

Nº 178947

Aproveitamento energético da biomassa: desafios e oportunidades

Ana Paula de Souza Silva

*Palestra apresentado no
CONGRESSO INTERNACIONAL DE
RESÍDUOS SÓLIDOS, 1., SEMINÁRIO
NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS,
16.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE
RESÍDUOS SÓLIDOS, 4., 2024, São
Paulo. 29 slides*

A série “Comunicação Técnica” compreende trabalhos elaborados por técnicos do IPT, apresentados em eventos, publicados em revistas especializadas ou quando seu conteúdo apresentar relevância pública.

PROIBIDO REPRODUÇÃO



1º CONGRESSO INTERNACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

16º SEMINÁRIO NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS
IV SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RESÍDUOS DE SAÚDE

Gestão Sustentável de Resíduos: Construindo Cidades Inteligentes

7 a 9 de maio de 2024 - São Paulo - SP

Evento híbrido: presencial e online

Realização



Correalização



Apoio





1º CONGRESSO INTERNACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

16º SEMINÁRIO NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS
IV SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RESÍDUOS DE SAÚDE

Gestão Sustentável de Resíduos: Construindo Cidades Inteligentes

7 a 9 de maio de 2024 - São Paulo - SP

Evento híbrido: presencial e online

Realização



Correalização



Apoio





Aproveitamento Energético da Biomassa: Desafios e Oportunidades

Ana Paula de Souza Silva, Pesquisadora do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT

9 de maio de 2024

O QUE É O IPT?

EXISTIMOS PARA PROVER SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS PARA A INDÚSTRIA, OS GOVERNOS E A SOCIEDADE, HABILITANDO-OS A SUPERAR SEUS DESAFIOS E PROMOVENDO QUALIDADE DE VIDA

RECEITAS

Venda de projetos e serviços por meio da Fundação de Apoio ao IPT (FIPT)

Dotação orçamentária do Governo do Estado de São Paulo



IPT EM NÚMEROS*



124 ANOS DE CONTRIBUIÇÕES PARA A SOCIEDADE



> 1000 FUNCIONÁRIOS E COLABORADORES



55% DE RECEITA EM PROJETOS DE INOVAÇÃO



> 2921 CLIENTES ATENDIDOS



> 19.450 DOCUMENTOS TÉCNICOS EMITIDOS



> 2000 PROCEDIMENTOS DE ENSAIOS E ANÁLISES NO PORTFÓLIO

LOCALIZAÇÃO ESTRATÉGICA



O QUE FAZEMOS?

PESQUISA,
DESENVOLVIMENTO
E INOVAÇÃO

PRODUTOS E PROCESSOS
SOFTWARES
DA BANCADA AO PILOTO
APOIO DE FOMENTO
EMBRAPII

TESTES, ENSAIOS
E ANÁLISES

PARECERES TÉCNICOS
AVALIAÇÃO
DE PRODUTOS
CERTIFICAÇÃO
DE PRODUTOS

INSPEÇÕES E
MONITORAMENTOS

OBRAS E ESTRUTURAS
MÁQUINAS E
EQUIPAMENTOS
ORGANISMO DE
INSPEÇÃO ACREDITADO

DESENVOLVIMENTO
METROLÓGICO,
MEDIÇÕES
E CALIBRAÇÕES

PROGRAMAS
DE PROFICIÊNCIA
DESENVOLVIMENTO
DE PADRÕES
METROLOGIA AVANÇADA

MATERIAIS DE
REFERÊNCIA
CERTIFICADOS

METAIS
CERÂMICAS
MINERAIS
VISCOSIDADE
AREIA NORMAL

ENSINO
TECNOLÓGICO

MESTRADO
PROFISSIONAL
CURSOS DE EXTENSÃO
CURSOS SOB DEMANDA



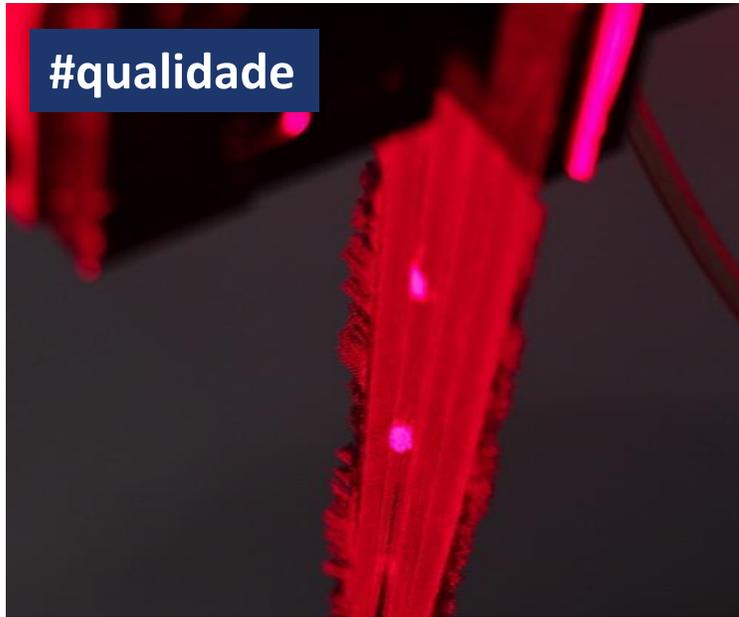
diferenciais

#inovação



+ 120 mil m² de laboratórios
+ 1000 profissionais qualificados
Inúmeros caminhos para inovar

