LEBS MI02: 18/04/2017 | Análise dimensional |
| Finos de briquetes / Amount of fines for briquettes (1) | — | % (m/m) | LEBS MI03: 18/04/2017 | Gravimetria |
| Avaliação sensorial / Sensory evaluation (1) | — | | LEBS MI04: 18/04/2017 | |
| Conteúdo nominal / Nominal content (1) | — | unid. | LEBS MI05: 18/04/2017 | |

GRANULOMETRIAS / PARTICLE SIZE DISTRIBUTION

| | RESULTADO | UNID. | | RESULTADO | UNID. |
|---|-----------|---------|----------------------|-----------|---------|
| Granulometria peletes desintegrados / Particle size dist. disintegrated pellets (ISO 17830:2016) (1) | | | | | |
| Diferença entre massa da amostra e massa total das frações / / Difference mass of test portion and mass of all fractions | — | % (m/m) | P > 3,15 mm | — | % (m/m) |
| Humidade da amostra peneirada / Moisture content of the sieved sample | — | % (m/m) | 3,15 mm > P > 2,8 mm | — | % (m/m) |
| | | | 2,8 mm > P > 2,0 mm | — | % (m/m) |
| | | | 2,0 mm > P > 1,4 mm | — | % (m/m) |
| | | | 1,4 mm > P > 1,0 mm | — | % (m/m) |
| | | | 1,0 mm > P > 0,5 mm | — | % (m/m) |
| | | | 0,5 mm > P > 0,25 mm | — | % (m/m) |
| | | | P < 0,25 mm | — | % (m/m) |
| Granulometria / Particle size distribution (ISO 17827-1:2016) (1) | | | | | |
| Partículas sobredimensionadas / Hand Sorting > 100 mm | 0,0 | % (m/m) | | | |
| Massa total analisada / total mass of test portion | 129,9 | g | P > 63 mm | 0,0 | % (m/m) |
| Nº de partículas sobredimensionadas / number of overlong | 0 | unid. | 63 mm > P > 45 mm | 0,0 | % (m/m) |
| Comprimento da partícula maior / length of longest particle overall | 0 | mm | 45 mm > P > 31,5 mm | 0,0 | % (m/m) |
| Diferença entre massa da amostra e massa total das frações / / Difference mass of test portion and mass of all fractions | 0,4 | % (m/m) | 31,5 mm > P > 16 mm | 5,2 | % (m/m) |
| Humidade da amostra peneirada / Moisture content of the sieved sample | 12,6 | % (m/m) | 16 mm > P > 8 mm | 51,3 | % (m/m) |
| | | | 8 mm > P > 3,15 mm | 29,1 | % (m/m) |
| | | | 3,15 mm > P > 1 mm | 9,2 | % (m/m) |
| | | | P < 1 mm | 5,2 | % (m/m) |
| Granulometria / Particle size distribution (ISO 17827-2:2016) (1) | | | | | |
| Massa total analisada / total mass of test portion | — | g | P > 3,15 mm | — | % (m/m) |
| Diferença entre massa da amostra e massa total das frações / / Difference mass of test portion and mass of all fractions | — | % (m/m) | 3,15 mm > P > 2,8 mm | — | % (m/m) |
| Humidade da amostra peneirada / Moisture content of the sieved sample | — | % (m/m) | 2,8 mm > P > 2,0 mm | — | % (m/m) |
| | | | 2,0 mm > P > 1,4 mm | — | % (m/m) |
| | | | 1,4 mm > P > 1,0 mm | — | % (m/m) |
| | | | 1,0 mm > P > 0,5 mm | — | % (m/m) |
| | | | 0,5 mm > P > 0,25 mm | — | % (m/m) |
| | | | P < 0,25 mm | — | % (m/m) |

Os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra ensaiada conforme rececionada.

Os Ensaios são realizados nas instalações do LEBS.CBE com exceção dos assinalados com a nota (2)

tq - tal qual recebida / ar - as received; bs - base seca / d - dry basis

LQ - Limite de quantificação

(1) Ensaio não incluído no âmbito de acreditação

(2) Ensaio contratado a fornecedor externo acreditado ou não e, não está incluído no âmbito da acreditação

(3) Os resultados podem vir afetados pelas condições inadequadas em que a amostra foi rececionada

(4) Incerteza expandida (U) expressa pela incerteza-padrão da medição multiplicada pelo fator de expansão k=2 que para uma

distribuição normal corresponde a uma probabilidade de cobertura de aproximadamente 95% e não contempla a incerteza de amostragem (LE.CBE_PGQ.7.6.01)


Informação Adicional ⁽⁵⁾

Reprodução parcial proibida

FOTOGRAFIA DA AMOSTRA



(5) A informação adicional contida neste Boletim de Ensaios não se encontra incluída no âmbito de acreditação.

X 

Elsa Cancela
Responsável Técnica

X 

Neuza Alves
Responsável do Laboratório

BOLETIM DE ENSAIOS N° 93 /23

AMOSTRA LE-CBE N° 93 /23

| | |
|--|---|
| Identificação do tipo de amostra: | Biocombustíveis sólidos - Peletes |
| Informação cedida pelo cliente: | Amostra de peletes de casca de côco |
| Análise pedida por: | UB.CBE |
| Endereço: | Zona Industrial, lote 22; 3220-119 Miranda do Corvo |
| Local de amostragem: | da responsabilidade do cliente |
| Responsável pela recolha da amostra: | Cliente |
| Data de receção da amostra: | 27-03-2023 |
| Datas de início e de conclusão dos ensaios: | 27-03-2023 a 23-05-2023 |
| Data de emissão do boletim de ensaios: | 23-05-2023 |

