



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO –
UFMT

NÚCLEO INTERDISCIPLINAR DE ESTUDOS EM
PLANEJAMENTO ENERGÉTICO – NIEPE



Plano Estratégico para o Desenvolvimento de Energias Renováveis em Mato Grosso PEDER-MT 2050

Cuiabá - MT

Agosto/2019

Ficha Catalográfica

N674b NIEPE

Plano Estratégico para o Desenvolvimento de Energias Renováveis em Mato Grosso.

NIEPE . – Cuiabá: Promo Gráfica, 2019.

100p.: Il.; color.

1. Recursos energéticos – Mato Grosso.

2. Fontes Renováveis – Mato Grosso.

3. Política energética – Mato Grosso.

4. Planejamento Energético Regional.

CDU – 620.91(817.2)

Capa: SECOMM, UFMT. Javier López.

Plano Estratégico para o Desenvolvimento de Energias Renováveis em Mato Grosso

PEDER-MT 2050

**CONTRATO SB-000975
SSFA/2018/BRA-02**

Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – ONU Meio Ambiente
Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT
Fundação de Apoio e Desenvolvimento da UFMT - UNISELVA

Equipe Técnica

Coordenador - Ivo Leandro Dorileo
Leonardo Gomes de Vasconcelos
Getúlio Gonçalves de Queiroz
Margarete Tomásia de Aquino Nunes
Priscila Costa Nascimento
Marina Timo de Sá

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| Lista de Figuras..... | 7 |
| Lista de Tabelas | 9 |
| Lista de Quadros..... | 11 |
| Lista de Símbolos e Abreviaturas..... | 12 |
| 1. Objetivos do Plano..... | 14 |
| 2. Pontos – Chave | 15 |
| 3. Breve Diagnóstico Setorial | 18 |
| 3.1 Produção e Consumo de Energia | 18 |
| 3.2 Produção de Energia Primária..... | 18 |
| 3.3 Produção de Energia Secundária..... | 19 |
| 3.4 Consumo Final e Comércio Externo de Energia..... | 19 |
| 3.4.1 Eletricidade | 20 |
| 3.4.2 Consumo de Eletricidade por Setor | 21 |
| 3.5 Oferta Interna de Energia | 22 |
| 3.6 Fontes Produtoras de Eletricidade – Renováveis..... | 23 |
| 4. Considerações Técnico-analíticas e Indicadores para o Desenvolvimento de Fontes Renováveis em Mato Grosso..... | 28 |
| 5. Perspectivas Futuras e Uso do Potencial | 38 |
| 5.1 Energia Solar Fotovoltaica – Potencial de Mercado | 42 |
| 5.2 Energia Solar Fotovoltaica - Potencial de Mercado Atingível..... | 44 |
| 5.3 Potencial de Resíduos Florestais..... | 51 |
| 5.3.1. Potencial para os Sistemas Isolados | 52 |
| 5.3.2 Potencial para o Sistema Interligado..... | 55 |
| 6. Linhas de Ação e Propostas..... | 59 |
| 6.1 Ações Basilares e Metas | 59 |
| 6.2 Proposta Geral | 65 |
| 6.3 Propostas Específicas..... | 65 |
| 7. Monitoramento e Avaliação do Plano | 72 |
| 8. Considerações Finais | 73 |

| | |
|-------------------------------------|----|
| 9. Referências Bibliográficas | 75 |
| 10. Apêndices..... | 81 |
| 11. Anexos | 89 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Produção x Consumo x Importação x Exportação de Energia em Mato Grosso no período 2006 a 2017. Unidade: 10^3 tEP..... | 20 |
| Figura 2. Produção x Consumo de Eletricidade em Mato Grosso no período 2006 a 2017. Unidade: GWh..... | 21 |
| Figura 3. Evolução da participação setorial no consumo de eletricidade em Mato Grosso no período 2007 a 2017. | 22 |
| Figura 4. Produção x Oferta Interna Bruta em Mato Grosso no período 2006 a 2017. Unidade: 10^3 tEP..... | 22 |
| Figura 5. Participação das fontes na produção de eletricidade em Mato Grosso no ano de 2017. Hidráulica (valores eixo à esquerda). Unidade: GWh..... | 24 |
| Figura 6. Evolução da participação das fontes solar e da biomassa na geração elétrica de Mato Grosso de 2010 a 2017. Unidade: GWh. | 27 |
| Figura 7. Balanço de comércio interno e externo de eletricidade entre as mesorregiões de Mato Grosso no ano de 2017. Unidade: GWh..... | 28 |
| Figura 8. Evolução do consumo específico de eletricidade residencial das mesorregiões de Mato Grosso no período 2014 a 2017. Unidade: kWh/habitante..... | 32 |
| Figura 9. Evolução da intensidade elétrica das mesorregiões de Mato Grosso no período 2014 a 2017. Unidade: GWh/R\$ bilhões (2007). | 32 |
| Figura 10. Produção de eletricidade por fontes fósseis nas mesorregiões de Mato Grosso no período 2010 a 2017. Unidade: GWh..... | 34 |
| Figura 11. Efeito de conteúdo energético das fontes fósseis nas mesorregiões de Mato Grosso. Período 2014 a 2017. Unidade: GWh/bilhões R\$ (2007). | 35 |
| Figura 12. Emissões de CO ₂ relativas ao consumo de energia elétrica no SIN em Mato Grosso nos setores da economia no período 2007 a 2017. Unidade: tCO ₂ /MWh..... | 36 |
| Figura 13. Cenário de Evolução da Capacidade Instalada Fotovoltaica em Mato Grosso no Setor Comercial no horizonte 2050. Unidade: GWpico. | 50 |
| Figura 14. Cenário de Evolução da Capacidade Instalada Fotovoltaica em Mato Grosso no Setor Industrial no horizonte 2050. Unidade: GWpico..... | 50 |

| | |
|--|----|
| Figura 15. Cenário de Evolução da Capacidade Instalada Fotovoltaica em Mato Grosso no Setor Público no horizonte 2050. Unidade: GWpico. | 50 |
| Figura 16. Cenário de Evolução da Capacidade Instalada Fotovoltaica em Mato Grosso no Setor Agropecuário no horizonte 2050. Unidade: GWpico..... | 51 |
| Figura 17. Cenário de Evolução da Capacidade Instalada Fotovoltaica em Mato Grosso no Setor Residencial no horizonte 2050. Unidade: GWpico..... | 51 |
| Figura 18. Sistemas Isolados da região Norte do Brasil e de Mato Grosso (destaque)..... | 52 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1. Produção e consumo final de energia em Mato Grosso no período 2007 a 2017. Unidade: 10 ³ tEP..... | 18 |
| Tabela 2. Produção de energia primária em Mato Grosso no período 2007 a 2017. Unidade: 10 ³ tEP..... | 19 |
| Tabela 3. Produção de energia secundária em Mato Grosso no período 2007 a 2017. Unidade: 10 ³ tEP..... | 19 |
| Tabela 4. Oferta Interna Bruta de Energia no período de 2006 a 2017 em Mato Grosso. Unidade: 10 ³ tEP..... | 23 |
| Tabela 5. Capacidade instalada de geração elétrica em usinas produtoras de etanol e açúcar em Mato Grosso no ano de 2018..... | 25 |
| Tabela 6. Capacidade instalada de termelétricas a biogás com resíduos animais e agrícolas no ano de 2018 em Mato Grosso. | 25 |
| A inserção de fontes a partir de resíduos florestais começou na década de 2010, alcançando, hoje, uma potência instalada total de 66.975 kW (Tabela 7). | |
| Tabela 7. Capacidade instalada de termelétrica a biomassa de resíduos florestais no ano de 2018 em Mato Grosso..... | 26 |
| Tabela 8. Evolução da produção de eletricidade por fonte solar fotovoltaica e à biomassa de resíduos de madeira por setor da economia. Unidade: KWh..... | 27 |
| Tabela 9. Nível de produção de eletricidade por novas fontes renováveis por mesorregiões do Estado de Mato Grosso em 2017. | 30 |
| Tabela 10. Efeito de escala - participação das fontes fósseis no consumo de eletricidade por mesorregião de Mato Grosso no período 2014 a 2017..... | 35 |
| Tabela 11. Estimativas do potencial de mercado de energia solar fotovoltaica em Mato Grosso. | 43 |
| Tabela 12. Potencial de mercado atingível de energia solar fotovoltaica em Mato Grosso no horizonte de projeção 2050. | 49 |
| Tabela 13. Estimativa de produção de eletricidade e consumo de óleo Diesel das termelétricas no Sistema Isolado de Mato Grosso em 2018..... | 53 |
| Tabela 14. Áreas em florestas particulares passíveis de exploração via manejo sustentável em Mato Grosso. | 54 |

| | |
|---|----|
| Tabela 15. Áreas de efetivo manejo descontadas as áreas de proteção permanente em florestas particulares em Mato Grosso..... | 54 |
| Tabela 16. Potencial de produção madeireira e geração de resíduos de biomassa em florestas particulares em Mato Grosso..... | 54 |
| Tabela 17. Potencial de geração elétrica e de capacidade instalada à biomassa lenhosa residual de manejo florestal e do processamento da madeira em Mato Grosso em 2017. | 55 |
| Tabela 18. Potencial de produção madeireira e geração de resíduos de biomassa em área de FPF manejadas em Mato Grosso em 2017. | 55 |
| Tabela 19. Potencial de produção de madeira em toras para outras finalidades, potencial de geração de resíduos e de eletricidade e capacidade instalada..... | 56 |
| Tabela 20. Parâmetros técnicos para avaliação da viabilidade econômica de utilização da biomassa de resíduos florestais no Sistema Isolada de Mato Grosso. | 57 |
| Tabela 21. Metas estimadas de capacidade de potência fotovoltaica nos setores da economia de Mato Grosso no horizonte de 2050. | 64 |
| Tabela 22. Metas estimadas de produção de energia de plantas baseadas na biomassa de resíduos florestais nos sistemas isolado e interligado de Mato Grosso no horizonte de 2050. | 65 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|----|
| Quadro 1. Síntese dos macro-objetivos estratégicos a serem perseguidos pelo Estado a fim de apoiar e fomentar as fontes renováveis de energia nas diferentes regiões. | 41 |
| Quadro 2. Premissas Adotadas..... | 43 |
| Quadro 3. Premissas adotadas para o setor residencial..... | 48 |
| Quadro 4. Premissas adotadas para o setor comercial..... | 48 |
| Quadro 5. Premissas adotadas para o setor industrial..... | 48 |
| Quadro 6. Premissas adotadas para o setor público. | 49 |
| Quadro 7. Premissas adotadas para o setor agropecuário. | 49 |
| Quadro 8. Políticas e Programas Nacionais e Estaduais existentes e em curso em Mato Grosso. | 60 |
| Quadro 9. Propostas específicas. Ações no âmbito do Governo Estadual com articulações com os governos Municipal e Federal e setor privado. | 66 |

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

| | |
|--------|--|
| ANEEL | Agência Nacional de Energia Elétrica |
| AGER | Agência Estadual de Regulação dos Serviços Públicos |
| APP | Áreas de Proteção Permanentes |
| BNDES | Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social |
| CEDEM | Conselho Estadual de Desenvolvimento Empresarial |
| CCC | Conta de Consumo de Combustível |
| COFINS | Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social |
| CONFAZ | Conselho Nacional de Política Fazendária |
| EE | Eficiência Energética |
| EPE | Empresa de Pesquisa Energética |
| FER | Fonte de Energia Renovável |
| FIEMT | Federação das Indústrias no Estado de Mato Grosso |
| FPart | Florestas Particulares |
| FPF | Florestas Públicas Federais |
| FV | Fotovoltaico |
| GD | Geração Distribuída |
| GEE | Gases de Efeito Estufa |
| GLD | Gerenciamento do Lado da Demanda |
| GLO | Gerenciamento do Lado da Oferta |
| GLP | Gás Liquefeito de Petróleo |
| GWh | Giga Watt hora |
| GWp | Giga Watt pico |
| ICMS | Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços |
| IEA | Agência Internacional de Energia |
| IEI | International Energy Initiative |
| IPCC | Intergovernmental Panel on Climate Change |
| kWh | Quilo watt hora |
| kWp | Quilo Watt pico |
| LCOE | <i>Levelized Cost of Electricity</i> |

| | |
|----------|--|
| MT | Mato Grosso |
| NZEB | <i>Net Zero Energy Buildings</i> |
| ONS | Operador Nacional do Sistema Elétrico |
| O&M | Operação e Manutenção |
| PCH | Pequena Central Hidrelétrica |
| PDE | Plano Decenal de Energia |
| PEDER-MT | Plano Estratégico para o Desenvolvimento de Energias Renováveis em Mato Grosso |
| PESI | Programa de Energia Sustentável da Indústria |
| PIB | Produto Interno Bruto |
| PIR | Planejamento Integrado de Recursos |
| PIS | Programa de Integração Social |
| PNR/P | Produção de Novas Renováveis por Produção total |
| PRODEIC | Programa de Desenvolvimento Industrial e Comercial |
| PROINFA | Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica |
| P&D | Pesquisa e Desenvolvimento |
| RED | Recurso Energético Distribuído |
| SENAI | Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial |
| SFB | Serviço Florestal Brasileiro |
| SI | Sistema Isolado |
| SICME | Secretaria de Estado de Indústria, Comércio, Minas e Energia |
| SIN | Sistema Interligado Nacional |
| tEP | Tonelada Equivalente de Petróleo |
| TIR | Taxa Interna de Retorno |
| TMC | Taxa Média de Crescimento |
| VA | Valor Adicionado |
| VPL | Valor Presente Líquido |

1. OBJETIVOS DO PLANO

O Plano Estratégico para o Desenvolvimento de Energias Renováveis em Mato Grosso - PEDER-MT é um documento informativo destinado ao setor energético e à sociedade, de caráter indicativo, sobre as perspectivas de expansão das fontes renováveis, especificamente a solar fotovoltaica e a baseada na biomassa de resíduos de madeira, no Estado no horizonte de 2050.

Através de uma visão integrada da matriz energética estadual, as análises contidas neste Plano propiciam apoio ao planejamento energético, identificam e avaliam as estratégias para a expansão da oferta dessas fontes renováveis.

A preparação do PEDER-MT iniciou com a elaboração do Relatório “Avaliação dos potenciais técnico e econômico de geração e uso de energias renováveis em Mato Grosso”, documento base e referência que incorporou informações relevantes e cenários prospectivos úteis para a realização deste Plano.

O documento sinaliza ao poder público e à iniciativa privada as orientações para a tomada de decisão necessária e ações que compatibilizem um adequado uso do potencial energético considerando um suprimento eficiente de eletricidade à sociedade com reduzido impacto no meio ambiente. O relatório também considera os planos transversais estaduais que, além de interagir com o setor energético, podem servir de apoio às políticas e estratégias relacionadas a ele e orientadas pelas diretrizes nacionais na área de energia.

2. PONTOS – CHAVE

- Eixo Estratégico: o governo deve continuar a promover a produção de energia a partir de fontes de energia renovável, com sustentabilidade ambiental e econômica, visando à transição energética, ao cumprimento do Acordo de Paris, ao crescimento econômico e à criação de emprego.
- Manter e aprimorar as atuais regulamentações e incentivos à produção de energia a partir das fontes renováveis, o que tem contribuído para o diferencial na matriz energética mato-grossense.
- Mato Grosso tem incorporado a energia renovável no consumo final bruto de energia elétrica, como se observa no ano de 2017, quando atingiu 94,0% de participação.
- Com o aumento do consumo de eletricidade devido ao atual ritmo de crescimento da economia, é necessário implementar medidas que estimulem a modernização da indústria de energia, com investimentos em equipamentos inovadores de produção de energia renovável, utilizando o potencial do Estado.
- A atuação do governo é fundamental junto à iniciativa privada para criar um ambiente comercial e regulatório mais favorável à penetração da microgeração fotovoltaica nos setores da economia.
- Em termos de geração distribuída (GD), os projetos devem ser fomentados a partir de fontes renováveis como a energia solar e baseados na biomassa, tendo como pilares a preocupação com o meio ambiente, as oportunidades para o setor elétrico e os benefícios socioeconômicos das medidas determinadas como geração de empregos, especialização de mão-de-obra, inclusão energética, entre outros. atendimento mais eficiente em serviços públicos e bem-estar da população local.
- Privilegiar a geração distribuída como grande motivadora para o abatimento das emissões dos gases de efeito estufa, para o cumprimento das políticas nacionais e internacionais para mudanças climáticas, orientando a alocação eficaz dos recursos renováveis e aumentando efetivamente sua participação no planejamento energético.
- Ao privilegiar a GD, Mato Grosso passa a ter um indicador de confiança mais elevado no fornecimento de energia elétrica e independente do sistema hidrotérmico tradicional, favorecendo o sistema elétrico interligado. Dessa forma, evita-se os déficits

de geração e a construção de linhas longas de transmissão e distribuição no território estadual, permitindo ganhos de eficiência, postergando investimentos em novos empreendimentos de grande porte e reduzindo os conflitos com áreas indígenas e órgãos ambientais.