#qualidade



+ 2 mil ensaios e calibrações
+ 20 mil documentos técnicos por ano
Referência em qualidade dos serviços

#satisfação



Nível de excelência no NPS
NPS 84
(Net Promoter Score)

UNIDADES DE NEGÓCIOS

BIONANOMANUFATURA

Biotecnologia, Nanotecnologia, Microfabricação, Química e EPIs

CIDADES, INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE

Planejamento Territorial, Obras Civas, Riscos, Recursos Hídricos, Florestas

ENERGIA

Geração, Infraestrutura, Eficiência, Energias limpas

HABITAÇÃO E EDIFICAÇÕES

Conforto, Desempenho, Segurança, Materiais, Sustentabilidade

MATERIAIS AVANÇADOS

Metal, Polímero, Compósito, Celulose, Corrosão

TECNOLOGIAS DIGITAIS

IoT, Sistemas Embarcados, Sistemas de Transportes, IA, Analytics

TECNOLOGIAS REGULATÓRIAS E METROLÓGICAS

Mecânica, Elétrica, Vazão, Aerodinâmica, Química



Núcleos



O Núcleo de Sustentabilidade e Baixo Carbono do IPT foi criado com o objetivo de desenvolver novas competências relacionadas à sustentabilidade, economia circular, mercado de baixo carbono e orientação de responsabilidade socioambiental. Atua em conjunto com as demais unidades de negócios, com o olhar para novos bionegócios cujas oportunidades envolvem a transformação de recursos naturais em ativos, sem abrir mão do respeito integral à cadeia ambiental.



O Núcleo de Tecnologias Avançadas para Bem-Estar e Saúde Aplicados às Ciências da Vida foca o desenvolvimento de projetos para melhoria da qualidade de vida e bem estar da sociedade, a partir de tecnologias inovadoras e com base na interconexão do tripé saúde humana, animal e ambiental. Uma das primeiras pesquisas abrigadas pelo núcleo conecta-se ao projeto 'Sistematização do método de xenotransplante no Brasil', com diversos parceiros e foco na viabilização clínica da técnica.



Ampliando a atuação nacional, o novo núcleo IPT Amazônia em Manaus tem por missão propor soluções tecnológicas para o desenvolvimento sustentável regional, em parceria com instituições locais. Atua em projetos de PD&I, serviços tecnológicos, ensaios, análises, capacitação e novos negócios. Os principais objetivos são fortalecer as cadeias produtivas da bioeconomia, aumentar a competitividade do Polo Industrial de Manaus e apoiar demandas de governos da região.



O IPT abre seu campus para a maior iniciativa de inovação aberta em hardtech do Brasil, conectando os diversos atores desse ecossistema.

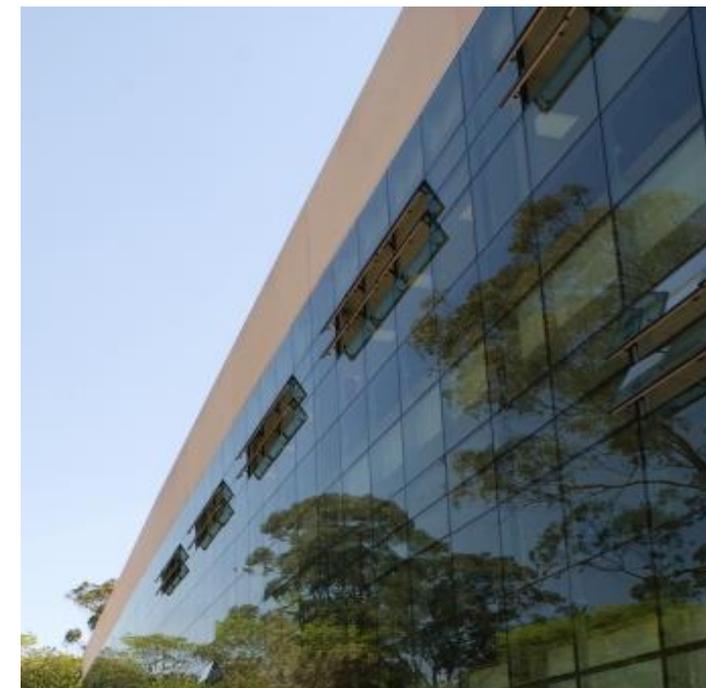
Pedra fundamental do projeto CITI – Centro Internacional de Tecnologia e Inovação do Estado de São Paulo



Modalidade 1

Hub de inovação

Participe de um ecossistema único e transformador que congrega empresas e startups que empreendem juntas na criação de tecnologias impulsionadoras de novos negócios.



Modalidade 2

Centro de inovação

Instale o Centro Tecnológico da sua empresa dentro do campus do IPT e potencialize sua capacidade de desenvolvimento.