Reprodução parcial proibida

| PARÂMETRO | RESULTADO | INCERT. (3) | UNID. | MÉTODO | OBSERVAÇÕES |
|---|-----------|-------------|-------------------|-----------------|------------------------|
| Teor de humidade total t_q / Total moisture content a_r (2) | 10,0 | ±0,4 | % (m/m) | ISO18134-1:2015 | Gravimetria |
| Teor de humidade numa amostra para análise t_q / Moisture general analysis sample a_r | — | — | % (m/m) | ISO18134-3:2015 | Gravimetria |
| Teor de Cinzas b_s / Ash content d (2) | — | — | % (m/m) | ISO18122:2015 | Gravimetria |
| Teor de Cinzas b_{tq} / Ash content a_r (2) | — | — | % (m/m) | ISO16993:2016 | Cálculo |
| Teor de inertes b_s / Inert Content d (1) | — | — | % (m/m) | LEBS MI 23: 5/6 | Gravimetria |
| Teor de carbono total b_s / Total carbon content d | — | — | % (m/m) | ISO16948:2015 | AE de CHN |
| Teor de hidrogénio total b_s / Total hydrogen content d | — | — | % (m/m) | ISO16948:2015 | AE de CHN |
| Teor de azoto total b_s / Total nitrogen content d | — | — | % (m/m) | ISO16948:2015 | AE de CHN |
| Teor de oxigénio total b_s / Total oxygen content d | — | — | % (m/m) | ISO16993:2016 | Cálculo |
| Teor de enxofre total b_s / Total sulphur content d | — | — | % (m/m) | ISO16994:2016 | Cromat. Iónica |
| Teor de cloro total b_s / Total chlorine content d | — | — | % (m/m) | ISO16994:2016 | Cromat. Iónica |
| Poder calorífico superior, volume constante b_s / Gross calorific value, constant volume d | — | — | MJ/kg | ISO18125:2017 | calorimetria |
| Poder calorífico inferior: | | | | | |
| Poder calorífico inferior, pressão constante b_s / Net calorific value, constant pressure d | — | — | MJ/kg | ISO18125:2017 | Cálculo |
| Poder calorífico inferior, pressão constante t_q / Net calorific value, constant pressure a_r | — | — | MJ/kg | | |
| Densidade aparente t_q / Bulk density a_r | 510 | ±11 | kg/m ³ | ISO17828:2015 | Volumetria/gravimetria |
| Durabilidade mecânica de peletes t_q / Mechanical durability of pellets a_r | 17,5 | ±0,1 | % (m/m) | ISO17831-1:2011 | Gravimetria |
| Teor de finos de peletes t_q / Fines content of pellets a_r | 1,4 | ±0,2 | % (m/m) | ISO18846:2016 | Gravimetria |
| Porção teste t_q / Test portion a_r | 0,4444 | — | kg | | |
| Comprimento e diâmetro de peletes / Length and diameter of pellets: | | | | | |
| Classe dos peletes / Pellets Class | 6,0 | — | mm | | |
| % de peletes na classe / Class % share | 100,0 | — | % (m/m) | | |
| % de peletes > 40 mm / w% of pellets longer than 40 mm | 0,0 | — | % (m/m) | | |
| Quantidade dos peletes > 40 mm / Number of pellets longer than 40 mm | 0 | — | unid. | ISO17829:2015 | Análise dimensional |
| Comprimento médio dos peletes / Mean value of the pellet length | 15,6 | ±4,2 | mm | | |
| Desvio padrão do comprimento / Standard deviation of the length | 3,1 | — | mm | | |
| Diâmetro médio dos peletes / Average diameter | 5,9 | ±0,1 | mm | | |
| Desvio padrão do diâmetro / Standard deviation of the diameter | 0,1 | — | mm | | |
| Teor de Arsénio b_s / Arsenic content d | — | — | mg/kg | ISO16968:2015 | EAA câmara de grafite |
| Teor de Chumbo b_s / Lead content d (1) | — | — | mg/kg | ISO16968:2015 | EAA câmara de grafite |
| Teor de Cádmio b_s / Cadmium content d | — | — | mg/kg | ISO16968:2015 | EAA câmara de grafite |
| Teor de Crómio b_s / Chromium content d | — | — | mg/kg | ISO16968:2015 | EAA câmara de grafite |
| Teor de Cobre b_s / Copper content d | — | — | mg/kg | ISO16968:2015 | EAA câmara de grafite |
| Teor de Níquel b_s / Nickel content d | — | — | mg/kg | ISO16968:2015 | EAA câmara de grafite |
| Teor de Zinco b_s / Zinc content d | — | — | mg/kg | ISO16968:2015 | EAA de chama |

Reprodução parcial proibida

(continuação)

| PARÂMETRO | RESULTADO | UNID. | MÉTODO | OBSERVAÇÕES |
|---|---|-------------------------------|---------------------------|--|
| Matéria volátil _{bs} / Volatile matter _d | | % (m/m) | ISO18123:2015 | Gravimetria |
| Carbono fixo _{bs} / Fixed Carbon _d | | % (m/m) | LEBS MI 01: 15/10/2015 | Cálculo |
| Densidade da partícula _{tq} / Particle density _{ar} | | g/cm ³ | ISO18847:2016 | Análise dimensional |
| Comprimento e diâmetro de briquetes / Length and diameter of briquettes | | mm mm | LEBS MI02: 18/04/2017 | Análise dimensional |
| Finos de briquetes / Amount of fines for briquettes | | % (m/m) | LEBS MI03: 18/04/2017 | Gravimetria |
| Conteúdo nominal / Nominal content | Mistura Papel/ plástico - Madeira - Tecido - | % (m/m) % (m/m) % (m/m) | LEBS MI058: 16/01/2023 | Avaliação realizada na amostra humida. Não foi possível separar o papel do plástico |
| Avaliação sensorial / Sensory evaluation | Cor- | | LEBS MI04: 18/04/2017 | |
| | Odor- | | | |
| | Aspecto- | | | |

