

ANÁLISE DO APROVEITAMENTO ENERGÉTICO DE BIOMASSA RESIDUAL EM MUNICÍPIOS COM BAIXO ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO: ESTUDO DE CASO BAHIA E SÃO PAULO

Tese de Doutorado

Cláudia Treumann Rocha

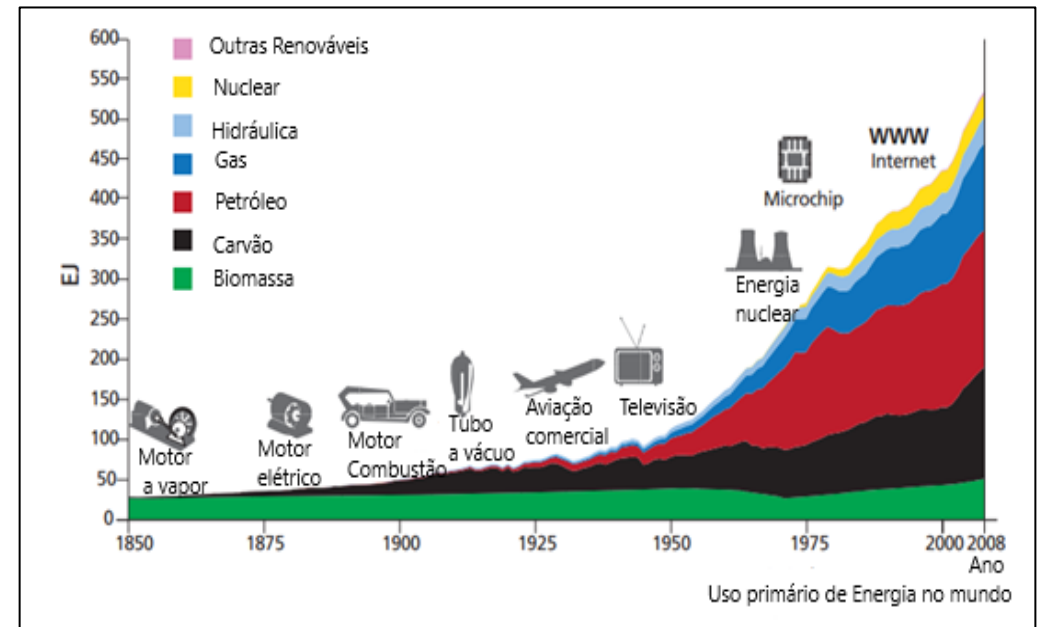
Orientadora: Prof^a. Dr^a. Suani Teixeira Coelho

Sumário

- Introdução e justificativa
- Objetivos
- Relevância e originalidade
- Metodologia
- Resultados e discussão
- Conclusão

Introdução e justificativa

- Sociedade: apropriação de energia
→ progresso e desigualdades.
- 860 milhões (11%) sem eletricidade
- 2,65 bi (34%) biomassa tradicional
(REN21,2020)
- Desenvolvimento: evolução para
condição melhor → energia.



Usos da energia primária no mundo, ao longo do tempo.
Fonte: IIASA (2012).

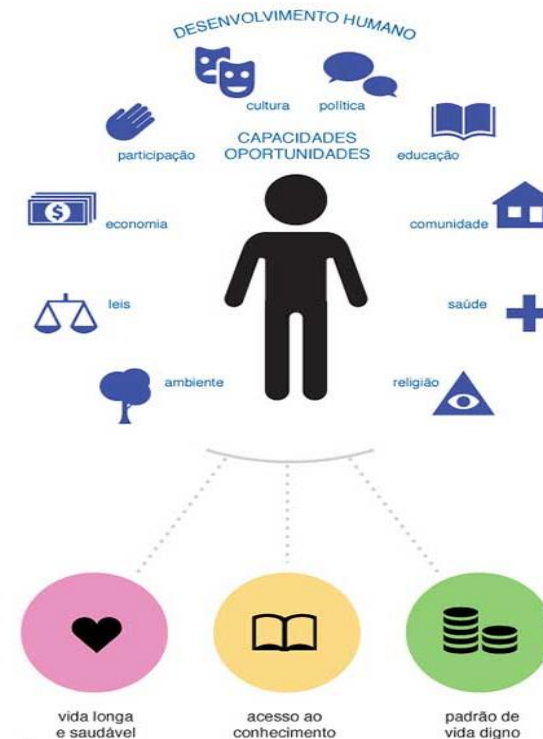
Introdução e justificativa

- Desafio global: desenvolvimento e sustentabilidade.
- Atividade humana: recursos naturais → resíduos.



Objetivos do Desenvolvimento Sustentável.
Fonte: ONU (2015).