MATRIZ ENERGÉTICA: OFERTA INTERNA DE ENERGIA

RENOVÁVEIS ▶ 47,4%

NÃO RENOVÁVEIS ▶ 52,6%



Biomassa da Cana

15,4%



Hidráulica¹

12,5%



Eólica

2,3%



Lenha e Carvão Vegetal

9,0%



Lixívia e Outras renováveis

7,0%



Solar²

1,2%



Petróleo e derivados

35,7%



Gás Natural

10,5%



Carvão Mineral

4,6%



Urânio

1,3%



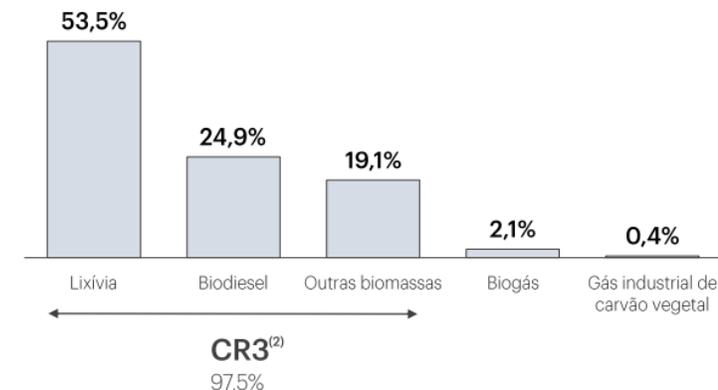
Outras não renováveis

0,6%

¹ Inclui importação de eletricidade

² Inclui as fontes solar fotovoltaica e solar térmica

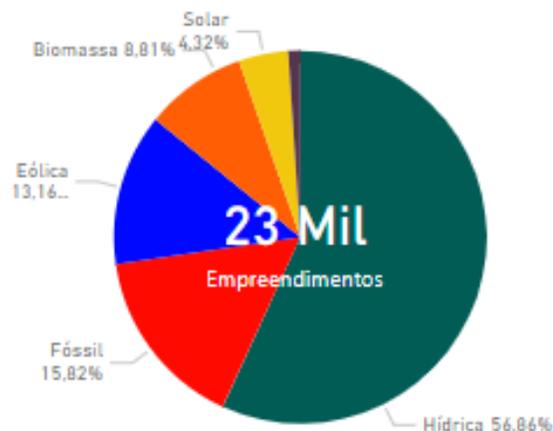
Outras renováveis



Fonte: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-748/topico-681/BEN_S%C3%ADntese_2023_PT.pdf

MATRIZ ELÉTRICA NACIONAL

Tipo	Quantidade	Potência Outorgada (kW)	Potência Fiscalizada (kW)	% (Pot. Fiscalizada)
UHE	219	103.487.521,00	103.195.357,00	53,93%
UTE	3110	55.809.023,21	46.057.336,61	24,07%
EOL	1486	48.457.488,86	25.199.123,86	13,17%
UFV	20161	97.719.641,61	8.322.633,03	4,35%
PCH	535	7.234.185,22	5.719.317,57	2,99%
UTN	3	3.340.000,00	1.990.000,00	1,04%
CGH	723	876.743,32	869.284,32	0,45%
Total	26237	316.924.603,22	191.353.052,39	100,00%