GRANULOMETRIAS / PARTICLE SIZE DISTRIBUTION

| | RESULTADO | UNID. | | RESULTADO | UNID. |
|---|-----------|---------|---|-----------|---------|
| Granulometria peletes desintegrados / Particle size dist. disintegrated pellets (ISO 17830:2016) | | | | | |
| Diferença entre massa da amostra e massa total das frações / / Difference mass of test portion and mass of all fractions | | % (m/m) | P > 3,15 mm | | % (m/m) |
| Humidade da amostra peneirada / Moisture content of the sieved sample | | % (m/m) | 3,15 mm > P > 2,8 mm | | % (m/m) |
| | | | 2,8 mm > P > 2,0 mm | | % (m/m) |
| | | | 2,0 mm > P > 1,4 mm | | % (m/m) |
| | | | 1,4 mm > P > 1,0 mm | | % (m/m) |
| | | | 1,0 mm > P > 0,5 mm | | % (m/m) |
| | | | 0,5 mm > P > 0,25 mm | | % (m/m) |
| | | | P < 0,25 mm | | % (m/m) |
| Granulometria / Particle size distribution (ISO 17827-1:2016) | | | | | |
| | | | Partículas sobredimensionadas / Hand Sorting > 100 mm | | |
| Massa total analisada / total mass of test portion | | g | P > 63 mm | 20,1 | % (m/m) |
| Nº de partículas sobredimensionadas / number of overlong | | unid. | 63 mm > P > 45 mm | 0,9 | % (m/m) |
| Comprimento da partícula maior / length of longest particle overall | | mm | 45 mm > P > 31,5 mm | 1,3 | % (m/m) |
| Diferença entre massa da amostra e massa total das frações / / Difference mass of test portion and mass of all fractions | | % (m/m) | 31,5 mm > P > 16 mm | 1,7 | % (m/m) |
| Humidade da amostra peneirada / Moisture content of the sieved sample | | % (m/m) | 16 mm > P > 8 mm | 1,1 | % (m/m) |
| | | | 8 mm > P > 3,15 mm | 0,8 | % (m/m) |
| | | | 3,15 mm > P > 1 mm | 0,2 | % (m/m) |
| | | | P < 1 mm | 0,0 | % (m/m) |
| Granulometria / Particle size distribution (ISO 17827-2:2016) | | | | | |
| Massa total analisada / total mass of test portion | | g | P > 3,15 mm | | % (m/m) |
| Diferença entre massa da amostra e massa total das frações / / Difference mass of test portion and mass of all fractions | | % (m/m) | 3,15 mm > P > 2,8 mm | | % (m/m) |
| Humidade da amostra peneirada / Moisture content of the sieved sample | | % (m/m) | 2,8 mm > P > 2,0 mm | | % (m/m) |
| | | | 2,0 mm > P > 1,4 mm | | % (m/m) |
| | | | 1,4 mm > P > 1,0 mm | | % (m/m) |
| | | | 1,0 mm > P > 0,5 mm | | % (m/m) |
| | | | 0,5 mm > P > 0,25 mm | | % (m/m) |
| | | | P < 0,25 mm | | % (m/m) |

Os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra ensaiada conforme rececionada.

Os Ensaios são realizados nas instalações do LE.CBE com exceção dos assinalados com a nota (1)

Os ensaios emitidos neste boletim não estão incluídos no âmbito de acreditação

tq - tal qual recebida / ar - as received; bs - base seca / d - dry basis; % - percentagem mássica / w-%

LQ - Limite de quantificação / n.s. - Ensaio não solicitado

(1) Ensaio contratado a fornecedor externo acreditado ou não e, não está incluído no âmbito da acreditação

(2) Os resultados podem vir afetados pelas condições inadequadas em que a amostra foi rececionada

(3) Incerteza expandida (U) expressa pela incerteza-padrão da medição multiplicada pelo fator de expansão k=2 que para uma

distribuição normal corresponde a uma probabilidade de cobertura de aproximadamente 95% e não contempla a incerteza de amostragem (LE.CBE_PGQ.7.6.01)

Informação Adicional

Reprodução parcial proibida

FOTOGRAFIA DA AMOSTRA



(4) A informação adicional contida neste Boletim de Ensaios não se encontra incluída no âmbito de acreditação.

X 
Elsa Cancela
Responsável Técnica

X 
Neuza Alves
Responsável do Laboratório

BOLETIM DE ENSAIOS N° 94 /23

AMOSTRA LE-CBE N° 94 /23

| | |
|--|---|
| Identificação do tipo de amostra: | Biocombustíveis sólidos - Peletes |
| Informação cedida pelo cliente: | Amostra de peletes de pinha de palma triturada |
| Análise pedida por: | UB.CBE |
| Endereço: | Zona Industrial, lote 22; 3220-119 Miranda do Corvo |
| Local de amostragem: | da responsabilidade do cliente |
| Responsável pela recolha da amostra: | Cliente |
| Data de receção da amostra: | 27-03-2023 |
| Datas de início e de conclusão dos ensaios: | 27-03-2023 a 23-05-2023 |
| Data de emissão do boletim de ensaios: | 23-05-2023 |