- IDH (ONU).

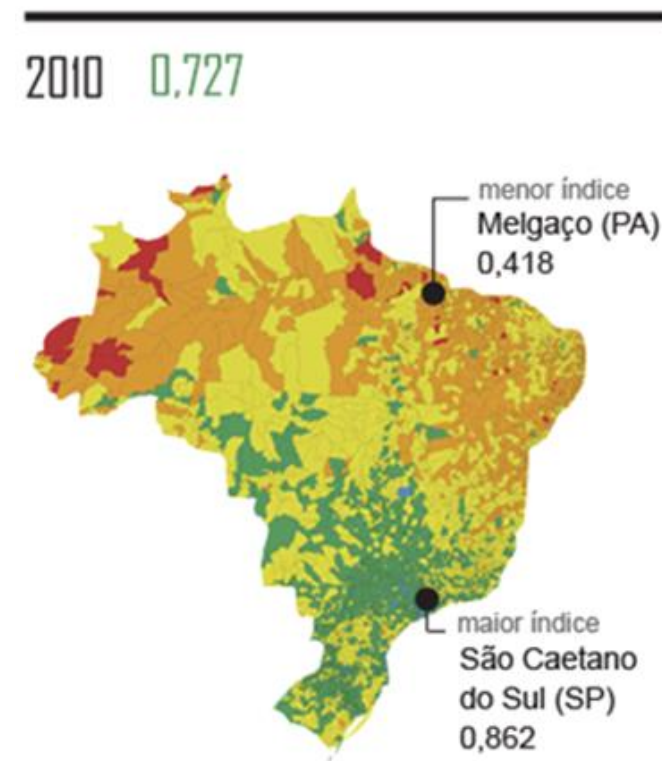


Desenvolvimento humano.
Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano (2019).

Introdução e justificativa

- Brasil: IDH = 0,761 (PNUD, 2018) → 79°
- Índice de Gini: 0,625 (FGV, 2019).

- 88% abastecimento água e 59% coleta esgoto (IBGE, 2019).
- 83% coleta lixo
- 92% gerado → coletado
40% → locais inadequados (ABRELPE, 2019).



Fonte: PNUD (2010)

Objetivos

Avaliar a possibilidade da elevação da qualidade de vida mensurada pelo IDHM, nos municípios estudados, a partir do aproveitamento energético da biomassa residual para geração de energia complementar.

Objetivos

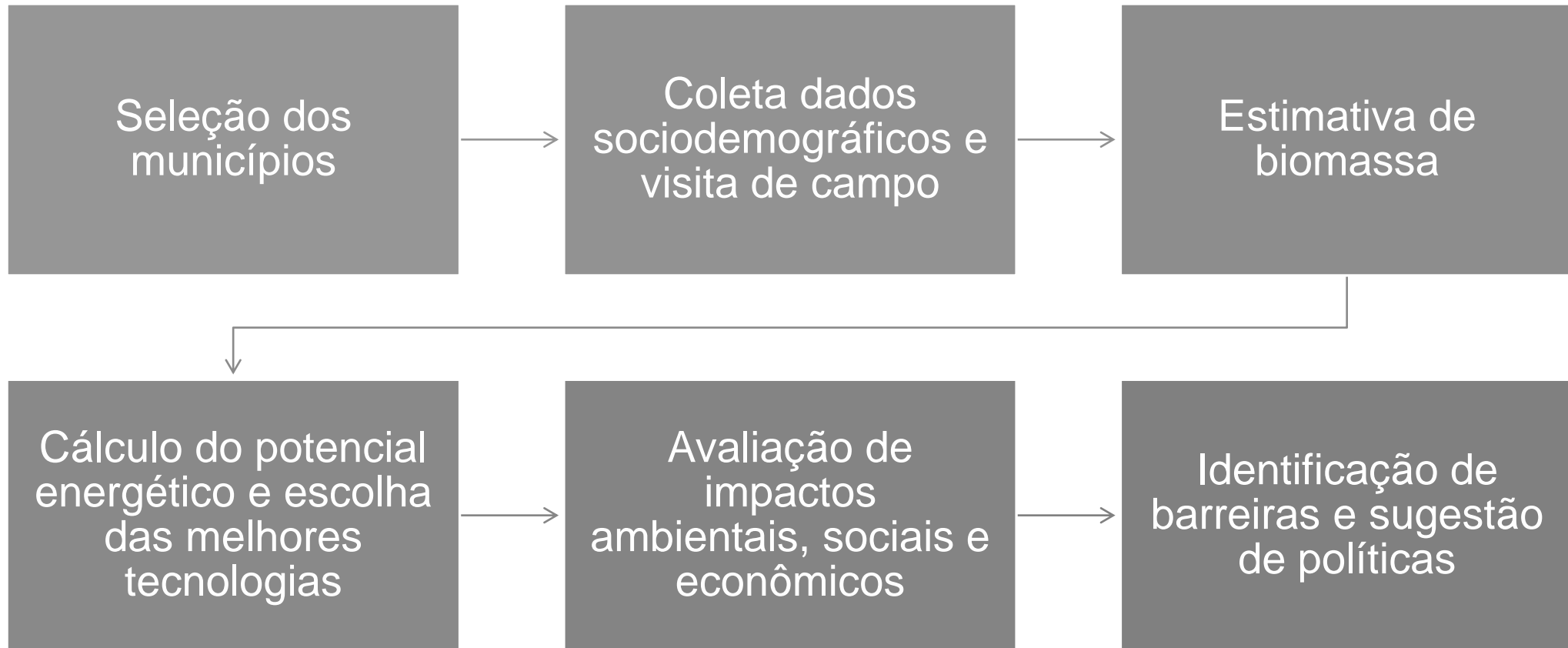
Específicos:

- Levantar a disponibilidade de resíduos e ao acesso à energia elétrica;
- Entender a percepção da sociedade local sobre a geração de energia complementar;
- Avaliar os impactos do aproveitamento energético dos resíduos de biomassa;
- Analisar os benefícios potencialmente gerados pela produção de energia renovável;
- Verificar as barreiras e propor políticas adequadas para sua implementação.

Relevância e originalidade

- Brasil: agronegócio → utilização de resíduos → interrelação entre saneamento básico e geração de energia → desenvolvimento sustentável.
- BREA – Resíduos de biomassa como fonte de energia para incremento do acesso à energia e atividade econômica em regiões de baixo IDH do Brasil e Colômbia (GNESD, 2015).
- Originalidade: estudos sobre biomassa residual para geração de energia / IDH e energia - foco em saúde, economia, social ou tecnológico. Neste estudo : aprofundamento sobre efeito no IDHM em 2 municípios.

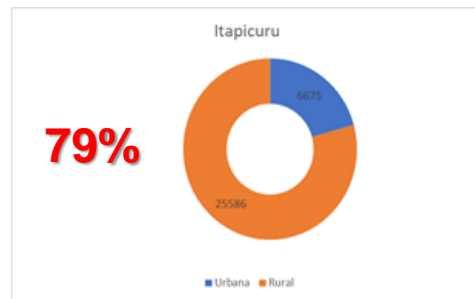
Metodologia



Resultados – Itapicuru / BA



Fonte: Google maps (2017).



Fonte: PNUD (2019), dados 2010.

População (2010)	32.261 hab.
População estimada (2019)	35.883 hab.

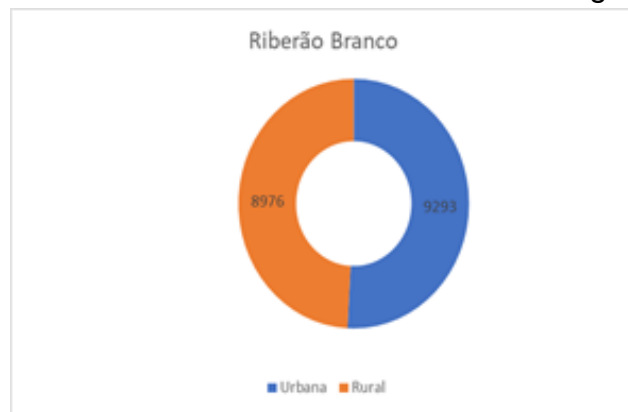
Fonte: IBGE (2019).



Resultados – Ribeirão Branco / SP



Fonte: Google maps (2017).



Fonte: PNUD (2019), dados 2010.

População (2010)	18.269 hab.
População estimada (2019)	16.211 hab.

Fonte: IBGE (2020).



Resultados comparativos - IDHM

Município	Itapicuru	Ribeirão Branco	Brasil
IDHM	0,486	0,639	0,727
Renda	0,505	0,592	0,739
Longevidade	0,711	0,797	0,816
Educação	0,319	0,553	0,637

Fonte: PNUD (2010)

Resultados consolidados

	Itapicuru	Ribeirão Branco
Analfabetos (%)	48,5	15,8
Esperança de vida ao nascer (anos)	67,6	72,8
Mortalidade infantil (óbitos por 1000 nasc. vivos)	35,2	18,3
População ativa e ocupada (%)	63,8	64,3
Renda per capita (R\$) 2010	185,70	318,44
Pop 18+, sem fundamental e ocupação informal (%)	81,9	54,0
Domicílios com água encanada (%)	78,7	89,3
Domicílios com energia elétrica (%)	92,8	99,5
Domicílios com coleta de lixo (%)	87,2	98,3
Domicílios com esgotamento sanitário adequado (%)	11,4	51,2