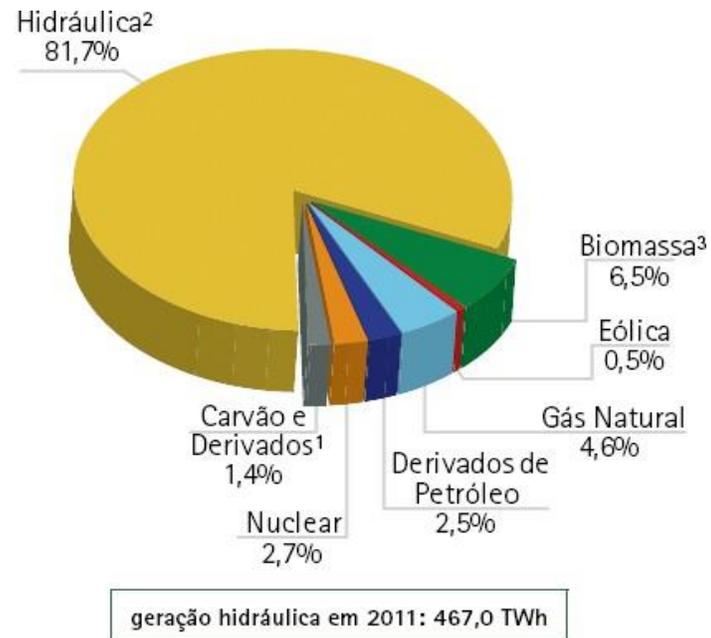
Empreendimentos em operação

Origem	Tipo	Combustível	Quantidade	Potência Outorgada (kW)	% Potência Outorgada
Biomassa	Agroindustriais	Bagaço de Cana de Açúcar	421	12.223.814,20	71,90%
Biomassa	Floresta	Licor Negro	21	3.299.414,00	19,41%
Biomassa	Floresta	Resíduos Florestais	72	713.990,00	4,20%
Biomassa	Floresta	Lenha	11	231.450,00	1,36%
Biomassa	Resíduos sólidos urbanos	Biogás - RU	26	201.887,60	1,19%
Biomassa	Floresta	Gás de Alto Forno - Biomassa	11	120.765,05	0,71%
Biomassa	Agroindustriais	Casca de Arroz	13	53.333,00	0,31%
Biomassa	Agroindustriais	Biogás-AGR	5	32.615,80	0,19%
Biomassa	Agroindustriais	Capim Elefante	2	31.700,00	0,19%
Biomassa	Floresta	Carvão Vegetal	6	30.197,00	0,18%
Biomassa	Resíduos sólidos urbanos	Resíduos Sólidos Urbanos - RU	8	24.413,00	0,14%
Biomassa	Biocombustíveis líquidos	Óleos vegetais	5	17.180,40	0,10%
Biomassa	Resíduos sólidos urbanos	Carvão - RU	3	8.250,00	0,05%
Biomassa	Resíduos animais	Biogás - RA	18	6.943,20	0,04%
Biomassa	Floresta	Biogás - Floresta	1	5.000,00	0,03%
Biomassa	Biocombustíveis líquidos	Etanol	1	320,00	0,00%
Total			624	17.001.273,25	100,00%

<https://bit.ly/2IGf4Q0>

Matriz elétrica no Brasil

- Diminuição da dependência por hidrelétricas, porém ainda não o suficiente.
- Aumento de solar, eólica e biomassa.



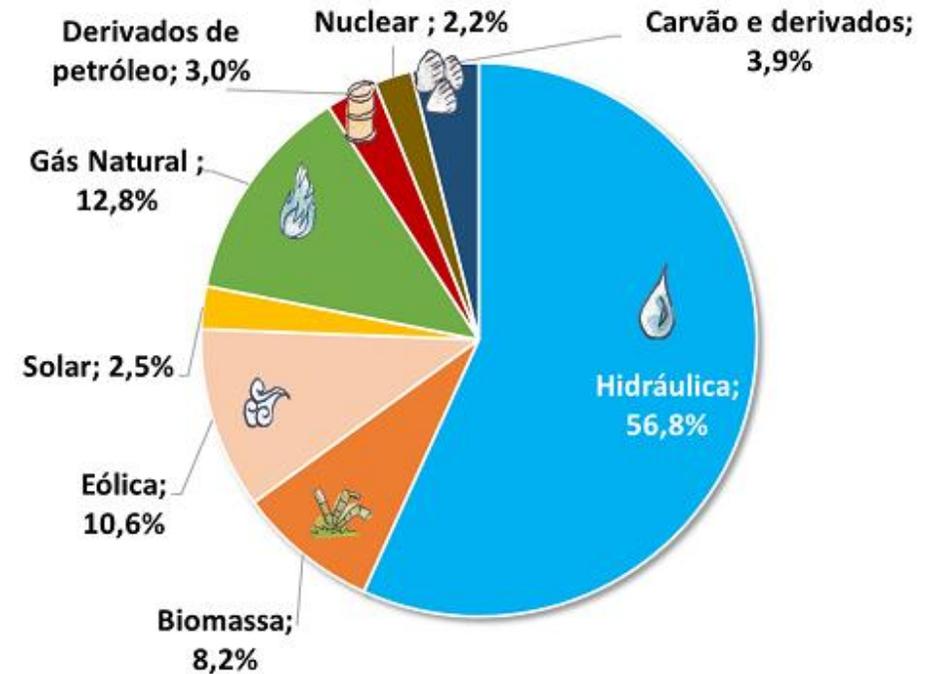
¹ Inclui gás de coqueria

² Inclui importação

³ Inclui lenha, bagaço de cana, lixívia e outras recuperações.

2011

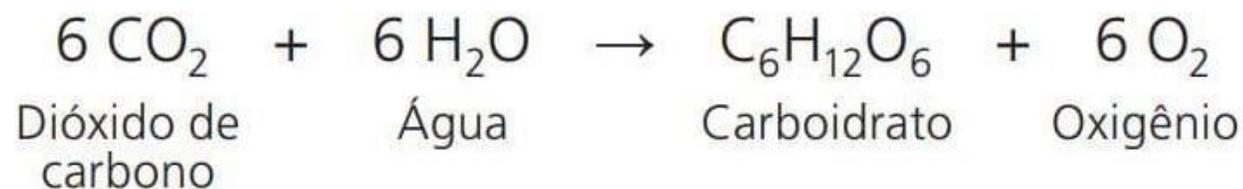
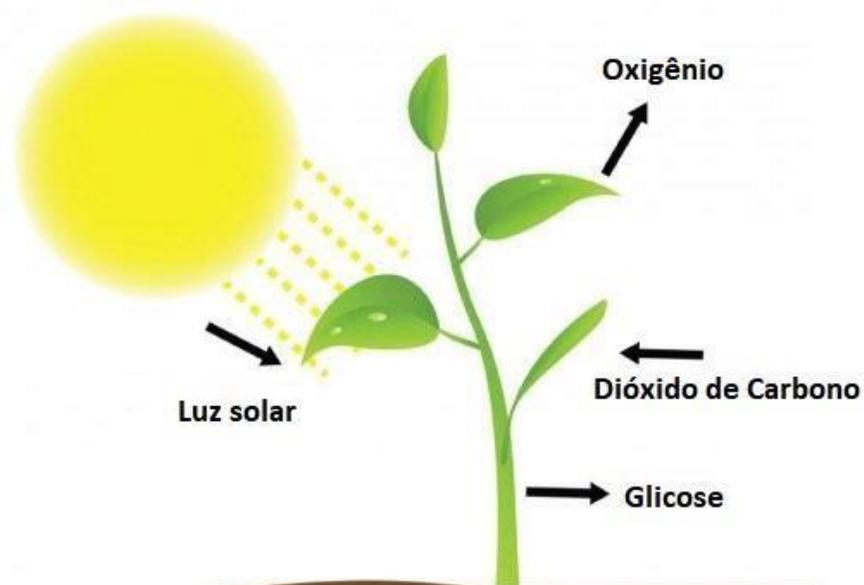
2021