Reprodução parcial proibida

| PARÂMETRO | RESULTADO | INCERT. (3) | UNID. | MÉTODO | OBSERVAÇÕES |
|---|-----------|-------------|-------------------|-----------------|------------------------|
| Teor de humidade total t_q / Total moisture content a_r (2) | 10,7 | ±0,9 | % (m/m) | ISO18134-1:2015 | Gravimetria |
| Teor de humidade numa amostra para análise t_q / Moisture general analysis sample a_r | — | — | % (m/m) | ISO18134-3:2015 | Gravimetria |
| Teor de Cinzas b_s / Ash content d (2) | — | — | % (m/m) | ISO18122:2015 | Gravimetria |
| Teor de Cinzas b_{tq} / Ash content a_r (2) | — | — | % (m/m) | ISO16993:2016 | Cálculo |
| Teor de inertes b_s / Inert Content d (1) | — | — | % (m/m) | LEBS MI 23: 5/6 | Gravimetria |
| Teor de carbono total b_s / Total carbon content d | — | — | % (m/m) | ISO16948:2015 | AE de CHN |
| Teor de hidrogénio total b_s / Total hydrogen content d | — | — | % (m/m) | ISO16948:2015 | AE de CHN |
| Teor de azoto total b_s / Total nitrogen content d | — | — | % (m/m) | ISO16948:2015 | AE de CHN |
| Teor de oxigénio total b_s / Total oxygen content d | — | — | % (m/m) | ISO16993:2016 | Cálculo |
| Teor de enxofre total b_s / Total sulphur content d | — | — | % (m/m) | ISO16994:2016 | Cromat. Iónica |
| Teor de cloro total b_s / Total chlorine content d | — | — | % (m/m) | ISO16994:2016 | Cromat. Iónica |
| Poder calorífico superior, volume constante b_s / Gross calorific value, constant volume d | — | — | MJ/kg | ISO18125:2017 | calorimetria |
| Poder calorífico inferior: | | | | | |
| Poder calorífico inferior, pressão constante b_s / Net calorific value, constant pressure d | — | — | MJ/kg | ISO18125:2017 | Cálculo |
| Poder calorífico inferior, pressão constante t_q / Net calorific value, constant pressure a_r | — | — | MJ/kg | | |
| Densidade aparente t_q / Bulk density a_r | 290 | ±6 | kg/m ³ | ISO17828:2015 | Volumetria/gravimetria |
| Durabilidade mecânica de peletes t_q / Mechanical durability of pellets a_r | 94,6 | ±0,1 | % (m/m) | ISO17831-1:201 | Gravimetria |
| Teor de finos de peletes t_q / Fines content of pellets a_r | 0,36 | ±0,05 | % (m/m) | ISO18846:2016 | Gravimetria |
| Porção teste t_q / Test portion a_r | 0,4156 | — | kg | | |
| Comprimento e diâmetro de peletes / Length and diameter of pellets: | | | | | |
| Classe dos peletes / Pellets Class | 6,0 | — | mm | | |
| % de peletes na classe / Class % share | 100,0 | — | % (m/m) | | |
| % de peletes > 40 mm / w% of pellets longer than 40 mm | 0,0 | — | % (m/m) | | |
| Quantidade dos peletes > 40 mm / Number of pellets longer than 40 mm | 0 | — | unid. | ISO17829:2015 | Análise dimensional |
| Comprimento médio dos peletes / Mean value of the pellet length | 15,2 | ±4,1 | mm | | |
| Desvio padrão do comprimento / Standard deviation of the length | 1,6 | — | mm | | |
| Diâmetro médio dos peletes / Average diameter | 5,7 | ±0,1 | mm | | |
| Desvio padrão do diâmetro / Standard deviation of the diameter | 0,1 | — | mm | | |
| Teor de Arsénio b_s / Arsenic content d | — | — | mg/kg | ISO16968:2015 | EAA câmara de grafite |
| Teor de Chumbo b_s / Lead content d (1) | — | — | mg/kg | ISO16968:2015 | EAA câmara de grafite |
| Teor de Cádmio b_s / Cadmium content d | — | — | mg/kg | ISO16968:2015 | EAA câmara de grafite |
| Teor de Crómio b_s / Chromium content d | — | — | mg/kg | ISO16968:2015 | EAA câmara de grafite |
| Teor de Cobre b_s / Copper content d | — | — | mg/kg | ISO16968:2015 | EAA câmara de grafite |
| Teor de Níquel b_s / Nickel content d | — | — | mg/kg | ISO16968:2015 | EAA câmara de grafite |
| Teor de Zinco b_s / Zinc content d | — | — | mg/kg | ISO16968:2015 | EAA de chama |

Reprodução parcial proibida

(continuação)

| PARÂMETRO | RESULTADO | UNID. | MÉTODO | OBSERVAÇÕES |
|---|---|-------------------------------|---------------------------|--|
| Matéria volátil _{bs} / Volatile matter _d | | % (m/m) | ISO18123:2015 | Gravimetria |
| Carbono fixo _{bs} / Fixed Carbon _d | | % (m/m) | LEBS MI 01: 15/10/2015 | Cálculo |
| Densidade da partícula _{tq} / Particle density _{ar} | | g/cm ³ | ISO18847:2016 | Análise dimensional |
| Comprimento e diâmetro de briquetes / Length and diameter of briquettes | | mm mm | LEBS MI02: 18/04/2017 | Análise dimensional |
| Finos de briquetes / Amount of fines for briquettes | | % (m/m) | LEBS MI03: 18/04/2017 | Gravimetria |
| Conteúdo nominal / Nominal content | Mistura Papel/ plástico - Madeira - Tecido - | % (m/m) % (m/m) % (m/m) | LEBS MI058: 16/01/2023 | Avaliação realizada na amostra humida. Não foi possível separar o papel do plástico |
| Avaliação sensorial / Sensory evaluation | Cor- Odor- Aspecto- | | LEBS MI04: 18/04/2017 | |

GRANULOMETRIAS / PARTICLE SIZE DISTRIBUTION

| | RESULTADO | UNID. | | RESULTADO | UNID. |
|---|-----------|---------|---|-----------|---------|
| Granulometria peletes desintegrados / Particle size dist. disintegrated pellets (ISO 17830:2016) | | | | | |
| Diferença entre massa da amostra e massa total das frações / / Difference mass of test portion and mass of all fractions | | % (m/m) | P > 3,15 mm | | % (m/m) |
| Humidade da amostra peneirada / Moisture content of the sieved sample | | % (m/m) | 3,15 mm > P > 2,8 mm | | % (m/m) |
| | | | 2,8 mm > P > 2,0 mm | | % (m/m) |
| | | | 2,0 mm > P > 1,4 mm | | % (m/m) |
| | | | 1,4 mm > P > 1,0 mm | | % (m/m) |
| | | | 1,0 mm > P > 0,5 mm | | % (m/m) |
| | | | 0,5 mm > P > 0,25 mm | | % (m/m) |
| | | | P < 0,25 mm | | % (m/m) |
| Granulometria / Particle size distribution (ISO 17827-1:2016) | | | | | |
| Massa total analisada / total mass of test portion | | g | Partículas sobredimensionadas / Hand Sorting > 100 mm | | % (m/m) |
| Nº de partículas sobredimensionadas / number of overlong | | unid. | P > 63 mm | 20,1 | % (m/m) |
| Comprimento da partícula maior / length of longest particle overall | | mm | 63 mm > P > 45 mm | 0,9 | % (m/m) |
| Diferença entre massa da amostra e massa total das frações / / Difference mass of test portion and mass of all fractions | | % (m/m) | 45 mm > P > 31,5 mm | 1,3 | % (m/m) |
| Humidade da amostra peneirada / Moisture content of the sieved sample | | % (m/m) | 31,5 mm > P > 16 mm | 1,7 | % (m/m) |
| | | | 16 mm > P > 8 mm | 1,1 | % (m/m) |
| | | | 8 mm > P > 3,15 mm | 0,8 | % (m/m) |
| | | | 3,15 mm > P > 1 mm | 0,2 | % (m/m) |
| | | | P < 1 mm | 0,0 | % (m/m) |
| Granulometria / Particle size distribution (ISO 17827-2:2016) | | | | | |
| Massa total analisada / total mass of test portion | | g | P > 3,15 mm | | % (m/m) |
| Diferença entre massa da amostra e massa total das frações / / Difference mass of test portion and mass of all fractions | | % (m/m) | 3,15 mm > P > 2,8 mm | | % (m/m) |
| Humidade da amostra peneirada / Moisture content of the sieved sample | | % (m/m) | 2,8 mm > P > 2,0 mm | | % (m/m) |
| | | | 2,0 mm > P > 1,4 mm | | % (m/m) |
| | | | 1,4 mm > P > 1,0 mm | | % (m/m) |
| | | | 1,0 mm > P > 0,5 mm | | % (m/m) |
| | | | 0,5 mm > P > 0,25 mm | | % (m/m) |
| | | | P < 0,25 mm | | % (m/m) |