Fonte: IBGE (2010)

Resultado - Itapicuru

Resíduos Totais	Quantidade	Disponível
Silvicultura (t/ano)	-	-
Agrícola e processamento (t/ano)	172.445	89.072
Pecuária (t/ano)	202.308	4.625
RSU produzido (t/dia)	25,81	22,45 (11,54)*
Esgoto produzido (l/dia)	5.161.760	588.441

Fonte: Cálculo da autora * fração orgânica

Resultado – Ribeirão Branco

Resíduos Totais	Quantidade	Disponível
Silvicultura (t/ano)	9.097	9.097
Agrícola e processamento (t/ano)	136.341	64.319
Pecuária (t/ano)	120.373	2.389
RSU produzido (t/dia)	12,79	12,57 (6,46) *
Esgoto produzido (l/dia)	2.923.040	1.496.597

Fonte: Cálculo da autora * fração orgânica

Tecnologias para geração de energia através de biomassa

- ✓ Combustão direta: queima → vapor → expansão em turbinas → gerador elétrico. Cogeração: demanda calórica. Baixa eficiência.
- ✓ Digestão anaeróbica: conversão química por MO → biogás (CH_4 e CO_2) + porção líquida. Redução poluentes. Metano: geração frio, calor e potência. Iluminação, cocção, aquecimento, geração e elétrica.
- ✓ Gaseificação: processo termoquímico (combustão estagiada com O_2 restringido). Material carbonoso → gás combustível. Geração de energia e mineração do lixo enterrado.

Estimativa do potencial de energia elétrica a partir de resíduos

Tecnologia	Itapicuru - BA	Ribeirão Branco - SP
Combustão direta dos resíduos de biomassa disponíveis (MW)	3,79	1,40
Biodigestão anaeróbica dos resíduos orgânicos disponíveis (MW)	0,29	0,15
Gaseificação de resíduos dos biomassa disponíveis (MW)	6,0	5,0

RESULTADOS

Aspectos Ambientais:

- ✓ Poluição do ar;
- ✓ Contaminação do solo;
- ✓ Recursos hídricos;
- ✓ Preservação da flora e fauna;
- ✓ Legislação.



RESULTADOS

Aspectos Sociais:

- ✓ Saúde e qualidade de vida → saneamento básico;
 - * COVID 19 → desigualdades
- ✓ Agravos à saúde: internações e óbitos;
- ✓ Sistema público de saúde.



RESULTADOS

Aspectos Econômicos:

- ✓ Produtividade no trabalho;
- ✓ Turismo e valorização imobiliária;
- ✓ Gastos com energia;
- ✓ Novos usos produtivos para energia excedente;
- ✓ Efeitos na economia local (diretos e indiretos);
- ✓ Circulação monetária e arrecadação de impostos.



BARREIRAS

RSU

- PNRS (2010): responsabilidade compartilhada → 2024;
- Legislação insuficiente, recursos para investimento, descontinuidade das ações, viabilidade econômica → consórcio.

Resíduos Agropastoris

- Incentivos, linhas de crédito, subsídios e condições para venda de energia, informação.

BARREIRAS

- Econômicas – estudo detalhado e divulgação técnico-econômica;
- Estado: Políticas claras – processos regulatórios;
- Baixa escolaridade: população e autoridades;
- Questões culturais: desafios da mudança;
- Concessionárias de limpeza urbana;
- Questões políticas.

ESTRATÉGIAS SUGERIDAS

- Divulgação e incentivo P&D;
- Selo verde;
- Sensibilização, informação e capacitação;
- Marco regulatório e obrigações de mercado – concessionárias de energia e limpeza pública;
- Linhas de crédito;
- Condomínios agro energéticos;
- Promoção de sistemas de gestão energético-ambiental para prefeituras e criação de comitês.

CONCLUSÕES

- Dados socioeconômicos e IDH → realidade de vários municípios;
- Disponibilidade de biomassa residual → aproveitamento energético → saneamento básico → desenvolvimento humano;
- Acesso à energia → educação, saúde e renda → IDH;
- Barreiras econômicas, informação, questões políticas e legais;
- Incentivo, informação, divulgação e modernização marco regulatório;
- Limitações do estudo e próximos passos.



Análise do aproveitamento energético de biomassa residual em municípios com baixo índice de desenvolvimento: estudo de caso Bahia e São Paulo



Cláudia Maria Treumann Rocha

ctreumann@usp.br