Definição - Biomassa

Todo recurso renovável oriundo de matéria orgânica (de origem animal ou vegetal) que pode ser utilizado para produção de energia.

Estes materiais contêm energia química, derivada da transformação energética da radiação solar.



Fonte: <http://www.iee.usp.br/gbio/?q=livro/conceituando-biomassa>

Principais pontos positivos do uso de biomassa como fonte de energia

Ambiental:

Menor geração de poluentes atmosféricos, efluentes líquidos e resíduos sólidos em comparação aos combustíveis fósseis.

Econômico:

Diminuição da dependência externa de energia;
Possibilidade de se tornar um exportador.

Social:

Geração de empregos e renda, tanto na fase agrária quanto na fase industrial.

Técnico

Balanco energético positivo.
No caso das florestas, podem ser consideradas como um “estoque de energia”.
Permite a complementariedade de fontes.

Principais Fontes de Biomassa no Brasil



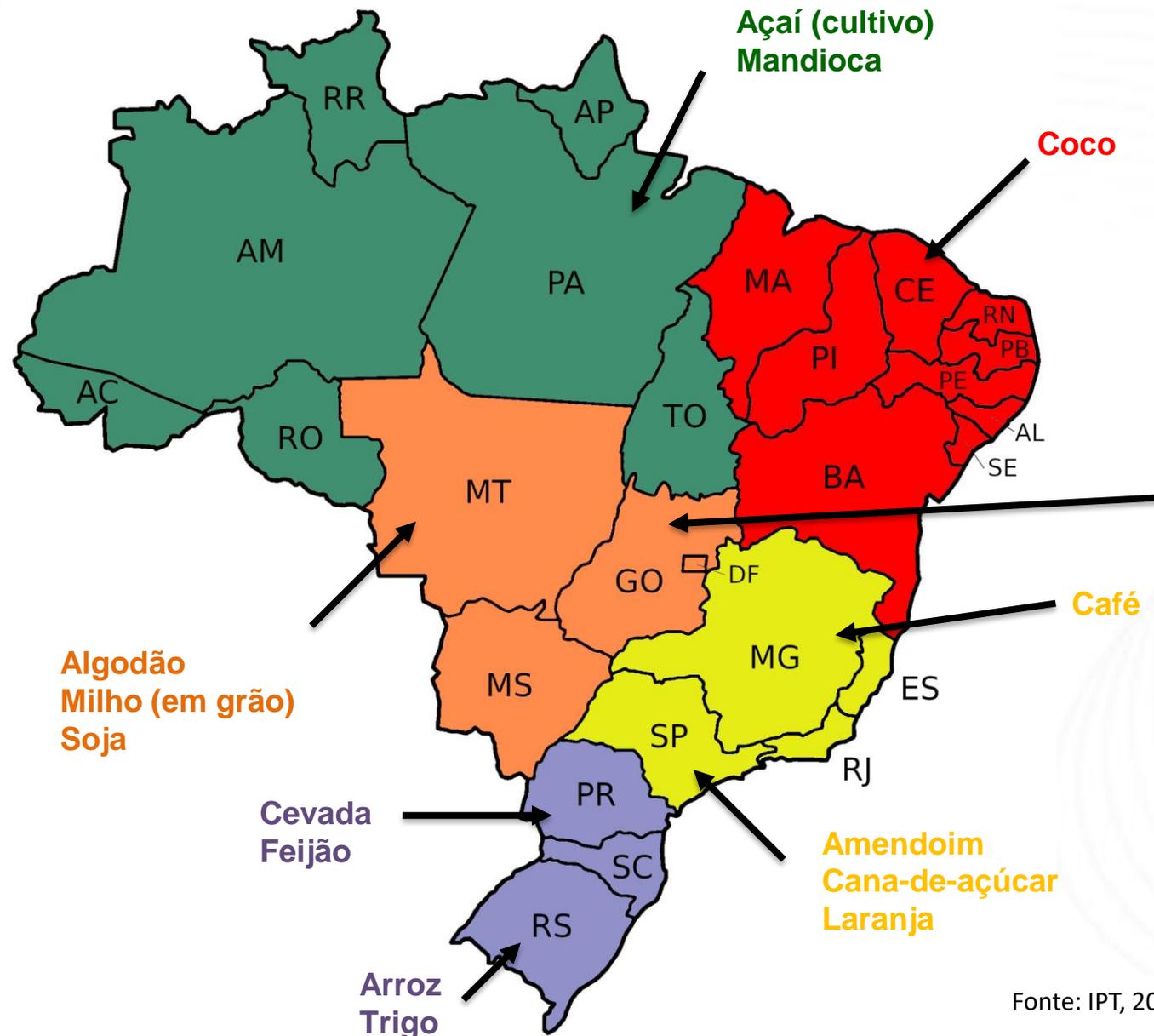
Fonte: Coelho et al, 2024

Estados majoritários de produção por cultura agrícola, ano de referência 2021



**1º CONGRESSO
INTERNACIONAL DE
RESÍDUOS SÓLIDOS**

16º SEMINÁRIO NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS
IV SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RESÍDUOS DE SAÚDE
Gestão Sustentável de Resíduos: Construindo Cidades Inteligentes

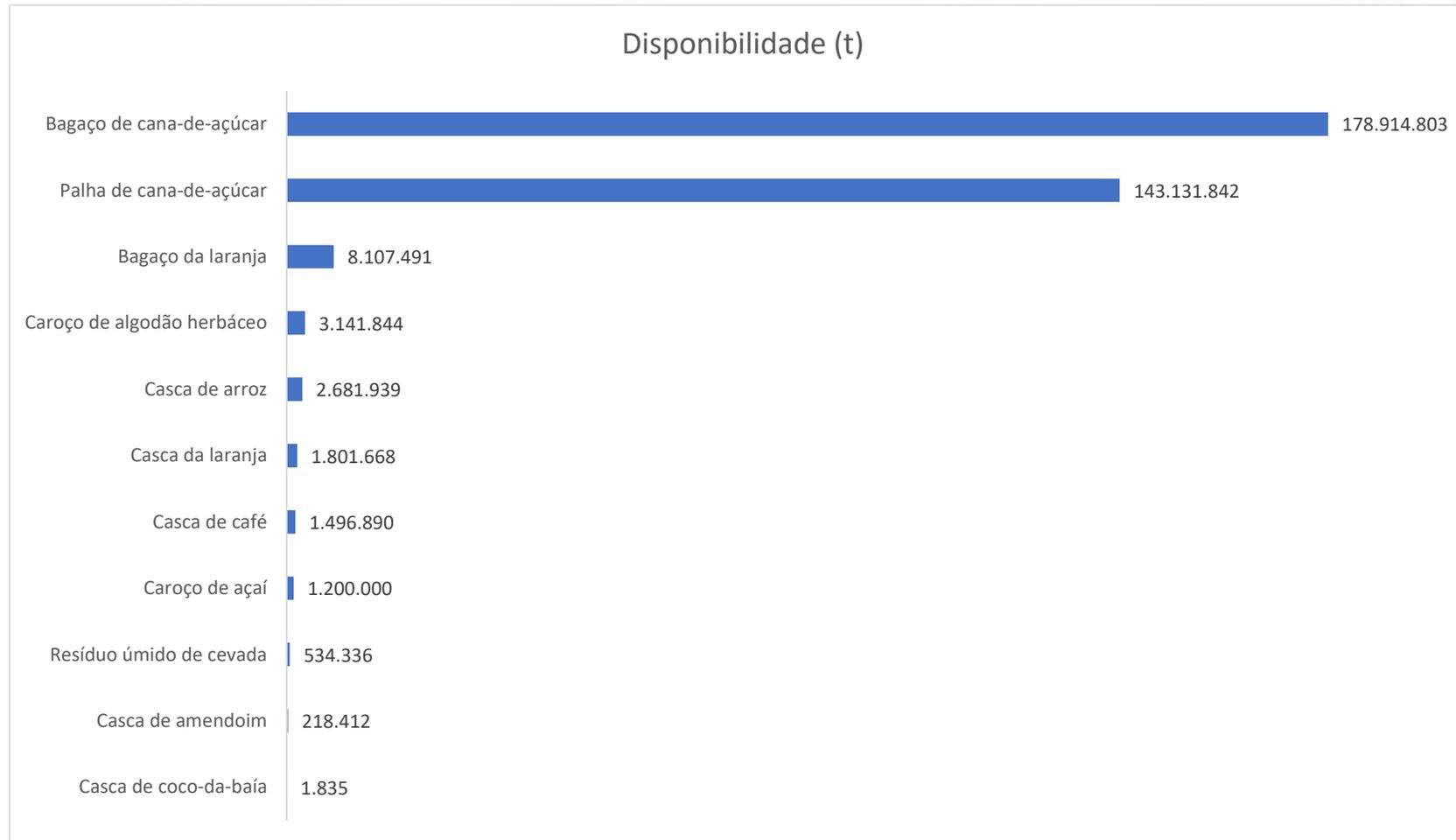


Fonte: IPT, 2022

Disponibilidade, em toneladas, dos principais resíduos gerados das culturas agrícolas brasileiras (2021)