- O cenário mais viável nos curto e médio prazos para a biomassa baseada nos resíduos da madeira é o aproveitamento do potencial nos Sistemas Isolados. Assim, são necessárias, urgentemente, intervenções diligentes de governo para garantir o sucesso de políticas públicas que tenham por objetivo promover estas fontes renováveis e solução das barreiras e dificuldades em relação à “complexidade das questões florestais e energéticas, especialmente em relação ao manejo de florestas nativas na região amazônica e à substituição da geração a Diesel nos SIs” (EPE, 2018).
- Para essa biomassa a produção de eletricidade nos Sistemas Isolados pode saltar de 5 GWh para 539 GWh no longo prazo, se aproveitado todo o potencial de resíduos da área de efetivo manejo florestal no SI de Mato Grosso.
- Os números mostram que o Estado tem apresentado forte evolução em plantas fotovoltaicas, da ordem de 1926,0% entre 2015 e 2018. Com um potencial expressivo para todos os setores da economia, este valor estimado aponta para um papel importante da geração fotovoltaica no atendimento à demanda elétrica estadual nas próximas décadas, sendo projetada uma capacidade instalada de 5,6 GWpico em 2050. Com as premissas adotadas no Relatório “Avaliação dos potenciais técnico e econômico de geração e uso de energias renováveis em Mato Grosso”, em que esta tecnologia seja factível nesta proporção, também em função de novas e favoráveis políticas públicas, podem-se gerar 1,01 GW médios, o que corresponderia a 42,0% da demanda total de eletricidade estimada naquele ano.
- Para que se efetive esse potencial é imprescindível um planejamento integrado dos recursos energéticos que, em uníssono com o planejamento ambiental, de recursos hídricos e de desenvolvimento regional, garanta o adequado desenvolvimento das fontes renováveis, considerando as diferenças intra-regionais de Mato Grosso. Neste cenário, é necessária uma abordagem integrada e abrangente dos aspectos sociais, econômicos, ambientais, políticos e tecnológicos para que o setor energético seja sustentável, assentando-se no contexto da infraestrutura, considerando as suas

especificidades e suas relações com o desenvolvimento e, principalmente, com o meio ambiente.

3. BREVE DIAGNÓSTICO SETORIAL

3.1 Produção e Consumo de Energia

O Estado de Mato Grosso produz somente energia primária renovável e apresenta um aumento na produção total de energia no período de 2007 a 2017 de 194,0%, com uma taxa média de crescimento (TMC) de 6,0% ao ano. Com um consumo crescente à taxa de 5,0% ao ano, a relação entre produção e consumo mantém uma média no período de 75,0% como mostra a **Tabela 1**.

Tabela 1. Produção e consumo final de energia em Mato Grosso no período 2007 a 2017. Unidade: 10³ tEP.

| Fluxo | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | TMC (%) |
|-----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| Produção | 2.304 | 2.795 | 2.728 | 2.799 | 2.677 | 3.224 | 3.408 | 3.544 | 3.671 | 3.701 | 4.476 | 6 |
| Consumo final energético | 3.119 | 3.474 | 3.467 | 3.830 | 4.054 | 4.428 | 4.922 | 5.031 | 4.977 | 4.859 | 5.094 | 5 |
| <i>Produção/Consumo (%)</i> | <i>74</i> | <i>80</i> | <i>79</i> | <i>73</i> | <i>66</i> | <i>73</i> | <i>69</i> | <i>70</i> | <i>74</i> | <i>76</i> | <i>88</i> | <i>2</i> |

3.2 Produção de Energia Primária

Entre os energéticos primários produzidos os principais são os produtos da cana, com 37,8%, seguidos pela energia hidráulica, que triplicou a produção em 11 anos, com 35,5% do total. O biodiesel é o energético que apresenta a maior taxa de crescimento (47,0% ao ano), acompanhado de outras primárias como o biogás, fotovoltaica, casca de arroz e resíduos de madeira. A lenha é um energético que diminuiu sua participação na metade do período, mas, de forma gradual, voltou a crescer, apresentando uma oscilação com taxa negativa de 0,5% ao ano, de acordo com a **Tabela 2**.

Tabela 2. Produção de energia primária em Mato Grosso no período 2007 a 2017. Unidade: 10³ tEP.

| Fontes | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | TMC (%) |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| Energia hidráulica | 479 | 653 | 703 | 627 | 698 | 831 | 884 | 938 | 902 | 1.042 | 1.553 | 11 |
| Lenha | 279 | 277 | 283 | 418 | 352 | 317 | 307 | 243 | 271 | 256 | 263 | -0,5 |
| Caldo de cana | 652 | 704 | 646 | 578 | 529 | 716 | 751 | 754 | 760 | 724 | 714 | 1 |
| Bagaço de cana | 881 | 920 | 785 | 721 | 699 | 980 | 1.029 | 1.033 | 1.041 | 992 | 978 | 1 |
| Biodiesel | 10 | 242 | 311 | 450 | 396 | 378 | 331 | 484 | 670 | 648 | 724 | 47 |
| Outras primárias (*) (1) | 4 | - | - | 6 | 4 | 2 | 105 | 93 | 10 | 11 | 18 | 16 |
| Total | 2.304 | 2.795 | 2.728 | 2.799 | 2.677 | 3.224 | 3.408 | 3.544 | 3.655 | 3.673 | 4.250 | 6 |

(*) (1) Resíduos florestais, biogás e fotovoltaica.

(1) A produção de energia a partir de biogás iniciou-se a partir de 2015.

3.3 Produção de Energia Secundária

A eletricidade é o principal energético secundário produzido, exibindo elevada taxa de crescimento ao longo da série histórica, 10,0% a.a., seguido da produção de etanol, que representou, em 2017, 27,0% da produção de energia secundária no Estado (**Tabela 3**). Outras fontes secundárias juntas, como briquetes de casca de arroz, serragem de madeira e moinha de carvão vegetal, superaram a produção de carvão vegetal, aumentando à taxa de 9,0% a.a.

Tabela 3. Produção de energia secundária em Mato Grosso no período 2007 a 2017. Unidade: 10³ tEP.

| Energéticos | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | TMC (%) |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| Eletricidade | 608 | 735 | 762 | 666 | 729 | 1.007 | 1.096 | 1.235 | 1.382 | 1.077 | 1.706 | 10 |
| Carvão vegetal | 26 | 35 | 43 | 50 | 33 | 36 | 20 | 12 | 26 | 21 | 24 | -1 |
| Etanol Hidratado | 253 | 314 | 285 | 294 | 262 | 254 | 278 | 337 | 407 | 341 | 427 | 5 |
| Etanol Anidro | 199 | 204 | 145 | 146 | 176 | 254 | 288 | 271 | 282 | 280 | 297 | 4 |
| Outras fontes secundárias (*) | 11 | 11 | 6 | 16 | 20 | 10 | 11 | 17 | 28 | 30 | 29 | 9 |
| Total | 1.097 | 1.300 | 1.241 | 1.173 | 1.220 | 1.560 | 1.692 | 1.872 | 2.125 | 1.749 | 2.482 | 8 |

3.4 Consumo Final e Comércio Externo de Energia

A **Figura 1** mostra a evolução do consumo final energético, atingindo, em 2017, um nível 13,5% maior que a produção de energia no estado. A importação, devida majoritariamente aos derivados de petróleo, mantém taxa crescente, tendo aumentado no período analisado 64,0%,

e a exportação estadual, quase exclusivamente de eletricidade, quadruplicou entre 2006 e 2017.

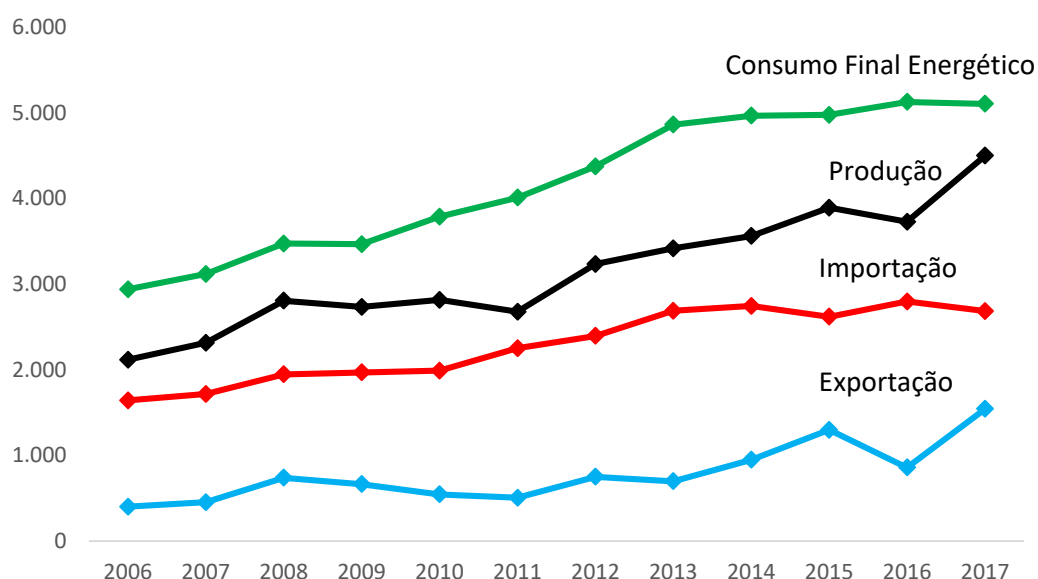


Figura 1. Produção x Consumo x Importação x Exportação de Energia em Mato Grosso no período 2006 a 2017. Unidade: 10³ tEP.

3.4.1 Eletricidade

Em termos de produção e consumo de eletricidade, a **Figura 2** mostra que o consumo de eletricidade cresce a uma taxa média anual de 5,3% a.a. enquanto que a produção disparou no período à taxa de 9,8% a.a. com investimentos sobretudo em hidrelétricas e grande número de pequenas centrais hidrelétricas, atingindo uma produção próxima a 20 mil GWh em 2017.

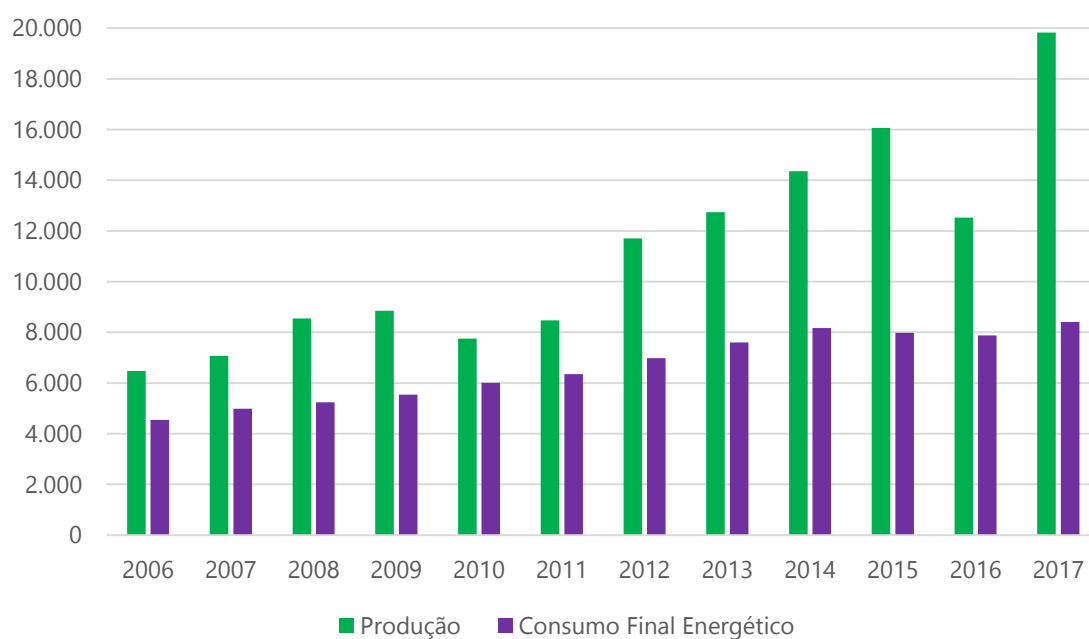


Figura 2. Produção x Consumo de Eletricidade em Mato Grosso no período 2006 a 2017. Unidade: GWh.

3.4.2 Consumo de Eletricidade por Setor

O consumo setorial (**Figura 3**) aponta para uma supremacia do setor industrial no consumo de eletricidade no Estado, mas, decrescente nos últimos 5 anos da série, sendo superado pelo setor residencial. O destaque é o setor agropecuário que apresenta nos últimos 4 anos da série uma taxa de crescimento média anual de 2,03% a.a., seguida do setor residencial, com 1,7% a.a. O setor comercial mantém uma média de consumo da ordem de 19,0%, o terceiro maior.

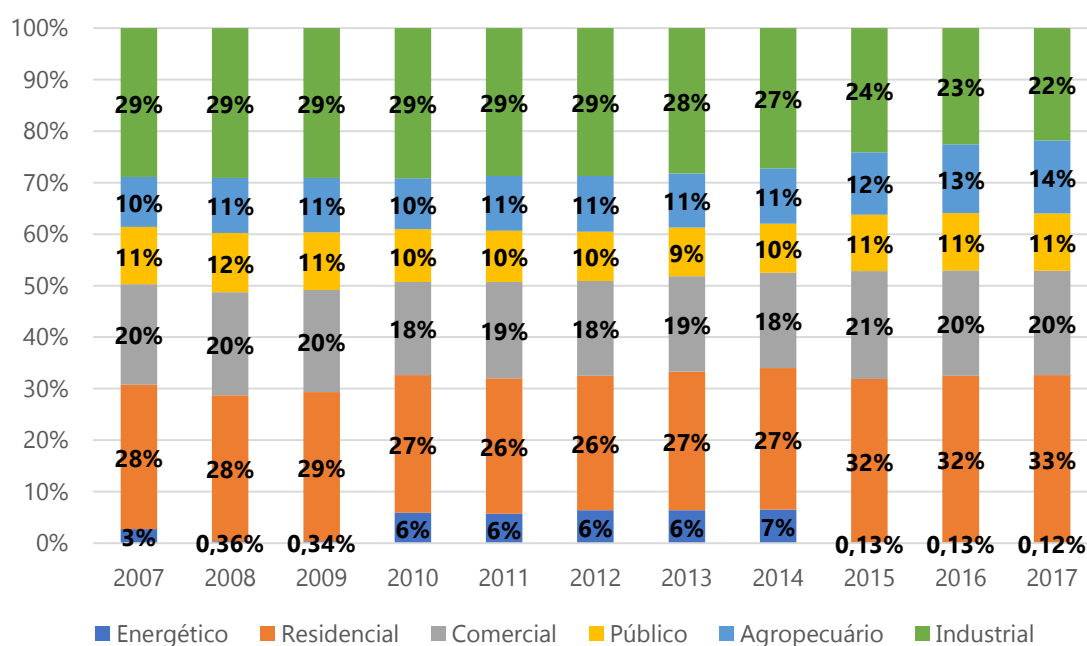


Figura 3. Evolução da participação setorial no consumo de eletricidade em Mato Grosso no período 2007 a 2017.

3.5 Oferta Interna de Energia

A Oferta Interna Bruta de Energia no Estado aumentou no período analisado 165,0% graças ao incremento da produção de energia primária (produtos da cana e energia hidráulica, principalmente) e à eletricidade, numa taxa acelerada de 6,5% a.a. (**Figura 4**).

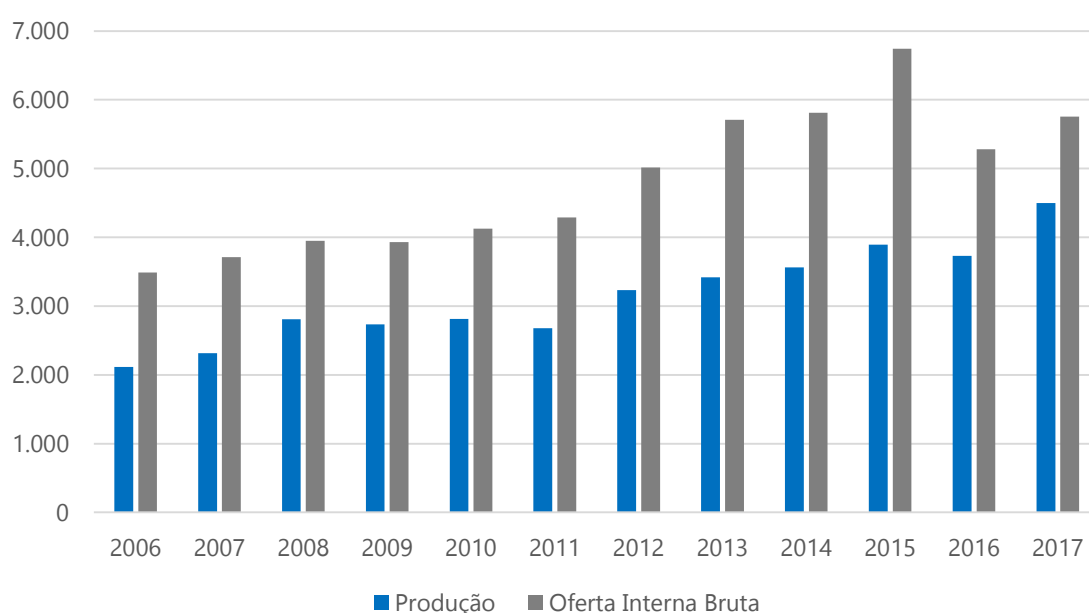


Figura 4. Produção x Oferta Interna Bruta em Mato Grosso no período 2006 a 2017. Unidade: 10³ tEP.

Ao analisar a **Tabela 4** a Oferta Interna Bruta de Energia em Mato Grosso é majoritariamente não renovável, com a presença dos derivados de petróleo e do gás natural, perfazendo 51,0% do total, mas, a oferta de fontes renováveis também vem crescendo à taxa elevada de 4,3% a.a.