Os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra ensaiada conforme rececionada.

Os Ensaios são realizados nas instalações do LE.CBE com exceção dos assinalados com a nota (1)

Os ensaios emitidos neste boletim não estão incluídos no âmbito de acreditação

tq - tal qual recebida / ar - as received; bs - base seca / d - dry basis; % - percentagem mássica / w-%

LQ - Limite de quantificação / n.s. - Ensaio não solicitado

(1) Ensaio contratado a fornecedor externo acreditado ou não e, não está incluído no âmbito da acreditação

(2) Os resultados podem vir afetados pelas condições inadequadas em que a amostra foi rececionada

(3) Incerteza expandida (U) expressa pela incerteza-padrão da medição multiplicada pelo fator de expansão k=2 que para uma

distribuição normal corresponde a uma probabilidade de cobertura de aproximadamente 95% e não contempla a incerteza de amostragem (LE.CBE_PGQ.7.6.01)

Informação Adicional

Reprodução parcial proibida

FOTOGRAFIA DA AMOSTRA



(4) A informação adicional contida neste Boletim de Ensaios não se encontra incluída no âmbito de acreditação.

X 
Elsa Cancela
Responsável Técnica

X 
Neuza Alves
Responsável do Laboratório

BOLETIM DE ENSAIOS N° 95 /23

AMOSTRA LE-CBE N° 95 /23

| | |
|--|---|
| Identificação do tipo de amostra: | Biocombustíveis sólidos - Peletes |
| Informação cedida pelo cliente: | Amostra de peletes de fibra de côco |
| Análise pedida por: | UB.CBE |
| Endereço: | Zona Industrial, lote 22; 3220-119 Miranda do Corvo |
| Local de amostragem: | da responsabilidade do cliente |
| Responsável pela recolha da amostra: | Cliente |
| Data de recepção da amostra: | 27-03-2023 |
| Datas de início e de conclusão dos ensaios: | 27-03-2023 a 23-05-2023 |
| Data de emissão do boletim de ensaios: | 23-05-2023 |

Reprodução parcial proibida

| PARÂMETRO | RESULTADO | INCERT. (3) | UNID. | MÉTODO | OBSERVAÇÕES |
|---|-----------|-------------|-------------------|-----------------|------------------------|
| Teor de humidade total t_q / Total moisture content a_r (2) | 13,6 | ±1,1 | % (m/m) | ISO18134-1:2015 | Gravimetria |
| Teor de humidade numa amostra para análise t_q / Moisture general analysis sample a_r | — | — | % (m/m) | ISO18134-3:2015 | Gravimetria |
| Teor de Cinzas b_s / Ash content d (2) | — | — | % (m/m) | ISO18122:2015 | Gravimetria |
| Teor de Cinzas b_{tq} / Ash content a_r (2) | — | — | % (m/m) | ISO16993:2016 | Cálculo |
| Teor de inertes b_s / Inert Content d (1) | — | — | % (m/m) | LEBS MI 23: 5/6 | Gravimetria |
| Teor de carbono total b_s / Total carbon content d | — | — | % (m/m) | ISO16948:2015 | AE de CHN |
| Teor de hidrogénio total b_s / Total hydrogen content d | — | — | % (m/m) | ISO16948:2015 | AE de CHN |
| Teor de azoto total b_s / Total nitrogen content d | — | — | % (m/m) | ISO16948:2015 | AE de CHN |
| Teor de oxigénio total b_s / Total oxygen content d | — | — | % (m/m) | ISO16993:2016 | Cálculo |
| Teor de enxofre total b_s / Total sulphur content d | — | — | % (m/m) | ISO16994:2016 | Cromat. Iónica |
| Teor de cloro total b_s / Total chlorine content d | — | — | % (m/m) | ISO16994:2016 | Cromat. Iónica |
| Poder calorífico superior, volume constante b_s / Gross calorific value, constant volume d | — | — | MJ/kg | ISO18125:2017 | calorimetria |
| Poder calorífico inferior: | | | | | |
| Poder calorífico inferior, pressão constante b_s / Net calorific value, constant pressure d | — | — | MJ/kg | ISO18125:2017 | Cálculo |
| Poder calorífico inferior, pressão constante t_q / Net calorific value, constant pressure a_r | — | — | MJ/kg | | |
| Densidade aparente t_q / Bulk density a_r | 280 | ±6 | kg/m ³ | ISO17828:2015 | Volumetria/gravimetria |
| Durabilidade mecânica de peletes t_q / Mechanical durability of pellets a_r | 96,1 | ±0,1 | % (m/m) | ISO17831-1:201 | Gravimetria |
| Teor de finos de peletes t_q / Fines content of pellets a_r | 0,18 | ±0,03 | % (m/m) | ISO18846:2016 | Gravimetria |
| Porção teste t_q / Test portion a_r | 0,3494 | — | kg | | |
| Comprimento e diâmetro de peletes / Length and diameter of pellets: | | | | | |
| Classe dos peletes / Pellets Class | 100,0 | — | mm | | |
| % de peletes na classe / Class % share | 6,0 | — | % (m/m) | | |
| % de peletes > 40 mm / w% of pellets longer than 40 mm | 0,0 | — | % (m/m) | | |
| Quantidade dos peletes > 40 mm / Number of pellets longer than 40 mm | 0 | — | unid. | ISO17829:2015 | Análise dimensional |
| Comprimento médio dos peletes / Mean value of the pellet length | 16,3 | ±4,4 | mm | | |
| Desvio padrão do comprimento / Standard deviation of the length | 1,6 | — | mm | | |
| Diâmetro médio dos peletes / Average diameter | 5,6 | ±0,1 | mm | | |
| Desvio padrão do diâmetro / Standard deviation of the diameter | 0,1 | — | mm | | |
| Teor de Arsénio b_s / Arsenic content d | — | — | mg/kg | ISO16968:2015 | EAA câmara de grafite |
| Teor de Chumbo b_s / Lead content d (1) | — | — | mg/kg | ISO16968:2015 | EAA câmara de grafite |
| Teor de Cádmio b_s / Cadmium content d | — | — | mg/kg | ISO16968:2015 | EAA câmara de grafite |
| Teor de Crómio b_s / Chromium content d | — | — | mg/kg | ISO16968:2015 | EAA câmara de grafite |
| Teor de Cobre b_s / Copper content d | — | — | mg/kg | ISO16968:2015 | EAA câmara de grafite |
| Teor de Níquel b_s / Nickel content d | — | — | mg/kg | ISO16968:2015 | EAA câmara de grafite |
| Teor de Zinco b_s / Zinc content d | — | — | mg/kg | ISO16968:2015 | EAA de chama |