1º CONGRESSO INTERNACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS
16º SEMINÁRIO NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS
IV SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RESÍDUOS DE SAÚDE
Gestão Sustentável de Resíduos: Construindo Cidades Inteligentes



Fonte: IPT, 2022

Principais Aplicações das biomassas



- Geração de Energia Elétrica;
- Produção de Etanol: Cana-de-açúcar e milho;
- Produção de biocombustíveis sólidos: carvão vegetal, pellets, briquetes;
- Produção de biodiesel: soja, milho, girassol, amendoim, algodão, canola, mamona, babaçu, palma (dendê) e macaúba, entre outras oleaginosas;
- Produção de biogás e biometano: RSU; vinhaça, dejetos animais;
- Hidrogênio de Baixo Carbono;
- Produção de SAF e outros combustíveis Avançados.

Geração de energia em operação por tipo de combustível na Amazônia Legal



Estados	CGH		PCH		UHE		EOL		UFV		UTE	
	Nº Empreendimentos	Potência Outorgada (MW)										
Acre									698	1,41	29	142,17
Amazonas					2	274,71			97	0,65796	117	1.749,01
Amapá					4	941,95			1	4,04	6	27,72
Maranhão					1	1.087,00	16	426,02	6	2,28253	28	2.968,18
Mato Grosso	60	72,48975	69	1.100,15	12	1.877,65			314	18,73	77	1.052,33
Pará	5	3,12	3	60,00					13.101	14,09	77	446,68
Rondônia	12	26,45	15	145,47	4	7.608,25			507	13,57	46	528,94
Roraima					1	10,00					144	578,17
Tocantins	15	20,37	14	188,76	3	1.644,45			61	5,0594	27	110,03
Totais	92	122,43137	101	1494,389	27	13444,01	16	426,0225	14785	59,84646	551	7603,21415

Fonte: Adaptado de Agência Nacional de Energia Elétrica (2023)

*CGH: Centrais Geradoras Hidrelétricas;

PCH: Pequenas Centrais Hidrelétricas;

UHE: Usina Hidrelétrica;

EOL: Central Geradora Eólica;

UFV: Central Geradora Fotovoltáica;

UTE: Central Geradora Termelétrica

Geração de energia em operação em central geradora termelétrica na Amazônia Legal



1º CONGRESSO INTERNACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

16º SEMINÁRIO NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS
IV SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RESÍDUOS DE SAÚDE

Gestão Sustentável de Resíduos: Construindo Cidades Inteligentes

Estados	Biomassa		Fóssil	
	Nº Empreendimentos	Potência Outorgada (MW)	Nº Empreendimentos	Potência Outorgada (MW)
Acre	1	1,50	28	140,67
Amazonas	4	17,03	113	1.731,98
Amapá	1	1,70	5	26,02
Maranhão	6	281,65	22	2.686,53
Mato Grosso	27	478,90	50	573,43
Pará	14	109,24	63	337,44
Rondônia	4	27,57	42	501,37
Roraima	6	56,35	138	521,82
Tocantins	2	91,50	25	18,53
Total	65	1.065,43	486	6.537,78

Fonte: Adaptado de Agência Nacional de Energia Elétrica (2023)

Tipo	Empreendimentos (%)	Potência (%)
Biomassa	11,80	14,01
Fóssil	88,20	85,99

Geração de energia em operação em central geradora termelétrica a biomassa na Amazônia Legal



Estados	Floresta		Agroindustriais		RSU		Resíduos Animais		Biocombustíveis	
	Nº Empreendi	Potência Outorgada	Nº Empreem	Potência Outorgad	Nº Empreem	Potência Outorgad	Nº Empreem	Potência Outorgad	Nº Empreem	Potência Outorgad
Acre	1	1,50								
Amazonas	2	9,03	1	5,00	1	3,00				
Amapá			1	1,70						
Maranhão	3	269,44	2	9,40	1	2,81				
Mato Grosso	14	273,51	10	202,13			3	3,26		
Pará	9	82,51	2	21,25			1	1,13	2	4,35
Rondônia	1	24,00	1	2,29					2	1,28
Roraima	5	44,80							1	11,55
Tocantins	1	11,50	1	80,00						
Subtotais	36	716,29	18	321,77	2	5,81	4	4,39	5	17,18
%		67,23		30,20		0,54		0,41		1,61

Fonte: Adaptado de Agência Nacional de Energia Elétrica (2023)

No ano de 2021, a Amazônia Legal produziu mais de 27% da energia elétrica do país a partir de usinas hidrelétricas, consumindo cerca de 11% e exportando o restante, porém em contraponto mais de 3 milhões de habitantes que não estão conectados ao Sistema Interligado Nacional – SIN são abastecidos por energia proveniente de usinas termelétricas à óleo diesel e, ainda há uma parcela significativa de quase 1 milhão de habitantes sem acesso em tempo integral à energia e que por meio de geradores é abastecido em alguns momentos do dia (LEITE e SOUSA, 2020).