Tabela 4. Oferta Interna Bruta de Energia no período de 2006 a 2017 em Mato Grosso. Unidade: 10³ tEP.

| Fontes/Ano | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Não renováveis | 1774 | 1810 | 1950 | 1963 | 2011 | 2269 | 2769 | 3265 | 3419 | 4410 | 2980 | 2923 |
| Gás Natural | 184 | 186 | 5 | 2 | 2 | 2 | 333 | 475 | 573 | 792 | 29 | 183 |
| Derivados do Petróleo | 1590 | 1624 | 1945 | 1960 | 2009 | 2267 | 2436 | 2790 | 2846 | 3618 | 2950 | 2740 |
| Renováveis | 1714 | 1877 | 1998 | 1969 | 2114 | 2019 | 2248 | 2443 | 2390 | 2332 | 2303 | 2831 |
| Energia Hidráulica | 426 | 479 | 657 | 703 | 627 | 698 | 831 | 884 | 938 | 902 | 1042 | 1588 |
| Elettricidade | -89 | -90 | -208 | -204 | -1 | -15 | -253 | -278 | -356 | -590 | -309 | -886 |
| Lenha | 294 | 279 | 277 | 283 | 418 | 352 | 317 | 307 | 243 | 271 | 256 | 263 |
| Carvão Vegetal | -8 | -8 | -8 | -14 | -17 | -11 | -12 | -7 | -4 | -19 | -12 | -15 |
| Produtos da Cana | 1012 | 1078 | 1212 | 1129 | 962 | 883 | 1250 | 1303 | 1340 | 1547 | 1143 | 1316 |
| Outras fontes | 80 | 139 | 68 | 73 | 125 | 114 | 115 | 233 | 230 | 221 | 184 | 565 |

3.6 Fontes Produtoras de Eletricidade – Renováveis

Com uma forte predominância da fonte hidráulica - 91,0% de toda a produção (**Figura 5**) a geração elétrica tem em outras fontes renováveis uma participação ainda muito tímida, como são os casos do bagaço de cana, os resíduos de madeira, o biogás e a fotovoltaica – estas três últimas somando apenas 0,6% atualmente. Entre as não renováveis, note-se que o gás natural já representou 22,0% da geração elétrica no Estado, em 2014, enquanto havia fornecimento de gás natural importado da Bolívia, e em 2017 participou com 4,5% devido à suspensão de oferta do insumo.

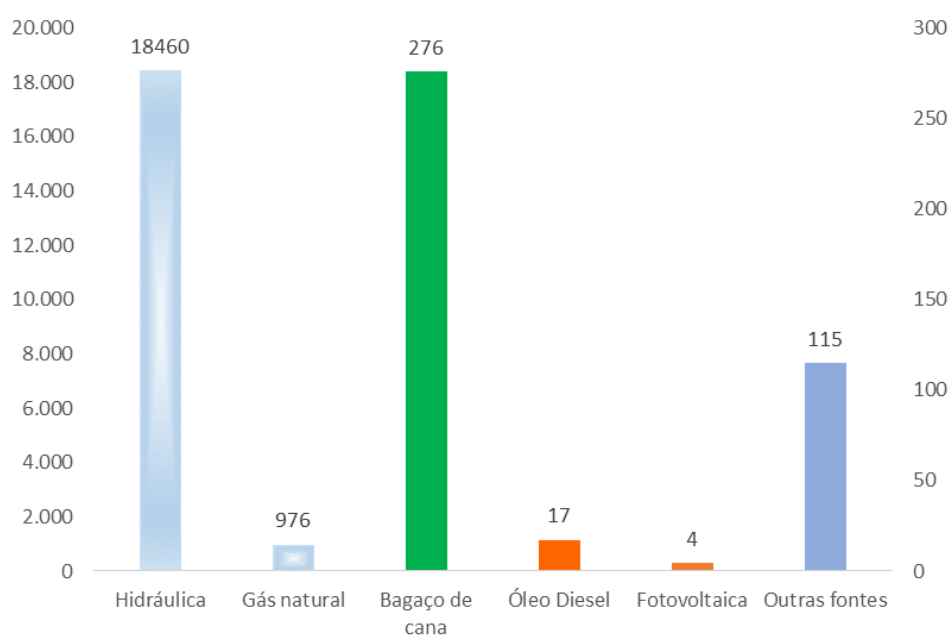


Figura 5. Participação das fontes na produção de eletricidade em Mato Grosso no ano de 2017. Hidráulica (valores eixo à esquerda). Unidade: GWh.

O bagaço de cana tem sido aproveitado para geração elétrica em três usinas sucroalcooleiras, conforme a **Tabela 5**, sendo a Itamarati e a Barrálcool classificadas como Produtoras Independentes de Energia e a Coprodia, Autoprodutora de Energia¹. A potência instalada total é de 177.096 kW, correspondendo a 5,4 % da capacidade instalada total de geração elétrica do Estado – 3.285 MW.

¹Produtores Independentes de Energia – PIE tradicionalmente são classificados como APE – Autoprodutores de Energia.

Tabela 5. Capacidade instalada de geração elétrica em usinas produtoras de etanol e açúcar em Mato Grosso no ano de 2018.

| Usina | Potência instalada (kW) | Localização - | Proprietário |
|------------------|-------------------------|-----------------------------|---|
| Itamarati | 37.500 | Tangará da Serra/Sudoeste | Usinas Itamarati S/A |
| Barrálcool | 30.000 | Barra do Bugres/Sudoeste | Usina Barrálcool S/A |
| Coprodia | 27.200 | Campo Novo do Parecis/Norte | Cooperativa Agrícola de Produtores de Cana de Campo Novo do Parecis Ltda. |
| Alto Taquari | 72.700 | Alto Taquari | Companhia Brasileira de Energias Renováveis. |
| Caramuru Sorriso | 9.696 | Sorriso | Caramuru Alimentos Ltda. |
| Total | 177.096 | - | - |

Fonte: (ANEEL, 2018).

O aproveitamento do biogás produzido a partir dos resíduos de animais (suínos) e agrícolas apresenta uma capacidade instalada em 2018 de 4.263,5 kW, conforme **Tabela 6**.

Tabela 6. Capacidade instalada de termelétricas a biogás com resíduos animais e agrícolas no ano de 2018 em Mato Grosso.

| Município | Fonte | Potência Instalada (kW) |
|------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Sorriso | Biogás - RA | 780 |
| Tapurah | Biogás - RA | 1.560 |
| Tapurah | Biogás-AGR | 276 |
| Vera | Gás Alto Forno Biomassa | 276 |
| Vera | Gás Alto Forno Biomassa | 276 |
| Sorriso - MT | Biogás-AGR | 276 |
| Sorriso - MT | Biogás - RA | 67,5 |
| Tapurah - MT | Biogás - RA | 500 |
| Santa Rita do Trivelato - MT | Biogás-AGR | 252 |
| Total | | 4.263,5 |

Nota: RA = resíduos animais; AGR = resíduos agrícolas.

- Resíduos Florestais

A inserção de fontes a partir de resíduos florestais começou na década de 2010, alcançando, hoje, uma potência instalada total de 66.975 kW (Tabela 7).

Tabela 7. Capacidade instalada de termelétrica a biomassa de resíduos florestais no ano de 2018 em Mato Grosso.

| Usina | Município | Potência (kW) |
|--------------------|-----------------------|---------------|
| Araguassu | Porto Alegre do Norte | 1.200 |
| Egídio | Juruena | 2.000 |
| Nortao | Aripuanã | 1.275 |
| Primavera do Leste | Primavera do Leste | 8.000 |
| Guaçu | Aripuanã | 30.000 |
| Conselvan | Aripuanã | 1.500 |
| Atos | Nova Bandeirantes | 3.000 |
| Martins | Colniza | 2.000 |
| F&S Agri Solutions | Lucas do Rio Verde | 18.000 |
| Total | | 66.975 |

As empresas da cadeia da indústria da madeira apresentam uma capacidade efetiva de produção diversificada, com limitações e gargalos técnicos que vão desde a idade dos equipamentos, competência técnica às dificuldades estruturais para estabelecimento das serrarias e unidades de beneficiamento.

A **Figura 6** compara a evolução da produção de eletricidade devida a todas as fontes renováveis reunidas (fotovoltaica, biogás e resíduos florestais), exceto hidráulica, em Mato Grosso. A participação da fonte solar se iniciou com maior frequência no ano de 2015.

A geração fotovoltaica passou de 0,294 GWh em 2015 para 1,658 GWh em 2017, um incremento de 564,0%. Aliadas à produção do bagaço de cana, outras fontes primárias de produção de eletricidade surgiram nos últimos quatro anos: termelétricas à biomassa baseada em resíduos florestais e biogás de resíduos animais e agrícolas.

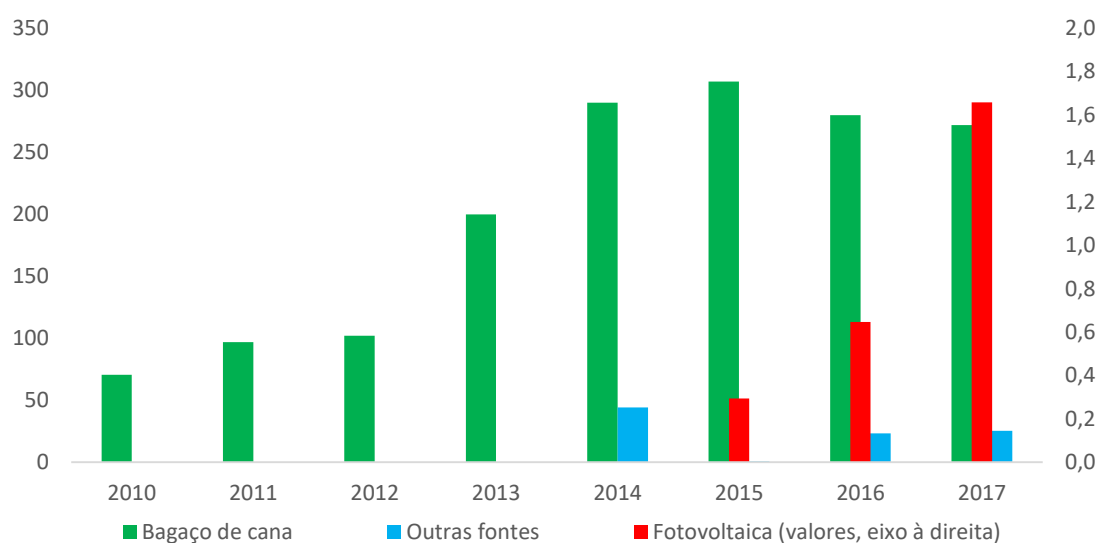


Figura 6. Evolução da participação das fontes solar e da biomassa na geração elétrica de Mato Grosso de 2010 a 2017. Unidade: GWh.

A **Tabela 8** indica a produção de eletricidade por fonte solar fotovoltaica para os setores da economia do Estado de Mato Grosso no período de 2015 a 2018. Estes setores produziram um total de 5.645.161,1 kWh no ano de 2018, um incremento de 1.926,0% em relação ao ano de 2015, com os setores residencial, comercial e agropecuário em destaque.

Tabela 8. Evolução da produção de eletricidade por fonte solar fotovoltaica e à biomassa de resíduos de madeira por setor da economia. Unidade: kWh.

| Setor/Ano | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
|--------------|------------------|------------------|--------------------|--------------------|
| Agropecuária | 255.312,0 | 262.233,8 | 423.990,9 | 1.308.380,4 |
| Industrial | 1.446,8 | 79.464,4 | 127.369,5 | 379.915,6 |
| Público | - | 8.113,3 | 13.389,7 | 195.115,1 |
| Comercial | 28.277,2 | 142.526,5 | 564.092,0 | 2.062.830,2 |
| Residencial | 8.839,5 | 154.529,0 | 423.990,9 | 1.698.919,8 |
| Total | 293.875,5 | 646.867,0 | 1.552.833,0 | 5.645.161,1 |

4. CONSIDERAÇÕES TÉCNICO-ANALÍTICAS E INDICADORES PARA O DESENVOLVIMENTO DE FONTES RENOVÁVEIS EM MATO GROSSO

Um dos principais compromissos do governo para se buscar o pleno desenvolvimento e o bem-estar da população, em geral, é a instalação de sistemas energéticos de produção e uso em locais de comunidades carentes, isoladas, não servidas por rede elétrica, para apoiar o atendimento das demandas sociais básicas das mesorregiões de Mato Grosso. Analisando a **Figura 7** observamos que a mesorregião Nordeste importa de outras regiões praticamente toda a eletricidade que consome - um déficit resultante de sua baixa produção, da ordem de apenas 1,4% do total estadual. As outras mesorregiões do Estado produzem energia elétrica e a transacionam entre si, de acordo com as demandas intra-regionais, ou exportam-na para o Sistema Interligado Nacional - SIN também, como é o caso da região Centro Sul que gera excedentes de eletricidade quando a Termelétrica movida a gás natural de Cuiabá opera.

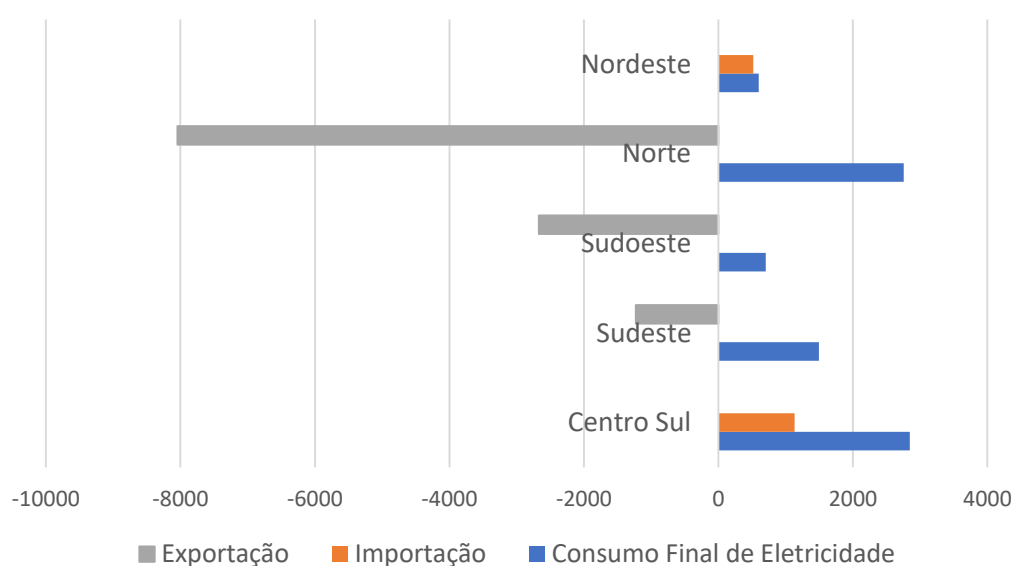


Figura 7. Balanço de comércio interno e externo de eletricidade entre as mesorregiões de Mato Grosso no ano de 2017. Unidade: GWh.

Nas condições de balanço de oferta e do atual contexto de produção de energia por fontes renováveis fotovoltaicas e da biomassa, as políticas públicas devem direcionar esforços, em grande parte, para a viabilização de instalação de microssistemas energéticos de produção e

uso locais, promovendo o suprimento de eletricidade aos pequenos produtores, aos núcleos de colonização e às populações isoladas.

A complementaridade das fontes renováveis descentralizadas aos sistemas convencionais deve ser priorizada nas regiões mais carentes do Estado como a Nordeste e a Sudoeste que apresentam comunidades isoladas e afastadas dos maiores centros através de medidas de incremento da oferta de energia para atendimento à própria região, e a custos mais baixos, substituindo fontes fósseis, e associadas a programas de desenvolvimento social e econômico. Nas regiões mais desenvolvidas Norte, Sudeste e Centro Sul a complementação de energia elétrica por Fontes de Energia Renováveis - FERs descentralizadas e/ou centralizadas deverá ser realizada utilizando-se sistemas individuais e coletivos também como reforço às redes existentes.

Alguns indicadores auxiliam neste processo e permitem subsidiar a formulação dos instrumentos de políticas públicas.

- 1º) Eletricidade gerada por fontes renováveis (%) = $\frac{\text{Produção por FERs ou novas renováveis}}{\text{Produção total de eletricidade}}$ (PNR/P);
- 2º) Capacidade total de produção das fontes renováveis (GWh);
- 3º) Consumo específico de eletricidade por habitante (GWh ano/hab);
- 4º) Intensidade elétrica do setor econômico (GWh/Valor Adicionado);
- 5º) Capacidade total de produção das fontes fósseis (GWh);
- 6º) Consumo de eletricidade devida às fontes fósseis (GWh);
- 7º) Emissões de CO₂ per capita (devidas a todas as fontes energéticas e às fontes fósseis); e
- 8º) Número de medidas/políticas de incentivos/subsídios existentes acumulados ao longo dos anos.

A participação das novas fontes renováveis ainda é muito tímida na produção de eletricidade no Estado como mostra a **Tabela 9** representando, em 2017, apenas 0,6% do total, as fontes renováveis enfrentam sérios problemas de infraestrutura para sua difusão, além das barreiras já discutidas. A mesorregião Norte lidera os investimentos nestas fontes com 98,0% da produção estadual, com grande contribuição dos resíduos florestais e do biogás, e apresenta a maior relação entre a produção por renováveis e a produção total de eletricidade. Observe-

se que, em função das características de cada região do estado, a evolução do indicador PNR/P pode direcionar medidas de incentivo às fontes renováveis.