Reprodução parcial proibida

(continuação)

| PARÂMETRO | RESULTADO | UNID. | MÉTODO | OBSERVAÇÕES |
|---|---|-------------------------------|---------------------------|--|
| Matéria volátil _{bs} / Volatile matter _d | | % (m/m) | ISO18123:2015 | Gravimetria |
| Carbono fixo _{bs} / Fixed Carbon _d | | % (m/m) | LEBS MI 01: 15/10/2015 | Cálculo |
| Densidade da partícula _{tq} / Particle density _{ar} | | g/cm ³ | ISO18847:2016 | Análise dimensional |
| Comprimento e diâmetro de briquetes / Length and diameter of briquettes | | mm mm | LEBS MI02: 18/04/2017 | Análise dimensional |
| Finos de briquetes / Amount of fines for briquettes | | % (m/m) | LEBS MI03: 18/04/2017 | Gravimetria |
| Conteúdo nominal / Nominal content | Mistura Papel/ plástico - Madeira - Tecido - | % (m/m) % (m/m) % (m/m) | LEBS MI058: 16/01/2023 | Avaliação realizada na amostra humida. Não foi possível separar o papel do plástico |
| Avaliação sensorial / Sensory evaluation | Cor- Odor- Aspecto- | | LEBS MI04: 18/04/2017 | |

GRANULOMETRIAS / PARTICLE SIZE DISTRIBUTION

| | RESULTADO | UNID. | | RESULTADO | UNID. |
|---|-----------|---------|---|-----------|---------|
| Granulometria peletes desintegrados / Particle size dist. disintegrated pellets (ISO 17830:2016) | | | | | |
| Diferença entre massa da amostra e massa total das frações / / Difference mass of test portion and mass of all fractions | | % (m/m) | P > 3,15 mm | | % (m/m) |
| Humidade da amostra peneirada / Moisture content of the sieved sample | | % (m/m) | 3,15 mm > P > 2,8 mm | | % (m/m) |
| | | | 2,8 mm > P > 2,0 mm | | % (m/m) |
| | | | 2,0 mm > P > 1,4 mm | | % (m/m) |
| | | | 1,4 mm > P > 1,0 mm | | % (m/m) |
| | | | 1,0 mm > P > 0,5 mm | | % (m/m) |
| | | | 0,5 mm > P > 0,25 mm | | % (m/m) |
| | | | P < 0,25 mm | | % (m/m) |
| Granulometria / Particle size distribution (ISO 17827-1:2016) | | | | | |
| Massa total analisada / total mass of test portion | | g | Partículas sobredimensionadas / Hand Sorting > 100 mm | | % (m/m) |
| Nº de partículas sobredimensionadas / number of overlong | | unid. | P > 63 mm | 20,1 | % (m/m) |
| Comprimento da partícula maior / length of longest particle overall | | mm | 63 mm > P > 45 mm | 0,9 | % (m/m) |
| Diferença entre massa da amostra e massa total das frações / / Difference mass of test portion and mass of all fractions | | % (m/m) | 45 mm > P > 31,5 mm | 1,3 | % (m/m) |
| Humidade da amostra peneirada / Moisture content of the sieved sample | | % (m/m) | 31,5 mm > P > 16 mm | 1,7 | % (m/m) |
| | | | 16 mm > P > 8 mm | 1,1 | % (m/m) |
| | | | 8 mm > P > 3,15 mm | 0,8 | % (m/m) |
| | | | 3,15 mm > P > 1 mm | 0,2 | % (m/m) |
| | | | P < 1 mm | 0,0 | % (m/m) |
| Granulometria / Particle size distribution (ISO 17827-2:2016) | | | | | |
| Massa total analisada / total mass of test portion | | g | P > 3,15 mm | | % (m/m) |
| Diferença entre massa da amostra e massa total das frações / / Difference mass of test portion and mass of all fractions | | % (m/m) | 3,15 mm > P > 2,8 mm | | % (m/m) |
| Humidade da amostra peneirada / Moisture content of the sieved sample | | % (m/m) | 2,8 mm > P > 2,0 mm | | % (m/m) |
| | | | 2,0 mm > P > 1,4 mm | | % (m/m) |
| | | | 1,4 mm > P > 1,0 mm | | % (m/m) |
| | | | 1,0 mm > P > 0,5 mm | | % (m/m) |
| | | | 0,5 mm > P > 0,25 mm | | % (m/m) |
| | | | P < 0,25 mm | | % (m/m) |

Os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra ensaiada conforme rececionada.