Produção de Madeira e geração de resíduos na Amazônia



- Produção de madeira em 2010: 10,8 milhões de m³
- em 2019: 11,28 milhões de m³ (Santos et al, 2021);
- Principais produtores de madeira: Mato Grosso, Pará e Rondônia.
- Pará produziu 3,76 milhões de m³ no ano de 2019.
- Final dos anos 90: 72 Pólos Madeireiros com cerca de 2500 empreendimentos (serrarias, laminadoras, fábricas de compensados).
- 2009: 71 Pólos Madeireiros com mais de 2000 empreendimentos.

Do que entra nas serrarias: Cerca de 50% do processamento primário transforma-se em resíduos, a depender de vários fatores.

Tipos de resíduos: serragem, maravalhas, costaneiras, aparas e cascas

Há ainda a geração de resíduos na fase de colheita da madeira.

Bioenergia nas COPs – COP-21

- O interesse pelos energéticos derivados da biomassa volta a crescer em todo o mundo:
 - Preços do petróleo;
 - Metas para aumentar o uso de fontes renováveis;
 - Acordo de Paris (COP 21): O Brasil se comprometeu a reduzir as emissões de GEE, em 37% até 2025, e, em 43% até 2030, tendo o ano de 2005 como referência.
- Estima-se que a maior parte da demanda de biomassa na União Europeia até 2050 seja abastecida por biomassa sólida.



PARIS2015
UN CLIMATE CHANGE CONFERENCE
COP21·CMP11

https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/106/106131/tde-23032017-171758/publico/TESE_Javier_Farago_Escobar_IEEUSP.pdf

http://epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-402/An%C3%A1lise_de_Conjuntura_Ano%202018.pdf

COP 26 (Glasgow)



- A **Declaração dos Líderes de Glasgow sobre Florestas e Uso do Solo**, assinada por mais de 100 países, **incluindo o Brasil**, para deter e reverter a perda florestal e a degradação do solo até 2030, **reconheceu o papel fundamental das florestas para a redução de gases de efeito estufa.**
- O governo brasileiro também apresentou uma nova meta de redução de emissões para 2030: de 43% para 50% em relação aos níveis de 2005, usando como base o quarto inventário nacional.;
- **Compromisso de zerar o desmatamento ilegal até 2028 e;**
- O objetivo de longo prazo de zerar emissões líquidas até 2050.

COP 27 (Egito)



- As indústrias globais de energia limpa assinaram um memorando de entendimento para criação da **Aliança Global Renováveis**. As organizações representam os setores de eólica, solar, hidrelétrica, hidrogênio verde, armazenamento de energia e energia geotérmica. O objetivo da Aliança é acelerar o investimento em soluções de energia renovável.
- A participação do Brasil foi fundamental nas discussões da COP 27, tendo o país assumido papel importante no combate às mudanças climáticas e na preservação do meio ambiente, com ênfase na Amazônia. No palco Brasil foram discutidos temas como a descarbonização da economia, sustentabilidade social, startups no futuro verde, transição energética, restauração de biomas, agrosustentabilidade, bioenergia, mercado de carbono, entre outros.

COP 28 (Dubai)



- Pela 1º vez, os países concordaram é preciso fazer uma **"transição energética"** para redução do uso combustíveis fósseis.
- No entanto, o texto não cita a **eliminação de combustíveis fósseis** — ideia que não agradou os ambientalistas.
- Acordo propõe que seja **triplicada a capacidade de energia renovável** a nível mundial até 2030.
- Países anunciaram um **fundo de US\$ 420 milhões** para apoiar países afetados pelo aquecimento global, mas **valor é considerado baixo**.
- Conferência **não estabeleceu compromissos concretos de financiamento** para adaptação e mitigação, mas "reiterou" que mais dinheiro precisa chegar aos países afetados pelas mudanças climáticas.

O acordo reconhece que é necessária a redução no uso de combustíveis fósseis, mas não diz como isso será feito e não cita a eliminação, que é uma meta já acordada para 2050, data estipulada pela ONU para não ter mais emissões de gases de efeito estufa.

Considerações Finais



- Entre 11 de novembro a 22 de novembro de 2024 acontecerá a COP 29 no Azerbaijão, que será um esquentão para a COP 30 (Belém).
- Bioenergia no Brasil pode colaborar com a transição energética e descarbonização de diversos setores.
- Questões a se observar: logística; viabilidade econômica e regulamentação na comercialização de biomassa;
- O Brasil apresenta um grande potencial de aproveitamento energético de biomassas e resíduos gerados em diferentes culturas agrícolas e florestais necessitando de soluções tecnológicas adaptadas para diferentes escalas de produção;
- Os resíduos gerados, a partir de culturas agrícolas e florestais, no território da Amazônia Legal poderiam colaborar com parte do abastecimento de energia elétrica necessária para a demanda dos sistemas isolados substituindo combustíveis de origem fóssil por renováveis colaborando ainda com o atingimento das metas dos ODS, em especial o número 7 que trata do acesso à energia de forma acessível e renovável.



1º CONGRESSO INTERNACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

16º SEMINÁRIO NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS
IV SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RESÍDUOS DE SAÚDE

Gestão Sustentável de Resíduos: Construindo Cidades Inteligentes

Muito obrigada!!!
E-mail: apaula@ipt.br

Realização



Correalização



Apoio