Tabela 9. Nível de produção de eletricidade por novas fontes renováveis por mesorregiões do Estado de Mato Grosso em 2017.

| Mesorregião | Produção total (P) | Produção de Novas Renováveis (PNR) | Indicador PNR/P % |
|--------------------|--------------------|------------------------------------|-------------------|
| | GWh | GWh | |
| Centro Sul | 1.945,2 | 1,2 | 0,06 |
| Sudeste | 2972,6 | 0,2 | 0,01 |
| Sudoeste | 3008,9 | 0,5 | 0,02 |
| Nordeste | 283,10 | 0,4 | 0,14 |
| Norte | 11.858,0 | 116,8 | 0,98 |
| Mato Grosso | 20.067,7 | 119,1 | 0,59 |

Nestas condições, a capacidade instalada de FERs para o Estado de Mato Grosso deve ser planejada segundo um portfólio de geração (*resource adequacy*) determinando o grau de flexibilidade requerido pelo sistema elétrico considerando a penetração das fontes renováveis. Deve-se desagregar o nível de capacidade necessário de acordo com os recursos existentes nas diferentes regiões do Estado, considerando os seus atributos (técnicos, ambientais, geográficos, socioeconômicos, políticos, infraestrutura). Desta forma, os programas propostos teriam direcionamento correto das fontes segundo seu potencial, teriam assegurados os incentivos adequados, superação mais factível de barreiras, resistências e gargalos, e atenderiam às especificidades de cada região e o seu modelo local de desenvolvimento. Este planejamento é a parte principal das políticas públicas a serem implementadas e deve ser baseado na integração dos recursos energéticos. Este modelo proporciona uma tríade de benefícios:

- 1) Desenvolvimento das regiões atrasadas (e.g: aplicação de recursos e promoção de iniciativas renováveis com benefícios de redução de pobreza; provê serviços de energia às pessoas sem acesso, em áreas geograficamente dispersas);
- 2) Instituição de um modelo de integração regional e social; e
- 3) Ajustamento da sociedade industrial aos limites dos recursos.

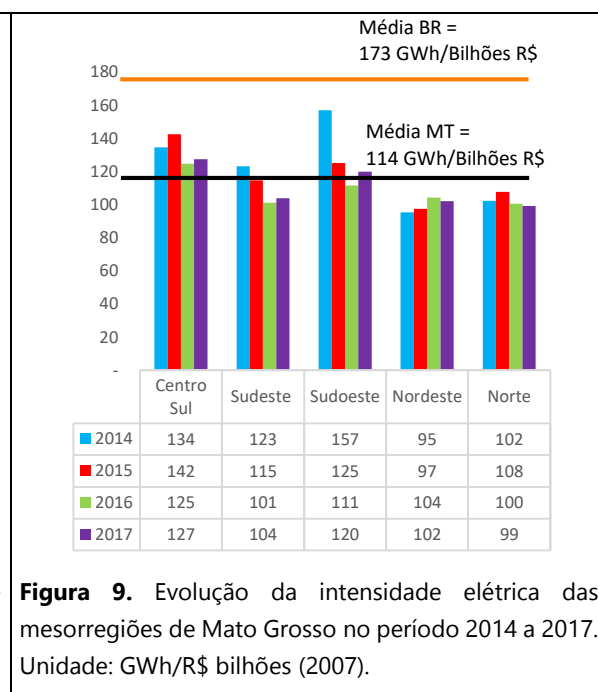
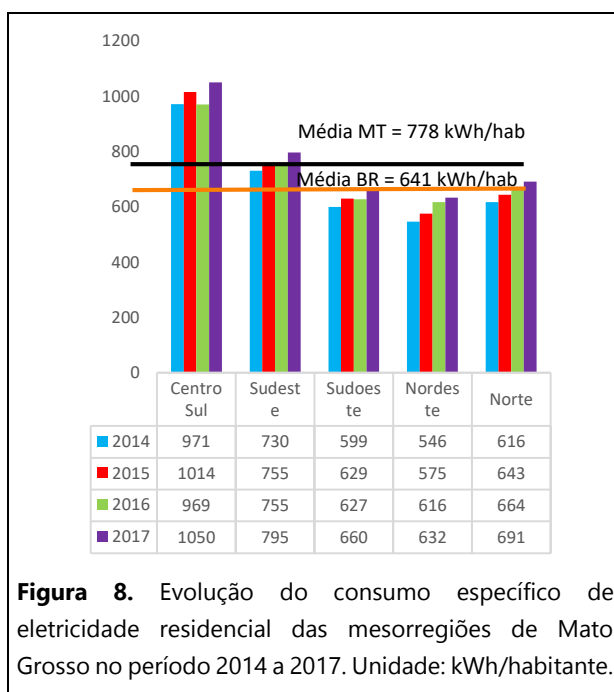
Além disso, permite encontrar a realização continuada do ótimo, ao longo do tempo, no curto e no longo prazo, com análise equilibrada dos fatores socioeconômicos. Este modelo é

indicativo e descentralizado, e convive com as várias formas de geração de energia (com custos e riscos díspares), contemplando os objetivos do governo e sociedade quanto à composição da matriz energética e da distribuição regional da população.

- **Os indicadores consumo específico e intensidade elétrica**

O consumo específico é um indicador que pode auxiliar na formulação das políticas energéticas, constituindo-se num coeficiente técnico de forte relação entre o consumo energético e variáveis independentes relevantes como o comportamento e hábitos, eficiência no uso, e que permite melhor compreensão e previsão da demanda de energia. Assim, é possível obter-se uma descrição quantitativa, baseada em medidas ou quantidades físicas, podendo derivar para os usos finais (iluminação, aquecimento, refrigeração, força motriz etc.), que favorece conhecer em detalhes as características do mercado consumidor (tecnologias, hábitos dos consumidores etc.) e, portanto, avaliar a necessidade de novos recursos para determinada região.

A **Figura 8** mostra uma comparação da evolução do consumo específico residencial de eletricidade para as cinco mesorregiões do Estado de Mato Grosso no período 2014 a 2017. Sob a perspectiva do planejamento, observam-se diferenças significativas nas evoluções e que o consumo de eletricidade intra-regional ainda está longe de atingir o patamar médio de consumo *per capita* de Mato Grosso, embora este ainda maior que o do Brasil. O consumo específico de eletricidade residencial da mesorregião Centro Sul, 1050 kWh/habitante em 2017, é 1,7 vezes maior que o da meso Nordeste, situação que se deve às condições de desenvolvimento da região, muito acima, inclusive ao consumo específico médio de Mato Grosso. A mesorregião Norte, com praticamente a mesma população que a meso Centro Sul apresenta um consumo específico da ordem de 691 kWh/habitante em 2017, 35,0% menor que o da meso Centro sul. Neste caso, não somente os hábitos da população ou eficiência tecnológica dos processos explicam esse baixo consumo específico, mas uma condição socioeconômica insuficiente da maioria das famílias. Com tendência de crescimento as amplitudes médias nos quatro anos das mesorregiões Sudoeste e Nordeste não passaram de 629 kWh/habitante e 592 kWh/habitante, respectivamente, 80,0% e 76,0% do consumo específico médio estadual.



Outra análise, não desagregada nos usos finais energéticos, mas importante, que apoia a elaboração de políticas, procura correlacionar o consumo de eletricidade com o Produto Interno Bruto – PIB, a intensidade elétrica. Este indicador, monetarizado, quando decomposto, tenta reduzir reflexos passivos dos fenômenos que pretendem resumir, e explica que, à medida em que se processa o crescimento econômico, a variação do consumo de energia elétrica (efeito de conteúdo energético) e a própria participação de cada setor da economia (efeito atividade) no produto econômico se modificam, e estas modificações influenciam a evolução do consumo de energia. A variação no consumo energético setorial ainda pode refletir um “efeito de estrutura” que sinaliza a variação no consumo energético em função da mudança observada na participação do setor considerado na formação do PIB. No caso do setor econômico, utiliza-se o Valor Adicionado (VA).

De uma forma genérica, a **Figura 9** mostra a evolução da intensidade elétrica, somente com o conteúdo energético, das mesorregiões de Mato Grosso no intervalo de 2014 a 2017. Há dois motores essenciais na evolução deste indicador entre as mesorregiões de Mato Grosso: i) as questões sociais, incluindo o desenvolvimento humano e econômico e a qualidade de vida das populações, e ii) as questões ambientais, ligadas, evidentemente, aos biomas em que estão presentes as populações. Assim, percebe-se uma certa estabilidade no indicador para cada mesorregião no período analisado, mostrando claramente que a meso Centro Sul apresenta a maior variação, 15,0% maior que a média Mato Grosso, com um perfil socioeconômico mais

intensivo em energia. A meso Nordeste tem uma média 11,0% maior que a média Mato Grosso, motivada pela taxa positiva do VA e redução do conteúdo energético. As regiões Sudeste e Nordeste ostentam intensidades elétricas semelhantes nos dois últimos anos, da ordem de 102 GWh/bilhão R\$ com distintos perfis: a primeira com conteúdo energético maior e quase o triplo do VA da Nordeste, e esta, com maior variação neste efeito no período.

Um instrumento para política energética eficaz é mensurar este indicador anualmente para todas as mesorregiões do Estado e/ou setores da economia, e utilizar, com uma maior acurácia de análise, a decomposição estrutural. O “efeito de conteúdo energético” $\Delta Efi/VAi$, que indica as melhorias de eficiência energética (conservação dos processos técnicos utilizados); o “efeito de estrutura” $\Delta VAi/PIB$, indicando as alterações de consumo devido às variações da participação do produto econômico de determinado setor i (VAi) na economia total (PIB); e o “efeito de atividade” ΔPIB , que indica a variação do consumo energético em relação à mudança observada no nível de atividade econômica global.

- **O indicador de capacidade de produção de eletricidade por combustíveis fósseis**

A produção de eletricidade por combustíveis fósseis em Mato Grosso é realizada majoritariamente através do gás natural na Termelétrica de Cuiabá, na mesorregião Centro Sul do Estado, quando ofertado o energético pela importação da Bolívia. A **Figura 10** mostra a evolução da produção nos últimos oito anos por mesorregião, indicando uma forte oscilação ao longo da série histórica, quando, em 2015, o gás natural respondeu por 87,0% da produção. Conectado ao SIN, a maior parte do sistema Mato Grosso participa da dinâmica da oferta hidrotérmica e sujeito aos métodos de contabilização da energia elétrica produzida/requerida e aos efeitos do necessário equilíbrio desta relação e do balanço de água dos reservatórios. Nos sistemas isolados (partes das mesorregiões Norte e Nordeste) a produção por combustíveis fósseis tem sido realizada através da queima de óleo Diesel.

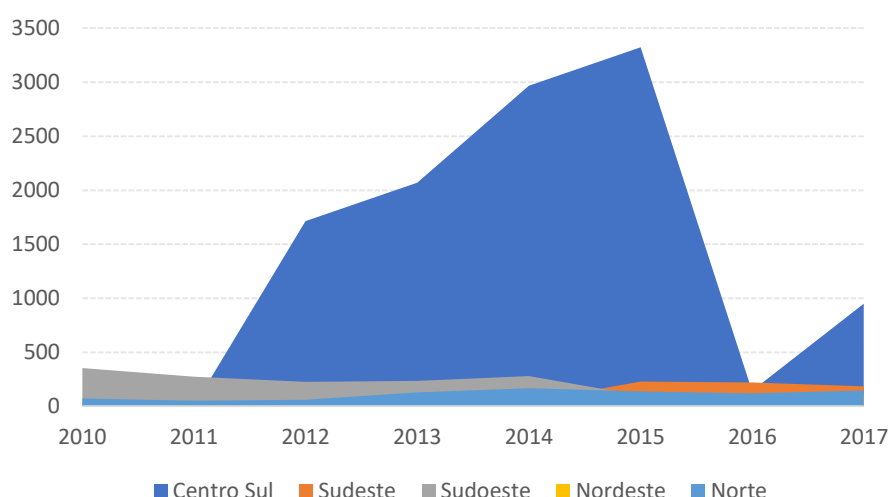


Figura 10. Produção de eletricidade por fontes fósseis nas mesorregiões de Mato Grosso no período 2010 a 2017. Unidade: GWh.

- **A intensidade elétrica e o “efeito conteúdo energético”**

O consumo de eletricidade via combustíveis fósseis, que está condicionado aos preços do petróleo e derivados e ao modal de transporte rodoviário, ganham dois importantes componentes de análise sobre o “efeito conteúdo energético” visto anteriormente – o “efeito de conservação” ou “efeito de escala” e o “efeito de substituição”. No primeiro, deve-se observar, ao longo do período, a participação do energético no consumo de eletricidade de origem fóssil em relação ao consumo total de eletricidade produzida por todas as fontes (CE_{cfi}/VA_i) e (CE_{tfi}/VA_i). A diferença entre o “efeito de conteúdo” medido para o combustível fóssil $\Delta CE_{cfi}/VA_i$ e o “efeito de conservação” é a medida do deslocamento da participação do energético fóssil no total das fontes, chamado de “efeito de substituição”.

Onde: CE_{cfi} é o consumo de eletricidade oriunda de fontes fósseis no setor i ;

VA_i é o valor agregado do setor i ;

CE_{tfi} é o consumo de eletricidade devido a todas as fontes no setor i .

A **Figura 11** mostra a variação do conteúdo energético da participação dos combustíveis fósseis nas mesorregiões de Mato Grosso, indicando modificações drásticas na mesorregião Centro Sul devido à oscilação da produção via gás natural. Nas demais regiões as amplitudes variam mais em função da economia, dos preços relativos de mercadorias, e onde se destacam as mesorregiões Norte e Nordeste.

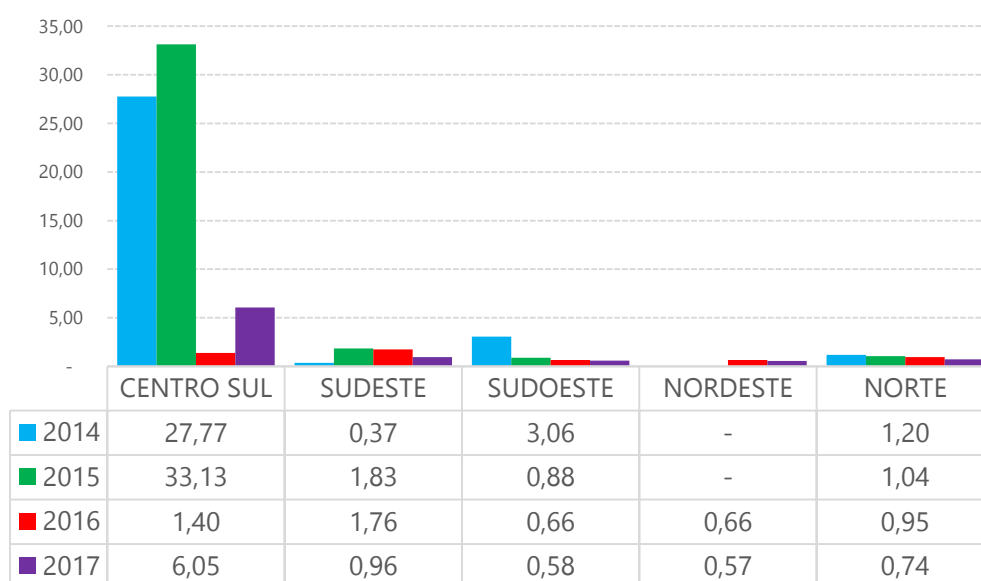


Figura 11. Efeito de conteúdo energético das fontes fósseis nas mesorregiões de Mato Grosso. Período 2014 a 2017. Unidade: GWh/bilhões R\$ (2007).

- **A intensidade elétrica e o “efeito de escala”**

O comportamento do efeito de escala na mesorregião Centro Sul depende intimamente da geração termelétrica a gás natural, **Tabela 10**, que, no entanto, tem substituto para este combustível, não comprometendo o consumo energético, quando se reduz ou zera o insumo “gás”, diferentemente de outras regiões que possuem comunidades isoladas sujeitas ao fornecimento de óleo Diesel sem energético substituto. Isto ocorreu, claramente na mesorregião Nordeste nos anos de 2016 e 2017.

Tabela 10. Efeito de escala - participação das fontes fósseis no consumo de eletricidade por mesorregião de Mato Grosso no período 2014 a 2017.

| Mesorregião/Ano | | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
|-------------------|-----|------|------|------|------|
| Centro Sul | GWh | 572 | 655 | 30 | 135 |
| | % | 21 | 23 | 1 | 5 |
| Sudeste | GWh | 5 | 23 | 24 | 14 |
| | % | 0 | 2 | 2 | 1 |
| Sudoeste | GWh | 16 | 5 | 4 | 3 |
| | % | 2 | 1 | 1 | 0 |
| Nordeste | GWh | 0 | 0 | 4 | 3 |
| | % | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Norte | GWh | 30 | 25 | 24 | 20 |
| | % | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Total Mato Grosso | GWh | 622 | 708 | 86 | 176 |
| | % | 24 | 27 | 5 | 7 |

Em relação ao efeito de substituição, na **Tabela 10**, observa-se que os combustíveis fósseis permanecem presentes ao longo do período, compondo a matriz energética, com uma substituição “aparente”; no ano 2017 a intensidade é menor em quatro regiões, e com grande amplitude na região Centro Sul.