Os Ensaio são realizados nas instalações do LE.CBE com exceção dos assinalados com a nota (1)

Os ensaios emitidos neste boletim não estão incluídos no âmbito de acreditação

tq - tal qual recebida / ar - as received; bs - base seca / d - dry basis; % - percentagem mássica / w-%

LQ - Limite de quantificação / n.s. - Ensaio não solicitado

(1) Ensaio contratado a fornecedor externo acreditado ou não e, não está incluído no âmbito da acreditação

(2) Os resultados podem vir afetados pelas condições inadequadas em que a amostra foi rececionada

(3) Incerteza expandida (U) expressa pela incerteza-padrão da medição multiplicada pelo fator de expansão k=2 que para uma

distribuição normal corresponde a uma probabilidade de cobertura de aproximadamente 95% e não contempla a incerteza de amostragem (LE.CBE_PGQ.7.6.01)

Informação Adicional

Reprodução parcial proibida

FOTOGRAFIA DA AMOSTRA



(4) A informação adicional contida neste Boletim de Ensaios não se encontra incluída no âmbito de acreditação.

X 
Elsa Cancela
Responsável Técnica

X 
Neuza Alves
Responsável do Laboratório

BOLETIM DE ENSAIOS Nº 96 /23

AMOSTRA LE-CBE Nº 96 /23

| | |
|--|---|
| Identificação do tipo de amostra: | Biocombustíveis sólidos - Peletes |
| Informação cedida pelo cliente: | Amostra de peletes de sobranes de serragem de madeira |
| Análise pedida por: | UB.CBE |
| Endereço: | Zona Industrial, lote 22; 3220-119 Miranda do Corvo |
| Local de amostragem: | da responsabilidade do cliente |
| Responsável pela recolha da amostra: | Cliente |
| Data de recepção da amostra: | 27-03-2023 |
| Datas de início e de conclusão dos ensaios: | 27-03-2023 a 23-05-2023 |
| Data de emissão do boletim de ensaios: | 23-05-2023 |

Reprodução parcial proibida

| PARÂMETRO | RESULTADO | INCERT. (3) | UNID. | MÉTODO | OBSERVAÇÕES |
|---|-----------|-------------|-------------------|-----------------|------------------------|
| Teor de humidade total t_q / Total moisture content a_r (2) | 12,0 | ±1,0 | % (m/m) | ISO18134-1:2015 | Gravimetria |
| Teor de humidade numa amostra para análise t_q / Moisture general analysis sample a_r | — | — | % (m/m) | ISO18134-3:2015 | Gravimetria |
| Teor de Cinzas b_s / Ash content d (2) | — | — | % (m/m) | ISO18122:2015 | Gravimetria |
| Teor de Cinzas b_{tq} / Ash content a_r (2) | — | — | % (m/m) | ISO16993:2016 | Cálculo |
| Teor de Inertes b_s / Inert Content d (1) | — | — | % (m/m) | LEBS MI 23: 5/6 | Gravimetria |
| Teor de carbono total b_s / Total carbon content d | — | — | % (m/m) | ISO16948:2015 | AE de CHN |
| Teor de hidrogénio total b_s / Total hydrogen content d | — | — | % (m/m) | ISO16948:2015 | AE de CHN |
| Teor de azoto total b_s / Total nitrogen content d | — | — | % (m/m) | ISO16948:2015 | AE de CHN |
| Teor de oxigénio total b_s / Total oxygen content d | — | — | % (m/m) | ISO16993:2016 | Cálculo |
| Teor de enxofre total b_s / Total sulphur content d | — | — | % (m/m) | ISO16994:2016 | Cromat. Iónica |
| Teor de cloro total b_s / Total chlorine content d | — | — | % (m/m) | ISO16994:2016 | Cromat. Iónica |
| Poder calorífico superior, volume constante b_s / Gross calorific value, constant volume d | — | — | MJ/kg | ISO18125:2017 | calorimetria |
| Poder calorífico inferior: | | | | | |
| Poder calorífico inferior, pressão constante b_s / Net calorific value, constant pressure d | — | — | MJ/kg | ISO18125:2017 | Cálculo |
| Poder calorífico inferior, pressão constante t_q / Net calorific value, constant pressure a_r | — | — | MJ/kg | | |
| Densidade aparente t_q / Bulk density a_r | 250 | ±5 | kg/m ³ | ISO17828:2015 | Volumetria/gravimetria |
| Durabilidade mecânica de peletes t_q / Mechanical durability of pellets a_r | 97,6 | ±0,3 | % (m/m) | ISO17831-1:201 | Gravimetria |
| Teor de finos de peletes t_q / Fines content of pellets a_r | 0,13 | ±0,02 | % (m/m) | ISO18846:2016 | Gravimetria |
| Porção teste t_q / Test portion a_r | 0,3906 | — | kg | | |
| Comprimento e diâmetro de peletes / Length and diameter of pellets: | | | | | |
| Classe dos peletes / Pellets Class | 6,0 | — | mm | | |
| % de peletes na classe / Class % share | 100,0 | — | % (m/m) | | |
| % de peletes > 40 mm / w% of pellets longer than 40 mm | 0,0 | — | % (m/m) | | |
| Quantidade dos peletes > 40 mm / Number of pellets longer than 40 mm | 0 | — | unid. | ISO17829:2015 | Análise dimensional |
| Comprimento médio dos peletes / Mean value of the pellet length | 16,5 | ±4,5 | mm | | |
| Desvio padrão do comprimento / Standard deviation of the length | 2,5 | — | mm | | |
| Diâmetro médio dos peletes / Average diameter | 5,9 | ±0,1 | mm | | |
| Desvio padrão do diâmetro / Standard deviation of the diameter | 0,1 | — | mm | | |
| Teor de Arsénio b_s / Arsenic content d | — | — | mg/kg | ISO16968:2015 | EAA câmara de grafite |
| Teor de Chumbo b_s / Lead content d (1) | — | — | mg/kg | ISO16968:2015 | EAA câmara de grafite |
| Teor de Cádmiu b_s / Cadmium content d | — | — | mg/kg | ISO16968:2015 | EAA câmara de grafite |
| Teor de Crómio b_s / Chromium content d | — | — | mg/kg | ISO16968:2015 | EAA câmara de grafite |
| Teor de Cobre b_s / Copper content d | — | — | mg/kg | ISO16968:2015 | EAA câmara de grafite |
| Teor de Níquel b_s / Nickel content d | — | — | mg/kg | ISO16968:2015 | EAA câmara de grafite |
| Teor de Zinco b_s / Zinc content d | — | — | mg/kg | ISO16968:2015 | EAA de chama |

Reprodução parcial proibida

(continuação)

| PARÂMETRO | RESULTADO | UNID. | MÉTODO | OBSERVAÇÕES |
|---|---|-------------------------------|---------------------------|--|
| Matéria volátil _{bs} / Volatile matter _d | | % (m/m) | ISO18123:2015 | Gravimetria |
| Carbono fixo _{bs} / Fixed Carbon _d | | % (m/m) | LEBS MI 01: 15/10/2015 | Cálculo |
| Densidade da partícula _{tq} / Particle density _{ar} | | g/cm ³ | ISO18847:2016 | Análise dimensional |
| Comprimento e diâmetro de briquetes / Length and diameter of briquettes | | mm mm | LEBS MI02: 18/04/2017 | Análise dimensional |
| Finos de briquetes / Amount of fines for briquettes | | % (m/m) | LEBS MI03: 18/04/2017 | Gravimetria |
| Conteúdo nominal / Nominal content | Mistura Papel/ plástico - Madeira - Tecido - | % (m/m) % (m/m) % (m/m) | LEBS MI058: 16/01/2023 | Avaliação realizada na amostra húmida. Não foi possível separar o papel do plástico |
| Avaliação sensorial / Sensory evaluation | Cor- Odor- Aspecto- | | LEBS MI04: 18/04/2017 | |

GRANULOMETRIAS / PARTICLE SIZE DISTRIBUTION

| | RESULTADO | UNID. | | RESULTADO | UNID. |
|---|-----------|---------|----------------------|-----------|---------|
| Granulometria peletes desintegrados / Particle size dist. disintegrated pellets (ISO 17830:2016) | | | | | |
| Diferença entre massa da amostra e massa total das frações / / Difference mass of test portion and mass of all fractions | | % (m/m) | P > 3,15 mm | | % (m/m) |
| Humidade da amostra peneirada / Moisture content of the sieved sample | | % (m/m) | 3,15 mm > P > 2,8 mm | | % (m/m) |
| | | | 2,8 mm > P > 2,0 mm | | % (m/m) |
| | | | 2,0 mm > P > 1,4 mm | | % (m/m) |
| | | | 1,4 mm > P > 1,0 mm | | % (m/m) |
| | | | 1,0 mm > P > 0,5 mm | | % (m/m) |
| | | | 0,5 mm > P > 0,25 mm | | % (m/m) |
| | | | P < 0,25 mm | | % (m/m) |
| Granulometria / Particle size distribution (ISO 17827-1:2016) | | | | | |
| Partículas sobredimensionadas / Hand Sorting > 100 mm | | | | | % (m/m) |
| Massa total analisada / total mass of test portion | | g | P > 63 mm | 20,1 | % (m/m) |
| Nº de partículas sobredimensionadas / number of overlong | | unid. | 63 mm > P > 45 mm | 0,9 | % (m/m) |
| Comprimento da partícula maior / length of longest particle overall | | mm | 45 mm > P > 31,5 mm | 1,3 | % (m/m) |
| Diferença entre massa da amostra e massa total das frações / / Difference mass of test portion and mass of all fractions | | % (m/m) | 31,5 mm > P > 16 mm | 1,7 | % (m/m) |
| Humidade da amostra peneirada / Moisture content of the sieved sample | | % (m/m) | 16 mm > P > 8 mm | 1,1 | % (m/m) |
| | | | 8 mm > P > 3,15 mm | 0,8 | % (m/m) |
| | | | 3,15 mm > P > 1 mm | 0,2 | % (m/m) |
| | | | P < 1 mm | 0,0 | % (m/m) |
| Granulometria / Particle size distribution (ISO 17827-2:2016) | | | | | |
| Massa total analisada / total mass of test portion | | g | P > 3,15 mm | | % (m/m) |
| Diferença entre massa da amostra e massa total das frações / / Difference mass of test portion and mass of all fractions | | % (m/m) | 3,15 mm > P > 2,8 mm | | % (m/m) |
| Humidade da amostra peneirada / Moisture content of the sieved sample | | % (m/m) | 2,8 mm > P > 2,0 mm | | % (m/m) |
| | | | 2,0 mm > P > 1,4 mm | | % (m/m) |
| | | | 1,4 mm > P > 1,0 mm | | % (m/m) |
| | | | 1,0 mm > P > 0,5 mm | | % (m/m) |
| | | | 0,5 mm > P > 0,25 mm | | % (m/m) |
| | | | P < 0,25 mm | | % (m/m) |

Os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra ensaiada conforme rececionada.

Os Ensaio são realizados nas instalações do LE.CBE com exceção dos assinalados com a nota (1)

Os ensaios emitidos neste boletim não estão incluídos no âmbito de acreditação

tq - tal qual recebida / ar - as received; bs - base seca / d - dry basis; % - percentagem mássica / w-%

LQ - Limite de quantificação / n.s. - Ensaio não solicitado

(1) Ensaio contratado a fornecedor externo acreditado ou não e, não está incluído no âmbito da acreditação

(2) Os resultados podem vir afetados pelas condições inadequadas em que a amostra foi rececionada

(3) Incerteza expandida (U) expressa pela incerteza-padrão da medição multiplicada pelo fator de expansão k=2 que para uma

distribuição normal corresponde a uma probabilidade de cobertura de aproximadamente 95% e não contempla a incerteza de amostragem (LE.CBE_PGQ.7.6.01)

Informação Adicional ⁽⁴⁾

Reprodução parcial proibida

FOTOGRAFIA DA AMOSTRA



(4) A informação adicional contida neste Boletim de Ensaios não se encontra incluída no âmbito de acreditação.

X 
Elsa Cancela
Responsável Técnica

X 
Neuza Alves
Responsável do Laboratório