O Relatório do IPCC divulgado em outubro de 2018 expressa a necessidade urgente de limitar-se o aquecimento global a 1,5 ° C para evitar impactos ambientais e socioeconômicos severos (IPCC, 2006). O monitoramento das emissões líquidas de gases de efeito estufa são parte importante deste processo e as metas a serem atingidas realisticamente pelos países no Acordo de Paris 2015 devem incorporar o setor energético com aumento da inserção de fontes renováveis.

As emissões *per capita* são indicadores que devem ser monitorados primeiramente como fator de descarbonização da economia, depois como fator de geração de mais empregos, possibilidade de substituição de fontes por tecnologias avançadas e aumento de segurança energética; além de permitir acompanhamento das políticas públicas relacionadas às mudanças climáticas. Para efeito de comparação os indicadores são relativos às emissões de todas as fontes (renováveis e fósseis). O Brasil se comprometeu, pelo Acordo de Paris, a reduzir suas emissões em 37% em relação aos níveis de 2005 até 2025, e até 43% em 2030. A substituição das fontes fósseis pelas renováveis é uma das mais importantes contribuições à mitigação das emissões.

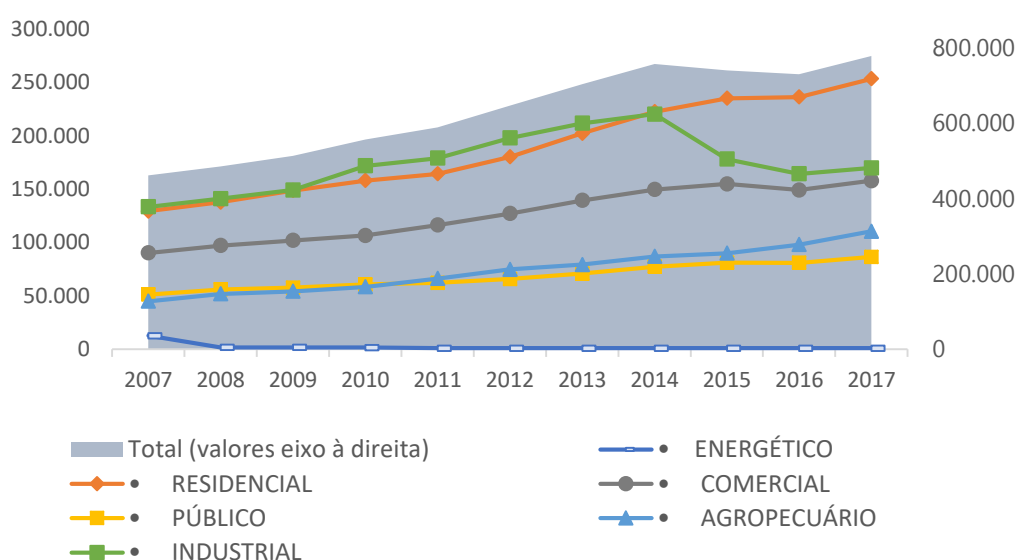


Figura 12. Emissões de CO₂ relativas ao consumo de energia elétrica no SIN em Mato Grosso nos setores da economia no período 2007 a 2017. Unidade: tCO₂/MWh.

A **Figura 12** ilustra a evolução das emissões de CO₂ no período 2007 a 2017, indicando que o setor residencial de Mato Grosso é o responsável pela maior parte das emissões, com uma evolução de 6,2 % a.a., seguido do setor industrial que representa 22,0% do total de quase 780 mil tCO₂/MWh. Desta forma, o indicador serve para estimar e planejar a escala de substituição de fontes fósseis segundo os compromissos internacionais de mitigação de emissões de GEE, as adaptações aos efeitos das variações do clima e o cumprimento de metas junto com o resto do país. Mato Grosso já possui em sua matriz elétrica maior participação de energia primária de origem hidráulica conferindo-lhe grandes vantagens comparativas (as emissões do setor energético, conforme a **Figura 12** não tem passado de 2.200 tCO₂/MWh por ano em média – 0,3% do total); mas, fontes como o gás natural, continuarão a contribuir com a maior parte das emissões. Uma política direcionada para uma massiva inserção de fontes renováveis pode equilibrar esta situação, uma vez que não se podem dispensar as termelétricas de grande porte no SIN.

Quanto ao número de medidas/políticas de incentivos/subsídios existentes acumulados ao longo dos anos é o indicador que expressa os esforços públicos e privados na busca de maior estímulo à utilização dos recursos energéticos renováveis, à competição e eficiência econômica neste importante setor e para permitir uma transição energética – baseada nos fósseis para as renováveis – a mais sustentável possível, garantindo, em primeiro lugar, o interesse público.

Desta maneira, o indicador demonstra a incorporação e o avanço de programas e a manutenção do papel das políticas públicas quanto aos benefícios coletivos e, quando possível e disponíveis, seus resultados para a população, indicando as áreas de interesse público, os proveitos advindos dos investimentos, os beneficiários, as opções por fontes, os níveis de subsídios por fontes e por setor da economia beneficiado; e possibilita, ainda, induzir o desenvolvimento e a disseminação da energia renovável nas diversas camadas da sociedade.

5. PERSPECTIVAS FUTURAS E USO DO POTENCIAL

Uma das formas de se garantir a expansão da geração, da transmissão e da distribuição de energia renovável, de forma articulada com as políticas energéticas de diversas vertentes, incluindo eficiência energética, com as políticas setoriais de desenvolvimento e de meio ambiente, de recursos hídricos e com o sistema de regulação e de controle social, é através da implementação de um modelo de planejamento integrado de recursos - PIR por bacias hidrográficas em Mato Grosso.

As políticas energéticas no Brasil têm sido formuladas de forma centralizada pelo governo federal, enquanto que as políticas de recursos hídricos e de meio ambiente estão sendo praticadas descentralizadamente. Este modelo tem conduzido a uma série de problemas e conflitos entre essas áreas, notadamente em relação aos grandes empreendimentos de usinas hidrelétricas. O PIR pode responder às questões essenciais de infraestrutura através da busca do equilíbrio entre o meio ambiente, os interesses econômicos e as populações envolvidas.

Num cenário de desenvolvimento regional em que se visa a integração o governo estadual tem implementado os programas sociais voltados para políticas estruturais, principalmente nas áreas rurais. Nas obras de infraestrutura energética o planejamento indicativo não pode se limitar aos megaprojetos, mas devem contemplar os pequenos empreendimentos, atendendo as necessidades locais de infraestrutura necessária ao sistema de produção de energia, dando oportunidade, principalmente às pequenas e médias empresas.

Com as diretrizes do PIR, os meios para se garantir o adequado desenvolvimento de FERs no Estado de Mato Grosso incorporam medidas que devem levar em consideração as disparidades intra-regionais e a sensibilidade dos três biomas que compõem o território mato-grossense:

- i. Capacitar equipe de governo e entidades parceiras para identificar recursos de oferta e de demanda, viabilizar os recursos locais distribuídos e avaliar o potencial deles visando o desenvolvimento regional;
- ii. Levantar e caracterizar os aproveitamentos energéticos (do lado da oferta e do lado da demanda) e as tecnologias vinculadas a eles. Uma mobilização para coleta de dados precede essa fase. Um sistema de informações de interesse para o programa deve ser desenvolvido e que sirva como apoio à etapa de diagnóstico. Um sistema de informações geo-referenciadas pode auxiliar formando uma base de dados;

- iii. Identificar as necessidades ou as expectativas estratégicas de cada região ou bacia hidrográfica. Construir o diagnóstico da realidade existente da bacia: do meio físico, dos aspectos socioeconômicos e exame das demandas por recursos hídricos e energéticos e sua evolução no tempo. É essencial realçar somente o que tiver importância para o plano, interpretando o seu significado e suas consequências.
- iv. Inter-relacionar as informações obtidas e indicar as possibilidades de aproveitamento energético disponíveis (sempre dentro do GLO – Gerenciamento do Lado da Oferta e GLD – Gerenciamento do Lado da Demanda, em equilíbrio);
- v. Difundir informações sobre a possibilidade do uso dos recursos energéticos de oferta e demanda na região;
- vi. Realizar uma análise para possível modelagem geo-energética;
- vii. Considerar o aproveitamento da geração distribuída e/ou isolada como vetor de otimização dos sistemas de transmissão e distribuição;
- viii. Analisar impactos ambientais locais do potencial energético regional, caracterizando-os por bacia hidrográfica;
- ix. Estudar a demanda reprimida e previsão da energia e capacidade necessárias para atender as necessidades futuras de energia.

Para se atingir medidas que favoreçam a maior difusão e inserção de FERs em Mato Grosso são necessárias:

- i. Cooperação estreita entre as empresas produtoras e de distribuição de energia e o governo para o desenvolvimento de normas e padrões que compatibilizem as diferentes tecnologias que utilizam energia.
- ii. Ação coordenada de parceiros das áreas de meio ambiente, notadamente no aspecto do licenciamento ambiental, energia, recursos hídricos e indústria para iniciativas tecnológicas conjuntas, investigação e projetos de demonstração relacionados às tecnologias inovadoras e suas aplicações.

Além de reunir, numa rede permanente, as câmaras das cidades pertencentes à cada região ou bacia e o comitê de bacia correspondente para condução e manutenção dos programas no nível local, apoiando e incentivando o cumprimento de normas de maior eficiência, iniciativas voluntárias, e acompanhamento do ciclo de vida integral dos programas de incentivo às fontes renováveis.

O efeito natural é que esta estratégia permita elaborar-se um planejamento indicativo por agregados de municípios pertencentes àquela região geográfica, pois a demanda por bens e serviços pelo cidadão ocorre nos níveis locais, valorizando a forma descentralizada. Proporciona, ainda, a superação de dificuldades e de barreiras intransponíveis de pequenos e médios municípios para se atingir o desenvolvimento socioeconômico, associando-se a outros maiores, de forma que a soma de esforços e de recursos possibilite a organização completa de uma instituição para exercício das atividades de planejamento integrado com autonomia. Com estas medidas, o desenvolvimento das fontes solar e baseada na biomassa de resíduos florestais pode ser factível, em cada região diferente do estado, por setor da economia, estabelecendo-se metas realistas de curto prazo e estratégias de implementação coordenadas no nível regional, pelos esforços públicos e privados.

Segundo análise do BNDES as fontes renováveis de energia necessitam, obrigatoriamente, de recursos públicos, seja para pesquisa e desenvolvimento, seja para subsidiar os custos iniciais de produção. Na etapa inicial de desenvolvimento, procuram-se identificar nichos de mercado nos quais as fontes renováveis apresentem maior potencial de penetração e, por conseguinte, maiores perspectivas de competição com fontes convencionais.

A vocação hidráulica de Mato Grosso para produzir energia elétrica conduz, atualmente, a um contexto em que as novas fontes renováveis não são competitivas, com baixa participação no mercado. Ainda sob a análise do BNDES, a justificativa para o desenvolvimento de energias renováveis se baseia no seu caráter estratégico, pois há ainda muita desigualdade entre as regiões. A questão se coloca no sentido de saber para quais tipos de fontes devem ser dirigidos os maiores esforços. Outro ponto considerado é a inovação tecnológica e os investimentos públicos em FERs, observando-se sempre os custos de novas tecnologias e os das tecnologias convencionais, bem como a curva de aprendizado sobre as fontes renováveis.

Embora o modelo de desenvolvimento estadual e a estrutura atual regional de consumo energético apresentem limitações e lacunas, e propiciem carências da população em geral e inviabilidade social para inclusão num programa de baixa intensidade de carbono, é importante avaliar que o Estado de Mato Grosso oferece grandes oportunidades econômicas e sociais para as fontes renováveis de energia, mesmo que estas opções enfrentem, ainda, restrições técnicas e econômicas para implementação em larga escala.

Em linha com as regras nacionais do setor elétrico, da ANEEL, do ONS e da EPE², as intervenções regionais devem ditar diretrizes, no âmbito de programas e políticas de fomento nas áreas de energia renovável e de proteção ao ambiente, desencadeando a nova economia energética, socialmente satisfatória e justa, economicamente viável e ambientalmente sustentável.

Nestas condições há alguns importantes macro-objetivos estratégicos a serem perseguidos pelo Estado que podem apoiar e fomentar as fontes renováveis de energia nas diferentes regiões, como mostra o **Quadro 1**.

Quadro 1. Síntese dos macro-objetivos estratégicos a serem perseguidos pelo Estado a fim de apoiar e fomentar as fontes renováveis de energia nas diferentes regiões.

| Macro objetivos | | |
|---|--|---|
| Infraestrutura | Conservação e Proteção do Meio Ambiente | Desenvolvimento Sustentável |
| <ul style="list-style-type: none"> Melhorar e ampliar a infraestrutura de transportes Melhorar e consolidar a infraestrutura de energia elétrica Estimular o processo de inovação tecnológica Incentivar o setor privado na participação em investimentos estratégicos Intensificar os programas de capacitação profissional na mão-de-obra Favorecer e propiciar a graduação e a pós-graduação em áreas de interesse de desenvolvimento da energia renovável no Estado | <ul style="list-style-type: none"> Intensificar o aproveitamento das potencialidades regionais Efetivar o zoneamento agro-ecológico-econômico do estado Monitorar a ocupação e exploração dos recursos naturais | <ul style="list-style-type: none"> Reduzir os déficits sociais (analfabetismo, educação, saúde, mortalidade, moradia, saneamento básico, etc.) Expandir e adequar as oportunidades de formação/qualificação e requalificação de mão-de-obra voltada para o mercado de trabalho; Incentivar e apoiar os pequenos e micro empreendimentos Manter estudos atualizados de reestruturação do espaço regional-urbano, sempre reordenando as atividades produtivas e sociais |

Fonte: Adaptado de (Mello, 2003).

² No âmbito tarifário, sobre o sistema de leilões e mercado de energia elétrica, normatizações de prestação do serviço, sobre a operação do sistema elétrico, e participação no planejamento indicativo da expansão do sistema elétrico e seus planos decenais e de longo prazo nacionais.

5.1 Energia Solar Fotovoltaica – Potencial de Mercado

- **Cenários de inserção de FERs**

- 1) O *International Energy Initiative* – IEI-Brasil (2018) utilizou quatro cenários para as projeções de inserção de GD fotovoltaica no Brasil, entre eles, o cenário da EPE. Um dos cenários, denominado “Cenário Intermediário de geração distribuída”, apresenta a penetração considerada máxima de GD FV, equivalente a 30% da capacidade instalada de geração de energia elétrica em 2040, que corresponde a 8,6% do consumo de eletricidade daquele ano. Neste trabalho, sendo conservadores, consideramos o parâmetro de 8,6% para o horizonte de 2050 num “Cenário Moderado para GD” de crescimento do consumo de eletricidade naquele ano, conforme projeções da Matriz Energética de Mato Grosso e Mesorregiões 2036 – trabalho em curso para o governo do Estado.
- 2) O “Cenário Mato Grosso” também é um segundo cenário proposto na Matriz Energética de Mato Grosso e Mesorregiões 2036 e corresponde ao crescimento mais acelerado do PIB mato-grossense e do consumo de eletricidade acima da média nacional. Nestas condições as duas variáveis atingem taxas médias de crescimento de 4,1% a.a. e 4,05% a.a., respectivamente, em relação ao ano-base de 2017. Consideram-se condições de estabilidade regulatória, de gradual declínio de preços dos sistemas fotovoltaicos, e paridade de custos da geração fotovoltaica com os preços de tarifas pagas pelos consumidores antes dos tributos³. Na questão do desenvolvimento tecnológico consideram-se avanços nos sistemas de armazenamento, com forte tendência de redução de custos a ponto de tornarem-se acessíveis à parcela de domicílios adotantes de sistemas fotovoltaicos.

O **Quadro 2** mostra as principais premissas adotadas para a determinação do potencial de mercado de energia solar fotovoltaica em Mato Grosso.

³ O estudo do (IEI - Brasil, 2018) “TD5 – Maior disseminação de recursos energéticos distribuídos (REDs): sugestões para mitigar impactos tarifários e orientações para uma nova política energética” recomenda a implantação gradativa de tarifas binômias e horosazonais para os consumidores atendidos na rede de baixa tensão. Ou ainda, o escalonamento da implantação dessas tarifas por categorias de consumidores, atentando-se para o impacto diferenciado em todos os grupos: prosumidores, consumidores que adotam diversos tipos e medidas de conservação de energia e/ou resposta da demanda e consumidores que não geram parte de seu consumo de eletricidade ou não buscam racionalizar o seu consumo.

Quadro 2. Premissas Adotadas.

| Parâmetros | Cenário Moderado para GD | Cenário Mato Grosso |
|---|---|--|
| Mercado de eletricidade em 2050 | 8,6% da demanda total de eletricidade em 2050 em cenário de crescimento moderado da economia. | 8,6% da demanda em função do crescimento acelerado da economia. CE= PIB.CE/PIB x Taxa de crescimento do PIB 2017 (ano base) - 2050. |
| Variação média anual do PIB | 4,1% | 5,6% |
| Taxa de Crescimento da demanda de eletricidade total (%) e Crescimento da Demanda (GWh) | 3,0% a.a. – 24.578 | 4,05% a.a. – 31.302 |
| Fator de capacidade das usinas FV | 18% | 18% |

São adotados os cenários do IEI -Brasil, aderente a um “Cenário Moderado para GD” e o “Cenário Mato Grosso”, obtendo-se estimativas de potencial de mercado de modo agregado para as distintas regiões de Mato Grosso de acordo com a **Tabela 11**.

Tabela 11. Estimativas do potencial de mercado de energia solar fotovoltaica em Mato Grosso.

| Mesorregião | Consumo de eletricidade no Ano Base - 2017 - (GWh) | Consumo de eletricidade no Ano 2050 - Cenário Moderado para GD (GWh) | Consumo de eletricidade no Ano 2050 - Cenário Mato Grosso (GWh) | Cenário Moderado para GD - Energia gerada (GWmédio) | Cenário Mato Grosso - Energia gerada (GWmédio) | Cenário Moderado para GD - Capacidade instalada (GWp) | Cenário Mato Grosso - Capacidade instalada (GWp) |
|-----------------|--|--|---|---|--|---|--|
| Centro Sul | 2.848 | 6.621 | 10.240 | 569 | 881 | 3.164 | 4.892 |
| Sudeste | 1.494 | 5.086 | 4.919 | 437 | 423 | 2.430 | 2.350 |
| Sudoeste | 7.06 | 1.698 | 3.866 | 146 | 332 | 811 | 1.847 |
| Nordeste | 600 | 1.360 | 2.964 | 117 | 255 | 650 | 1.416 |
| Norte | 2.758 | 7.644 | 11.481 | 657 | 987 | 3.652 | 5.485 |
| Total MT | 8.406 | 21.185 | 24.254 | 1.926 | 2.878 | 8.520 | 13.875 |

No cenário Moderado para GD a geração fotovoltaica atinge uma capacidade instalada de 11.743 GWp em 2050, enquanto que no cenário Mato Grosso esta capacidade aumenta 27,0%. A potência estimada no primeiro cenário é capaz de gerar quase 2,2 GW médios ao final do período, o que corresponderia a 78,5% da demanda total de energia elétrica do Sistema Mato Grosso naquele mesmo ano.

5.2 Energia Solar Fotovoltaica - Potencial de Mercado Atingível

Há uma crescente introdução de sistemas fotovoltaicos isolados *off-grid* e conectados às redes elétricas, configurando a Geração Distribuída de Eletricidade – hoje representando 95% das instalações, num mercado disperso, nos setores residencial (pequena escala), comercial, público e agropecuário (média escala), e industrial (grande escala)⁴.

A metodologia adotada de cenários, acompanhando as premissas para o setor fotovoltaico descritos na Nota Técnica DEA 13/15 (EPE, 2016), considera para a GD de pequena escala “que as condições institucionais dos setores energéticos promoverão o ambiente necessário para que aconteça a renovação da infraestrutura, a mudança de paradigma dos agentes de distribuição e seja difundido o mercado de serviços de energia, estimulando esse investimento disperso” (EPE, 2016).

- **Cenários adotados**

Para o mercado atingível adotou-se o “Cenário Moderado” descrito na seção do cálculo do Potencial de Mercado com as projeções do consumo final de eletricidade nos setores da economia de Mato Grosso no horizonte do ano 2050 associado às premissas do Cenário “Novas Políticas” do estudo prospectivo da EPE – o Plano Nacional de Energia - PNE 2050 e DEA 13/15 (EPE, 2016) que estabelece cenários-base para penetração de GD fotovoltaica no Brasil. No cenário da EPE escolhido, os indicadores obtidos correspondentes são para os setores residencial, comercial, industrial e público, segundo uma trajetória em que são evidenciadas, em maior escala, políticas de fomento à geração fotovoltaica descentralizada, levando a uma maior adequação das edificações à instalação fotovoltaica, assim como a um maior estímulo à sua adoção por parte dos usuários.

Com a ausência de trabalhos mais detalhados de projeções de mercado por faixa de consumo para os setores comercial, público, industrial e agropecuário, a abordagem *top down* adequa-se aos propósitos desta avaliação a partir da projeção da demanda elétrica por setor e da

⁴ Conforme a NOTA TÉCNICA DEA 13/15 – Demanda de Energia 2050 da EPE (2016) “A relação de escala de capacidade está diretamente ligada à lógica decisória de investimento; assim, as condições de contorno para a análise devem ser também diferenciadas entre pequenas e médias escalas, e grande escala. As pequenas e médias escalas têm cenários mais definidos por questões de integração de sistemas urbanos, definição e estabelecimento de “*microgrids*”, evolução institucional e de formas de remuneração, enquanto as maiores escalas estão mais ligadas às lógicas do setor industrial como garantia do fornecimento e segurança energética, aumento da confiabilidade, aumento da eficiência energética e econômica dos empreendimentos.”

estimativa de atendimento percentual desta demanda através de sistemas fotovoltaicos. Nestas condições, considera-se que a tendência é uma preocupação crescente das empresas comerciais e industriais com a imagem associada às melhores práticas em relação ao meio ambiente, incluindo as fontes de energia renovável, bem como seus benefícios econômicos e sociais. Os edifícios públicos também devem seguir o exemplo do cuidado com o ambiente e a redução de custos, integrando as tecnologias emergentes de fontes renováveis em suas instalações no médio e longo prazo com mais intensidade.

Conforme a Nota Técnica DEA 13/15 (EPE, 2016), para sistemas fotovoltaicos, os maiores custos envolvidos estão no investimento inicial, já que o custo de operação de uma usina desta tecnologia é baixo. Por outro lado, usinas térmicas a combustíveis, têm os custos de combustível agregados ao custo de operação, o qual tem uma maior participação nos custos totais apresentados ao longo da vida útil do empreendimento. Considerando tais fatores e o momento em que a geração fotovoltaica distribuída atinja a paridade tarifária para cada setor, admitem-se que os seguintes percentuais de atendimento da demanda de eletricidade sejam supridos via GD fotovoltaica no caso da trajetória “Novas Políticas” da EPE: 7%, 14% e 18%, para os setores comercial, industrial e público, respectivamente. Foi incluído o setor agropecuário de Mato Grosso, assumindo-se o percentual de 10%.

Para o setor residencial o potencial foi avaliado segundo uma abordagem mais desagregada, considerando a evolução da demanda elétrica no horizonte do ano de 2050, as projeções do número de domicílios consumidores e das distribuições destes em relação às faixas de consumo (> 220 kWh e < 500 kWh e > 500 kWh) como número potencial de consumidores passíveis de adotarem a tecnologia fotovoltaica. Para estimar o número de consumidores adotantes, que irão efetivamente instalar um sistema fotovoltaico ao final do horizonte de 2050, utilizou-se a Teoria da Difusão de Inovações descrita em Rogers (2003)⁵ e o modelo matemático de Bass:

$$N(t) = m * F(t) \quad (1)$$

Onde: $N(t)$ é o número acumulado de adotantes no tempo t ;

m = mercado potencial final de consumidores obtido com a equação 3; e

$F(t)$ = é a função de distribuição acumulada obtida com a equação 2.

⁵Ver mais em ROGERS, E. *The Diffusion of Innovations*. The Free Press, New York, USA, 5th edition, 2003.

$$F(t) = \frac{1 - e^{-(p+q)t}}{1 + \left(\frac{q}{p}\right) e^{-(p+q)t}} \quad (2)$$

Onde: $F(t)$ é a função de distribuição acumulada;

p é o coeficiente de inovação; e

q é o coeficiente de imitação.

$$m = fmm * MP \quad (3)$$

Onde: fmm é a fração máxima de consumidores obtida na equação 4; e

MP é o mercado potencial de consumidores.

$$fmm = e^{SPB * TPB} \quad (4)$$

Onde: SPB é fator de sensibilidade ao *payback*; e

TPB é o tempo de *payback*, em anos.

De acordo com a teoria da difusão de Rogers (2003) e sua classificação de adotantes, estima-se que nas próximas décadas os sistemas FV deixem de ser uma tecnologia adotada apenas pela parcela inovadora e de adotantes iniciais da população, alcançando também a “maioria inicial” e “maioria tardia” dos consumidores (Rogers, 2003). No horizonte de 2050, o fator de adoção também pode refletir um maior perfil investidor do consumidor, atrelado a maior conscientização ambiental da sociedade (ANEEL, 2016). O **Anexo 1** apresenta a projeção do número de consumidores do setor residencial no horizonte de 2050.

O potencial de mercado atingível foi avaliado também no contexto de análise de viabilidade econômico-financeira dos empreendimentos energéticos que poderiam ser instalados nos setores da economia e receberem créditos da distribuidora local, realizando-se, primeiramente, o cálculo do VPL (Valor Presente Líquido), obtendo-se resultados para os setores residencial, comercial, industrial, público e agropecuário. Consideraram-se reajustes de tarifas de energia elétrica acima da inflação. Com uma taxa de atratividade média (ou de desconto) de 12,0% a.a. os investimentos simulados para os respectivos sistemas sob avaliação neste trabalho apresentaram $VPL > 0$, tornando-os aceitáveis no horizonte de vida útil das plantas instaladas (25 anos) (Ver **Anexo 2**).

A Taxa Interna de Retorno (TIR) também foi calculada para os investimentos em todos os setores, obtendo-se uma taxa de 51% (**Anexo 2**). Considerando esta taxa média de rentabilidade maior que a taxa de atratividade, os projetos considerados são viáveis.

Para o mercado atingível ainda, outra figura de mérito considerada é a aferição da viabilidade econômica da geração solar fotovoltaica, comparando-se, ano a ano, o custo nivelado da energia e a tarifa final da distribuidora local de energia elétrica, ou LCOE (*Levelized Cost of Electricity*), assumindo-se como hipótese a manutenção do valor da tarifa em termos reais ao longo do horizonte (EPE, 2012). O LCOE relaciona os custos envolvidos e a energia gerada pelo empreendimento, ao longo de sua vida útil. Esta figura de mérito representa o quanto um produtor de energia elétrica deveria obter de receita por kWh, de modo que seja o suficiente para cobrir as despesas operacionais, os investimentos, os juros e remunerar adequadamente os investidores.

O (IEE - USP , 2015) calculou o LCOE para o município de Cuiabá - MT, encontrando o valor nivelado de R\$/MWh 534,26 para um valor de tarifa de energia elétrica de 726,76 R\$/MWh com impostos num “cenário padrão”. O **Anexo 3** mostra os resultados quando adotado este custo nivelado.

Como premissa de redução de custo ao longo das próximas décadas, tem-se adotado como referência as projeções de redução percentual dos custos, segundo IEA (2012), sobre os custos de instalação no Brasil em 2017 de até R\$ 7,50/Wp para sistemas até 5 kWp e de R\$ 6,50/Wp para sistemas de 31 a 100 kWp (Mitidieri, 2017). Pelas informações do mercado local, adotamos os custos um pouco abaixo da referência.

Para as estimativas não se aplicaram impactos tarifários por classes de consumidores, nem foram feitas distinções entre as classes e entre as modalidades de geração distribuída constantes da Resolução Normativa da ANEEL - REN nº 482/2012: geração junto à carga, autoconsumo remoto, empreendimento com múltiplas unidades consumidoras (condomínio) e geração compartilhada. Também não se simularam incidências de créditos para o consumidor nem variações de bandeiras tarifárias conforme regulamento da Agência Reguladora.

- **Premissas adotadas**

Para o setor residencial

Quadro 3. Premissas adotadas para o setor residencial.

| | |
|---|-----------------------|
| Classe de consumidor adotante | >200kWh ≥ 500 kWh/mês |
| Capacidade do sistema FV | 3,0 – 5,0 kWp |
| Vida útil do sistema | 25 anos |
| Degradação anual do sistema | 0,5% |
| Tarifa média residencial | R\$/MWh 796,76 |
| Número de domicílios consumidores adotantes em 2050 (fração realista) | 30.451 |
| Custo do Investimento | R\$ 6,00/Wp |
| Payback (Área de concessão da Energisa MT) (ANEEL, 2018) | 5,8 anos |
| Taxa de desconto | 12,0% |

Para o setor comercial

Quadro 4. Premissas adotadas para o setor comercial.

| | |
|--|-----------------|
| Capacidade máxima do sistema FV | 10,0 – 20,0 kWp |
| Atendimento da demanda em 2050 | 14,0% |
| Vida útil do sistema | 25 anos |
| Degradação anual do sistema | 0,5% |
| Tarifa média | R\$/MWh 568,00 |
| Custo do Investimento | R\$ 5,50/Wp |
| Payback (Área de concessão da Energisa MT) (ANEEL, 2018) | 4,8 anos |
| Taxa de desconto | 12,0% |

Para o setor industrial

Quadro 5. Premissas adotadas para o setor industrial.

| | |
|--|----------------|
| Número de consumidores adotantes em 2050 (fração realista) | 5,0% |
| Capacidade do sistema FV | 30 - 50 kWp |
| Atendimento da demanda em 2050 | 7,0% |
| Vida útil do sistema | 25 anos |
| Degradação anual do sistema | 0,5% |
| Tarifa média | R\$/MWh 568,00 |
| Custo do Investimento | R\$ 5,50/Wp |
| Payback (Área de concessão da Energisa MT) | 5,8 anos |
| Taxa de desconto | 12,0% |

Para o setor público**Quadro 6.** Premissas adotadas para o setor público.

| | |
|--|-----------------|
| Capacidade máxima do sistema FV | 10,0 – 20,0 kWp |
| Atendimento da demanda em 2050 | 18,0% |
| Vida útil do sistema | 25 anos |
| Degradação anual do sistema | 0,5% |
| Tarifa média | R\$/MWh 568,00 |
| Custo do Investimento | R\$ 6,50/Wp |
| Payback (Área de concessão da Energisa MT) (ANEEL, 2018) | 5,8 anos |
| Taxa de desconto | 12,0% |

Para o setor agropecuário**Quadro 7.** Premissas adotadas para o setor agropecuário.

| | |
|--|-----------------|
| Capacidade máxima do sistema FV | 10,0 – 30,0 kWp |
| Atendimento da demanda em 2050 | 10,0% |
| Vida útil do sistema | 25 anos |
| Degradação anual do sistema | 0,5% |
| Tarifa média | R\$/MWh 568,00 |
| Custo do Investimento | R\$ 6,50/Wp |
| Payback (Área de concessão da Energisa MT) (ANEEL, 2018) | 4,8 anos |
| Taxa de desconto | 12,0% |

- Resultados para os potenciais**

Considerando as premissas para os setores da economia foram obtidos os potenciais de mercado atingível conforme a **Tabela 12**.

Tabela 12. Potencial de mercado atingível de energia solar fotovoltaica em Mato Grosso no horizonte de projeção 2050.

| Setor | Capacidade instalada (GWp) | Energia gerada (GWmédio) |
|--------------------------|----------------------------|--------------------------|
| Residencial | 0,09 | 0,02 |
| Comercial | 2,06 | 0,37 |
| Industrial | 0,91 | 0,16 |
| Público | 1,36 | 0,24 |
| Agropecuário | 1,16 | 0,21 |
| Total Mato Grosso | 5,59 | 1,01 |

O potencial estimado aponta para um papel importante da geração fotovoltaica no atendimento à demanda elétrica estadual nas próximas décadas, atingindo uma capacidade instalada de 5,6 GW pico em 2050. Com as premissas adotadas, em que esta tecnologia seja factível nesta quantidade, também em função de novas e favoráveis políticas públicas, podem-se gerar 1,01 GW médios, o que corresponde a 42,0% da projeção da demanda total de eletricidade naquele ano.

Em termos de potência instalada (GWpico), as **Figuras 13, 14, 15, 16 e 17** apresentam a inserção gradual de capacidade projetada do potencial de mercado atingível no sistema Mato Grosso ao longo do período 2019 a 2050 para cada setor da economia.

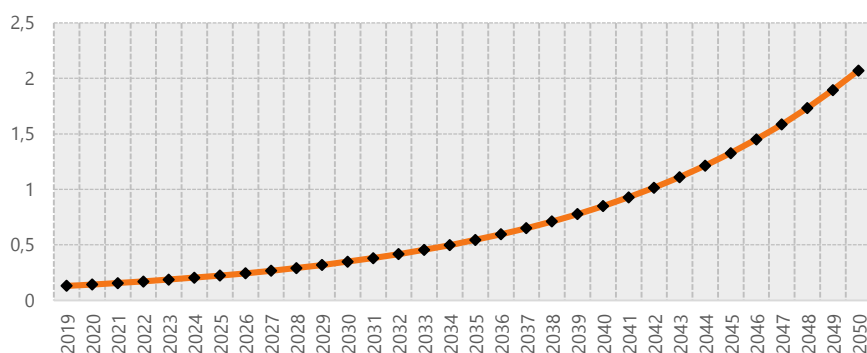


Figura 13. Cenário de Evolução da Capacidade Instalada Fotovoltáica em Mato Grosso no Setor Comercial no horizonte 2050. Unidade: GWpico.

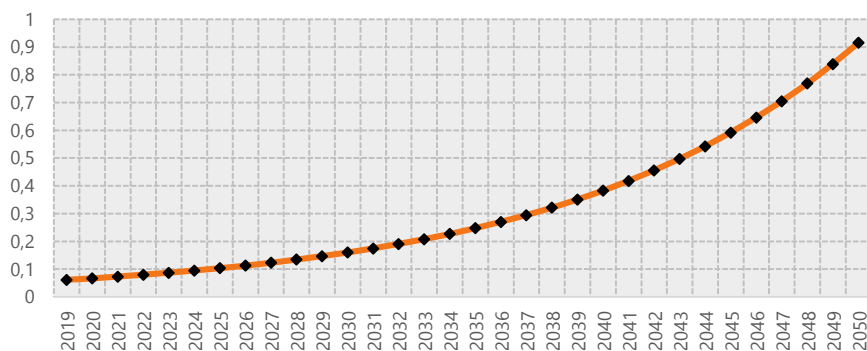


Figura 14. Cenário de Evolução da Capacidade Instalada Fotovoltáica em Mato Grosso no Setor Industrial no horizonte 2050. Unidade: GWpico.

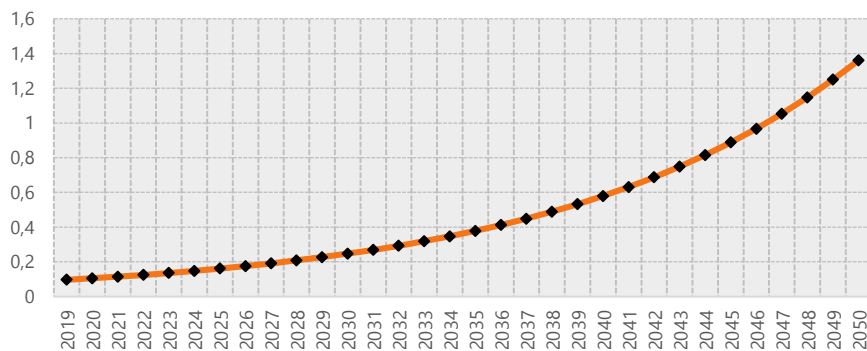


Figura 15. Cenário de Evolução da Capacidade Instalada Fotovoltáica em Mato Grosso no Setor Público no horizonte 2050. Unidade: GWpico.

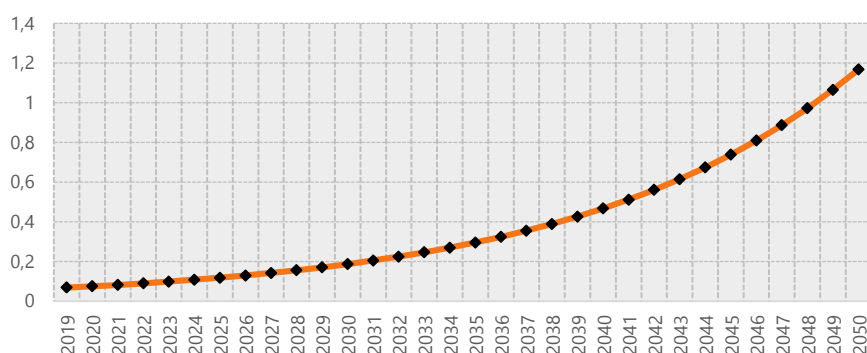


Figura 16. Cenário de Evolução da Capacidade Instalada Fotovoltaica em Mato Grosso no Setor Agropecuário no horizonte 2050. Unidade: GWpico.

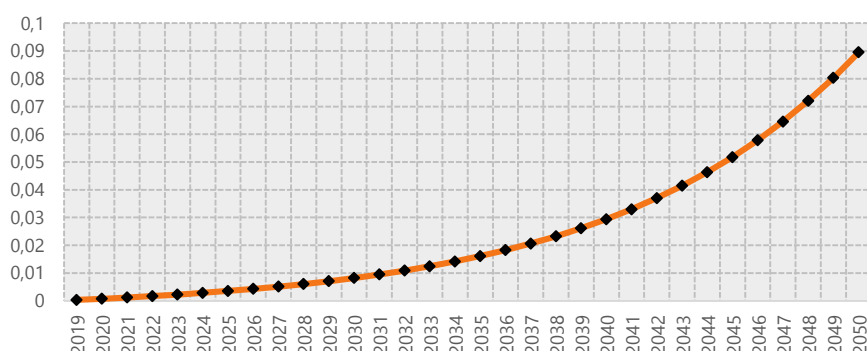


Figura 17. Cenário de Evolução da Capacidade Instalada Fotovoltaica em Mato Grosso no Setor Residencial no horizonte 2050. Unidade: GWpico.

5.3 Potencial de Resíduos Florestais

Neste caso particular do estudo do potencial dos resíduos de madeira⁶ para a promoção do aproveitamento energético de biomassa lenhosa para geração elétrica, o potencial técnico pode ser totalmente implementado dada a possibilidade de utilização dos recursos disponíveis. Mas, a implementação deste potencial, sob o ponto de vista econômico, ou aquele de custo efetivo, dependerá, entre outros, dos fatores técnicos, financeiros e ambientais. Para a determinação do potencial consideramos o estudo da (EPE, 2018) e constituem dois objetivos específicos: potencial para (1) os Sistemas Isolados (SIs)⁷ e (2) para o SIN. Para o primeiro são estimados o potencial técnico total de geração elétrica com biomassa lenhosa residual e o

⁶ Utiliza-se o termo genérico “resíduos de madeira” para os resíduos florestais, para os de origem urbana (restos de obras e podas) e industriais (moveleira, papel e celulose e madeireira) coincidindo com o termo “biomassa lenhosa”. Vários energéticos são derivados direta ou indiretamente da madeira e, a este conjunto de processamentos e usos chamamos de “Cadeia Energética da Madeira”. O potencial em questão aqui refere-se ao derivado direto para produção de eletricidade.

⁷ Os Sistemas Isolados (SIs) são os sistemas elétricos de serviço público de distribuição de energia elétrica que, em sua configuração normal, não estejam eletricamente conectados ao SIN, por razões técnicas ou econômicas, como definido pelo Decreto 7.246/2010. Com isso, cada SI deve dispor de geração local para atender suas cargas (ANEEL, 2018). Para agosto de 2018 havia previsão de integração de um Sistema Isolado ao SIN, o sistema de Monte Dourado, na área de concessão da CELPA. Destaca-se que, no ano de 2017, as localidades de Cachoeira do Arari, Salvaterra e Soure, localizadas no Pará e Parante, localizada em Mato Grosso, foram integradas ao SIN, e as localidades da Comunidade Marupá e Comunidade Lago Grande, localizadas em Roraima, foram integradas a outros Sistemas Isolados já existentes. (Texto extraído de (ONS, 2017).

potencial de geração elétrica desta biomassa que poderia substituir a geração a Diesel de base nos SIs. Para o SIN é estimado o potencial de geração elétrica com biomassa lenhosa residual da industrialização de madeira em tora proveniente de florestas plantadas e identificadas as oportunidades para comercialização da energia elétrica gerada a partir de biomassa lenhosa residual. No **Anexo 4** apresenta-se a configuração atual do SIN.

O estudo da EPE é baseado no aproveitamento dos resíduos do manejo florestal e do processamento da madeira em tora na região norte de Mato Grosso (além do norte do país) (incluindo o estado do Maranhão) em Florestas Públicas Federais (FPF) e em Florestas Particulares (Fpart). Apenas a disponibilidade física da biomassa, nas tipologias florestais apresentadas, foi considerada. Outras variáveis, específicas de cada área passível de manejo, não foram consideradas e podem interferir na realização do potencial estimado.

5.3.1. Potencial para os Sistemas Isolados

A **Figura 18** apresenta um mapa com a localização dos sistemas isolados na região norte do Brasil e no norte de Mato Grosso, onde está a região de Novo Aripuanã, considerada neste estudo área de abrangência do Sistema Isolado de Mato Grosso.

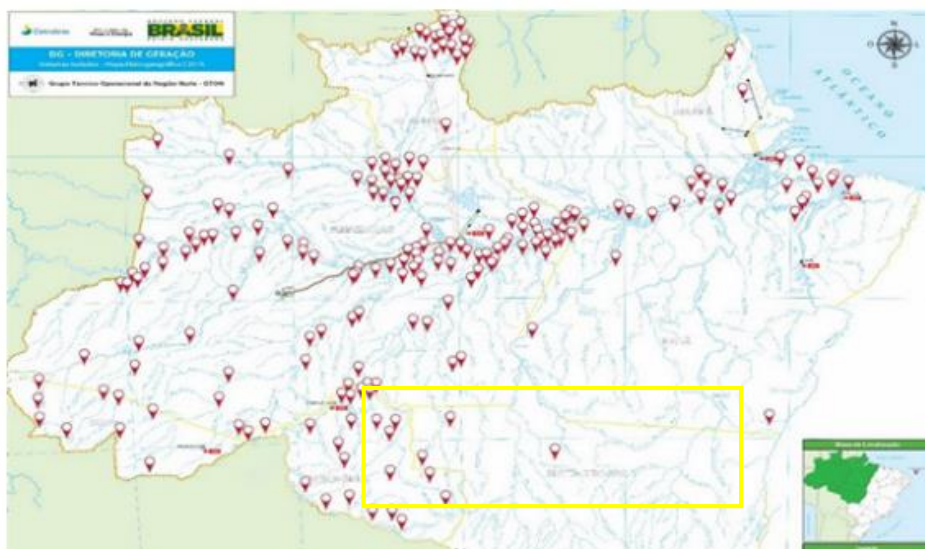


Figura 18. Sistemas Isolados da região Norte do Brasil e de Mato Grosso (destaque).

Fonte: Print Screen adaptado do Mapa Dinâmico do SIN, página da EPE, 2018.

Conforme dados do ONS (2017) a demanda máxima prevista para o Sistema Isolado de Mato Grosso em 2018 é de 1,04 MWh/h e a Energia Média é de 0,56 MWmed.

A **Tabela 13** mostra a produção total e a estimativa de consumo de óleo Diesel no SI de Mato Grosso, considerada a região de Novo Aripuanã, no norte do Estado.

Tabela 13. Estimativa de produção de eletricidade e consumo de óleo Diesel das termelétricas no Sistema Isolado de Mato Grosso em 2018.

| Sistema Isolado de Mato Grosso | Geração de Energia Elétrica MWh | Estimativa de Consumo de óleo Diesel - m ³ |
|--------------------------------|------------------------------------|--|
| Novo Aripuanã | 4.938 | 1.427 |

Fonte: (EPE, 2018).

A Capacidade de Base do SI de Mato Grosso considerada (região de Novo Aripuanã no norte do Estado na Amazônia Legal) é de uma Potência Máxima Ativa de 3.265 kW e fator de carga de 57,0% (ANEEL, 2018).

Para o cálculo das estimativas de produção madeireira e de resíduo florestal lenhoso, adotou-se a produtividade média de 18 metros cúbicos de tora industrializável por hectare⁸, com um ciclo de 25 anos. De acordo com o SFB (Serviço Florestal Brasileiro), este valor reflete a produtividade média verificada nas áreas de concessão ou de florestas privadas. Para se obter o potencial de resíduos, foi considerado que a extração de 1 metro cúbico de madeira em tora no manejo florestal resulta em 1 metro cúbico de resíduo lenhoso. Na industrialização, adotou-se um fator de geração de resíduos (serragem, aparas etc.) de 65%.

Deste modo, o fator de produção total de resíduos chega a 1,65 m³ /m³ de madeira em tora processada. Foi adotada uma densidade básica da madeira em tora de 0,8 t/m³ como típica das espécies amazônicas⁹. Deste modo, em termos mássicos, os fatores de produção de resíduo lenhoso por tonelada de madeira em tora extraída são de 0,8 e 0,52, respectivamente no manejo e na industrialização. Considerando que as operações variam muito em função do plano de negócio da atividade, foram adotados valores mais conservadores.

Inicialmente, foram identificadas as áreas em florestas particulares passíveis de exploração via manejo sustentável¹⁰ (**Tabela 14**).

⁸ Para toda a Amazônia Legal, foi adotado o percentual de reserva legal para área de florestas que corresponde a 80%, conforme Lei 12.651, de 25 de maio de 2012.

⁹ Este valor foi escolhido com base nos valores de densidade de espécies nativas dados em (IPT, 2013).

¹⁰ O Manejo Florestal Sustentável (MFS) está regulamentado como regime para extração sustentável de madeira na Amazônia. A Resolução CONAMA nº 406/2009, define MFS como “a administração da floresta para a obtenção de benefícios econômicos, sociais e ambientais, respeitando-se os mecanismos de sustentação do ecossistema objeto

Tabela 14. Áreas em florestas particulares passíveis de exploração via manejo sustentável em Mato Grosso.

| Reserva legal averbada (ha) | Reserva legal aprovada e não averbada (ha) | Reserva legal proposta (ha) | Total (ha) |
|-----------------------------|--|-----------------------------|------------|
| 2.891.461 | 100.422 | 24.441.712 | 27.433.595 |

Fonte: (EPE, 2018) com base no SFB (2018), com base no Cadastro Ambiental Rural (CAR) e no Serviço Florestal Brasileiro (SFB), 2018.

A área de efetivo manejo corresponde a uma parcela de Áreas de Proteção Permanentes (APPs) (80,0%). As áreas de efetivo manejo e a produção potencial de madeira em tora, em terras particulares, bem como os potenciais madeireiro e de geração de resíduos estão apresentados na **Tabela 15**.

Tabela 15. Áreas de efetivo manejo descontadas as áreas de proteção permanente em florestas particulares em Mato Grosso.

| Reserva legal averbada (ha) | Reserva legal aprovada e não averbada (ha) | Reserva legal proposta (ha) | Total (ha) |
|-----------------------------|--|-----------------------------|------------|
| 2.313.169 | 80.338 | 19.553.370 | 21.946.876 |

Fonte: (EPE, 2018) com base no SFB, 2018.

A **Tabela 16** mostra o potencial de produção de resíduos em florestas particulares em Mato Grosso.

Tabela 16. Potencial de produção madeireira e geração de resíduos de biomassa em florestas particulares em Mato Grosso.

| Madeira em tora (m³) | Resíduos florestais lenhosos (t) | Resíduos de processamento (t) |
|----------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| 15.801.751 | 12.641.401 | 8.216.910 |

Fonte: (EPE, 2018) com base no SFB, 2018.

Com o aproveitamento deste potencial de resíduos de manejo e de processamento em florestas públicas federais (FPF) e florestas particulares (FPart) poderiam ser obtidos 11.851.709 MWh, como mostra a **Tabela 17**.

do manejo e considerando-se, cumulativa ou alternativamente, a utilização de múltiplas espécies". Decreto 5.975/2006, Instruções Normativas MMA 04 e 05/2006 e Resolução CONAMA 406/2009.

Tabela 17. Potencial de geração elétrica e de capacidade instalada à biomassa lenhosa residual de manejo florestal e do processamento da madeira em Mato Grosso em 2017.

| Geração Elétrica (MWh) | | Capacidade Instalada (MW) | | |
|--------------------------|---------------------|---------------------------|---------------------|-------|
| Floresta Pública Federal | Floresta Particular | Floresta Pública Federal | Floresta Particular | Total |
| 556.934 | 11.294.775 | 79 | 1.612 | 1.691 |

Fonte: (EPE, 2018).

Parte deste potencial se encontra em áreas atendidas pelo SIN e a energia produzida, se conectada ao sistema, poderá ser comercializada segundo as regras de mercado regulado. Com relação às FPF passíveis de concessão no Estado de Mato Grosso a **Tabela 18** apresenta as áreas totais aptas para exploração via manejo sustentável, as áreas efetivas de manejo e os potenciais madeireiros de resíduos.

Tabela 18. Potencial de produção madeireira e geração de resíduos de biomassa em área de FPF manejadas em Mato Grosso em 2017.

| Área total passível de exploração via manejo sustentável (ha) | Área de efetivo manejo (ha) | Madeira em tora (m³) | Resíduos florestais lenhosos (t) | Resíduos de processamento (t) | Capacidade instalada de geração (MWh) | Potencial de geração (MW) |
|---|-----------------------------|----------------------|----------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|
| 1.352.722 | 1.082.178 | 779.168 | 623.334 | 405.167 | 538.962 | 77 |

Fonte: (EPE, 2018) com base no SFB, 2018.

Considerando a exploração de toda a área de efetivo manejo e a conversão energética de todo o resíduo lenhoso (florestal e industrial) em energia elétrica, teríamos, no SI de Mato Grosso, a produção de 538.962 MWh em 2018, conforme dados da **Tabela 18**, 110 vezes a capacidade de geração a Diesel atual, e ainda, representaria aproximadamente 2,4% da capacidade instalada de potência atual do sistema Mato Grosso.

5.3.2 Potencial para o Sistema Interligado

- **Potencial da biomassa madeireira baseada em plantios florestais**

Com referência ao estudo da EPE (2018) para estimativa do potencial energético dos resíduos de processamento, foi adotado o fator de geração de resíduos da indústria madeireira baseada em plantios, de 50%, devido à maior uniformidade esperada das toras. Assume-se que os

resíduos da produção florestal são deixados para incorporação ao solo ou são destinados para outras finalidades.

Os gêneros florestais dominantes nesta atividade são o *Eucalyptus* e o *Pinus*. A densidade básica da madeira varia de acordo com diversos fatores tais como, idade, espécie arbórea, localização, posição da amostra etc. (RIBEIRO & ZANI, 1993) apontam valores para o eucalipto em torno de 0,51 t/m³, havendo espécies de eucalipto com densidades básicas superiores e inferiores a esse valor. (HIGA, KAGEYAMA, & FERREIRA, 1973) Analisaram espécies de *Pinus* e obtiveram um valor médio de 0,338 t/m³ para a densidade básica da madeira. Será adotado um valor de densidade básica típica do *Pinus*, de 0,338 t/m³, com a motivação de ser conservador nas estimativas (EPE, 2018).

Este potencial é estimado com base na termelétrica de referência, descrita no documento da EPE (2018) "Usina Termelétrica a Biomassa Residual de Referência"¹¹.

O potencial da biomassa residual da indústria de madeira em toras em Mato Grosso está descrito na **Tabela 19**. Na área do SIN o potencial de geração é de 26.000 MWh o que representa 0,13% da produção de eletricidade de Mato Grosso em 2017.

Tabela 19. Potencial de produção de madeira em toras para outras finalidades, potencial de geração de resíduos e de eletricidade e capacidade instalada.

| Madeira em tora (1000 m ³) | Resíduos do processamento (1000 t) | Geração de eletricidade (MWh) | Capacidade instalada (MW) |
|--|------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| 283 | 48 | 26.000 | 4 |

Fonte: (EPE, 2018).

- **Viabilidade econômica**

Consideramos nesta avaliação a capacidade instalada a Diesel operando na base de atendimento aos Sistemas Isolados de Mato Grosso, conforme informado anteriormente, de 1 MW, (Demanda máxima 1 MWh/h) e fator de capacidade de 80%.

¹¹ A usina termelétrica de referência foi modelada como sendo um empreendimento integrado a uma unidade de industrialização de toras de madeira ou a um polo madeireiro, realizando cogeração de energia, ou seja, geração simultânea de energia térmica e de energia elétrica, para usos subsequentes. Assume-se que a planta opera em 80% do tempo no ano, correspondente ao Fator de Capacidade. Este modelo busca representar um parque de pequenas centrais termelétricas à biomassa residual para permitir estimativas do potencial de oferta de energia elétrica. Empreendimentos termelétricos associados ao beneficiamento de madeira em tora de produzida por manejo florestal na Amazônia, utilizam como combustível o resíduo florestal lenhoso e o resíduo do processamento das toras. Para o caso de empreendimentos baseados na atividade madeireira com florestas plantadas, considera-se apenas o resíduo do beneficiamento.

Tabela 20. Parâmetros técnicos para avaliação da viabilidade econômica de utilização da biomassa de resíduos florestais no Sistema Isolada de Mato Grosso.

| Capacidade instalada a Diesel (MW) | Energia gerada (MWh) | Consumo de óleo Diesel por ano (m³) | Custo do óleo Diesel (R\$) anual |
|------------------------------------|----------------------|-------------------------------------|----------------------------------|
| 1 | 7.008 | 1.942 | 2.521.000 |

Fonte: (EPE, 2018); (ONS, 2017).

O custo de importação desse óleo Diesel corresponde a aproximadamente R\$ 5,8 milhões por ano, parcialmente coberto pela Conta de Consumo de Combustível (CCC) e repassado a todos os consumidores do SIN. Incidem ainda sobre o combustível os tributos federais e estaduais respondendo, respectivamente por R\$ 605 mil por ano e R\$ 1,3 milhões por ano.

De acordo com o documento da EPE (2018) "Usina Termelétrica à Biomassa Residual de Referência" (Ver **Anexo 5**), são necessárias 5,2 milhões de toneladas de biomassa por ano para substituir o Diesel na geração da base (Usina de 1 MW). As premissas para avaliação da viabilidade econômica são as seguintes (EPE, 2018):

- Remuneração bruta da biomassa de resíduos florestais: R\$ 180 milhões/ano¹²
- Investimento em usinas térmicas a cavaco de madeira (com base nos dados das usinas cadastradas nos leilões de energia): US\$ 2.000/kW
- Custo anual de operação e manutenção (O&M): 5% do valor do investimento

Considerando os parâmetros técnicos e financeiros da Usina Termelétrica de Referência e a vida útil da usina, a parcela de relativa ao investimento e O&M na energia gerada é de R\$ 200,00/MWh (EPE, 2018). O valor anualizado para a geração de base nos Sistemas Isolados de Mato Grosso é de R\$ 1.401.600,00.

Esta geração representa uma boa oportunidade para geração elétrica nos Sistemas Isolados, substituindo a geração a Diesel à medida em que a vida útil deste parque se esgote, com expectativa de redução de custos de geração, levando em conta a viabilidade do investimento, a operação e manutenção das termelétricas à biomassa de resíduos florestais.

¹² A referência é o preço médio da lenha de extrativismo na região (R\$ 34,00/t de biomassa).

6. LINHAS DE AÇÃO E PROPOSTAS

Nesta seção identificam-se as ações e propostas destinadas a contribuir para a implantação de energias renováveis no Estado de Mato Grosso, bem como são delineadas metas que materializem as políticas públicas futuras para a concretização do aproveitamento do potencial energético e garanta o apoio à política nacional de estratégia da expansão e segurança energética e o desenvolvimento econômico sustentável.

Estas ações e propostas foram identificadas a partir da avaliação da estrutura complexa e regulamentada do setor energético brasileiro e devem ser interpretadas em harmonia com os instrumentos legais que regem o sistema nacional; além da análise dos documentos afins emitidos pelo governo estadual nos últimos anos.

Este plano tem caráter indicativo sobre as perspectivas de expansão das fontes renováveis, especificamente a solar fotovoltaica e a baseada na biomassa de resíduos de madeira, e as ações basilares e metas apresentadas dão-lhe sustentação e representam as suas principais diretrizes.

Uma proposta geral, que atende ao objetivo de expansão das fontes renováveis no Estado, antecede as propostas específicas. Estas, analisadas em combinação com as ações basilares, compõem-se de assunto abordado (Tema), interdependente com o objetivo do plano - a proposta específica propriamente dita para se alcançar o objetivo e da descrição dos instrumentos necessários à execução da proposta. Os impactos e resultados esperados estão associados à implementação das ações propostas em horizontes futuros diferentes (metas) estimados em função das mudanças estruturais, do encorajamento da iniciativa privada, do crescimento da economia, da competitividade das fontes energéticas e da vontade política.

6.1 Ações Basilares e Metas

Ação 1 - Manter atualizado anualmente o Balanço Energético do Estado de Mato Grosso e de suas regiões, bem como a Matriz Energética Estadual, com estudos dos potenciais energéticos.

Estabelecido por lei estadual, o Balanço Energético estadual é instrumento obrigatório de planejamento do setor no Estado. É documento imprescindível para realização do

planejamento energético regional e, associado à matriz energética, conduz à modelagem da oferta e da demanda futuras de energia.

Ação 2 - Reativar o Conselho Estadual de Energia no domínio da Secretaria de Governo, que lida com o tema energia.

O Conselho Estadual de Energia é o fórum mais importante para o debate e tomada de decisão colegiada do setor energético no Estado, cujas representações são feitas por membros do governo, da sociedade organizada, instituições de pesquisa e órgãos de classe.

Ação 3 - Estabelecer metas de exploração do potencial energético do Estado.

Estabelecer as metas de exploração do potencial energético do Estado em consonância com o Balanço Energético do Estado de Mato Grosso e Mesorregiões, a Matriz Energética Mato-grossense, entre outros. Realizar acordos de Cooperação entre Governo Estadual - Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico, Ministério de Minas e Energia – Empresa de Pesquisa Energética e instituições de pesquisa, visando estudos comuns de aproveitamento do potencial energético do Estado e de legislação que regule a exploração sustentável do potencial por vocação regional.

Ação 4 – Fortalecer as medidas já existentes de incentivo e fomento à energia renovável no Estado em estreita aderência com as políticas nacionais (Quadro 8). Estabelecer um único setor/órgão em Secretaria específica para cuidar do tema energia e para conduzir os programas relacionados diretamente a este assunto.

Quadro 8. Políticas e Programas Nacionais e Estaduais existentes e em curso em Mato Grosso.

| Política | Ano | Ênfase |
|--------------------------|------|---|
| Lei nº 9.247 | 1996 | Redução não inferior a 50% nas tarifas de uso dos Sistemas de Transmissão e Distribuição. |
| Convênio ICMS 101 | 1997 | Isenção do ICMS nas operações com equipamentos e componentes. |
| PROINFA Lei nº 10.438 | 2002 | <u>Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia</u> Aumento da participação de fontes alternativas renováveis (pequenas centrais hidrelétricas, usinas eólicas e empreendimentos termelétricos a biomassa) na produção de energia elétrica, privilegiando empreendedores que não tenham vínculos societários com concessionárias de geração, transmissão ou distribuição. Diferencia os valores pagos as fontes de GD em relação à geração de fontes mais competitivas. |
| PRODEIC | 2003 | <u>Programa de Desenvolvimento Industrial e Comercial de MT</u> |

| | | |
|---|------|--|
| Lei nº 7.958 de 25/09/2003, Decreto nº 1.432 de 29/09/2003 | | Isenção de ICMS a empresas com atividade econômica industrial de qualquer natureza e sobre os produtos industrializados de empreendimento estabelecidos ou estabelecendo-se em território mato-grossense, beneficiando, primeiramente, as empresas de produção de energia de biomassa, fonte renovável à época. |
| Decreto nº 5.163 | 2004 | Regulamentou a comercialização de energia elétrica, o processo de outorga de concessões e de autorizações de geração de energia elétrica.. |
| Leilões de Energia Alternativa Decreto nº 6.048, de 27 de fevereiro de 2007 | 2007 | O leilão de fontes alternativas foi instituído com o objetivo de atender ao crescimento do mercado no ambiente regulado e aumentar a participação de fontes renováveis – eólica, biomassa e energia proveniente de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) – na matriz energética brasileira. Primeiro leilão: 003/2009 (energia eólica) Último leilão: 003/2018 (Hidro/Eólica/Termo - Gás, carvão ou Biomassa) Primeiro Leilão solar: 009/2013 |
| Resolução Normativa ANEEL nº 482/2012 | 2012 | Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e mini geração aos sistemas de distribuição de energia elétrica e o sistema de compensação de energia elétrica. |
| Convênio ICMS 16 CONFAZ | 2015 | Autoriza a conceder isenção nas operações internas relativas à circulação de energia elétrica, sujeita a faturamento sob o Sistema de Compensação. |
| Decreto nº 382 (MT) | 2015 | Adesão ao Convênio ICMS 16/2015 do Confaz, concedendo a isenção nas operações internas relativas à circulação de energia elétrica, sujeitas a faturamento sob o Sistema de Compensação de Energia Elétrica de que trata a Resolução Normativa nº 482, de 2012, da Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL. |
| Lei nº 13.169 | 2015 | Ficam reduzidas a zero as alíquotas da Contribuição para o PIS/Pasep e da Contribuição para Financiamento da Seguridade Social – COFINS incidentes sobre a energia elétrica ativa. |
| Lei nº 13.203 | 2015 | Descontos de pelo menos 50% nas tarifas de uso do sistema de transmissão e de distribuição e BNDES (taxas diferenciadas). |
| Resolução Normativa ANEEL nº 687/2015 | 2015 | Revisa a Resolução Normativa ANEEL 482 e os procedimentos de distribuição. |
| ProGD | 2015 | Estimula o crescimento da GD no Brasil |
| PESI (FIEMT, SENAI-MT) | 2018 | <u>Programa de Energia Sustentável na Indústria em Mato Grosso</u> Disponibiliza às pessoas físicas e jurídicas do segmento industrial de Mato Grosso soluções confiáveis e linhas de crédito para geração de energia com menor custo, consumo eficiente e sustentabilidade. São 5 Programas: <ol style="list-style-type: none">1) Programa Indústria Solar MT;2) Geração de Energia com Biomassa;3) Eficiência Energética;4) Mobilidade Veicular Elétrica; e5) Qualificação Profissional. |

Ação 5 – Viabilizar a criação de um centro de excelência em energia renovável em geração fotovoltaica e baseada em biomassa de resíduos florestais no âmbito do Polo Tecnológico de Mato Grosso.

O centro de excelência, com a participação das instituições de pesquisa na área energética, deve promover o desenvolvimento e o uso das fontes renováveis no Estado em estreita e integrada articulação entre governo, empresas, indústrias e universidades. Neste contexto, a estrutura deve permitir a pesquisa e o desenvolvimento de trabalhos nesta área com o objetivo de disseminar conhecimento, informações, produtos inovadores, mais eficientes e viáveis economicamente, apoiando a transição para uma economia de baixo carbono.

Ação 6 – Incentivar e/ou estabelecer, através de medidas mandatórias, a adoção de padrões de construções sustentáveis que utilizem energia renovável, especialmente a fotovoltaica, nas esferas pública e privada.

Para desenvolver uma economia verde e a cadeia de valor da energia renovável, além dos incentivos para aumentar a atratividade econômica dos projetos, o governo deve promover medidas que ampliem o uso do potencial significativo das fontes renováveis, como a fotovoltaica, em todas as regiões. Como exemplo, deve praticar nos prédios públicos, acompanhando as normas e padrões correntes.

Ação 7 – Fomento à cogeração industrial com biomassa baseada nos resíduos florestais.

Difundir o conhecimento técnico de projetos de cogeração. Articular linhas de financiamento com juros menores para o seu desenvolvimento. Pode-se propor a redução de alíquota de ICMS incidente sobre os equipamentos e tecnologias que se mostrarem mais sustentáveis às opções tradicionais.

Ação 8 – Determinar mandatoriamente a substituição gradual das fontes energéticas de produção de eletricidade com alto fator de emissão de GEE por fontes renováveis, especialmente nas mesorregiões Norte e Nordeste do Estado.

Participar junto à ANEEL das chamadas públicas na modalidade de geração distribuída para viabilizar um percentual ou parcela mínima obrigatória de instalação no Estado de fontes renováveis solar fotovoltaica ou baseada à biomassa da madeira. As atualizações dos estudos do Balanço e da Matriz Energética são imprescindíveis à execução desta ação.

Estabelecer incentivos fiscais, creditícios, tributários e outros benefícios de governo para as fontes que atendam à mesma demanda, mas apresentem fatores de emissão menores com resultados eficazes na redução de GEE.

Esta ação pode ser realizada pela Superintendência de Indústria, Comércio, Minas e Energia da Secretaria de Desenvolvimento Econômico, contando com o apoio dos órgãos que elaboram o Balanço e a Matriz Energética Estadual.

Ação 9 – Criação de Programa de Fomento ao Aproveitamento Energético dos Resíduos da Madeira.

Criar, em articulação com a indústria madeireira e a Federação das Indústrias no Estado de Mato Grosso – FIEMT, um programa destinado à ampliação e potencialização da utilização dos resíduos florestais oriundos do manejo florestal nas áreas pública e privada para fins energéticos. Objetiva-se desenvolver a cadeia de valor do setor, promovendo parcerias estratégicas, consolidando as ações já existentes e incluindo incentivos para atração de novos investimentos. Fortalecer competências para o gerenciamento eficiente dos resíduos em cada município, com regulação do gerenciamento dos resíduos, com diretrizes específicas para a sua produção e armazenamento e/ou redução, e, além da geração de energia, sua reutilização, reaproveitamento, reciclagem, tratamento e destinação adequada. Apoio técnico das associações de produtores de madeira de reflorestamento, como a AREFLORESTA – Associação dos Reflorestadores de Mato Grosso, do CIPEM – Centro das Indústrias Produtoras e Exportadoras de Madeira do Estado de Mato Grosso, da Faculdade de Engenharia Florestal da UFMT e da SEMA – Secretaria de Estado de Meio Ambiente à FIEMT e ao setor energético para alavancar o uso energético dos resíduos de madeira, de forma sistemática e coordenada, sob responsabilidade da SEDEC – Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico.

Viabilizar a aplicação de parcela de recursos de P&D das concessionárias, em caráter mandatório, para implantação e aumento de sistemas de energia baseados em biomassa da madeira. Esta ação visa a criação e absorção de tecnologia voltada para a melhoria da eficiência e qualidade ambiental, racionalização do uso dos recursos energéticos e ambientais, incentivo à pesquisa científica e tecnológica. Estabelecer grupo de trabalho com a concessionária local, AGER e ANEEL, universidades e centros

de pesquisa para formulação de normas específicas com vistas a tornar factível o potencial existente. O Centro de Excelência deve exercer a coordenação central dos trabalhos.

Ação 10 – Tornar a implementação de fontes renováveis e a eficiência energética um requisito nas licitações para compra de energia, aquisição de equipamentos e produtos nas instituições públicas do Estado.

Ao considerar a implementação de uma economia de baixo carbono, as fontes renováveis são prioridade na oferta de energia. O setor público deve utilizar critérios em licitações que priorizem equipamentos eficientes com selos-padrão de eficiência e/ou certificados para instalações energéticas e compra de energia de fontes renováveis. Um grupo de trabalho no setor de licitações pode exercer a tarefa de especificar tais produtos e serviços. O Centro de Excelência deve exercer a coordenação central dos trabalhos.

Ação 11 – Como meta para o período 2019 – 2050, no Estado de Mato Grosso, estima-se um aproveitamento energético equivalente a 2,5 GWp em energia solar fotovoltaica. Considera-se praticamente a mesma taxa de crescimento atual da capacidade instalada fotovoltaica que vem sendo registrada no Estado de 79,0% a.a. para atingir, em 2050, a produção de 3.990 GWh, ou 20,0% do consumo total global de eletricidade naquele ano (**Apêndice 1**). A composição dessa meta por setor da economia é apresentada na **Tabela 21**.

Tabela 21. Metas estimadas de capacidade de potência fotovoltaica nos setores da economia de Mato Grosso no horizonte de 2050.

| Setor | Capacidade a ser atingida (MWp) |
|--------------|---------------------------------|
| Residencial | 50 |
| Comercial | 950 |
| Industrial | 500 |
| Público | 550 |
| Agropecuário | 450 |
| Total | 2500 |

Ação 12 – Para a produção de eletricidade através da biomassa de resíduos florestais estabelecer as metas de aproveitamento do potencial técnico considerado, conforme a **Tabela 22**.

Tabela 22. Metas estimadas de produção de energia de plantas baseadas na biomassa de resíduos florestais nos sistemas isolado e interligado de Mato Grosso no horizonte de 2050.

| Região | Produção a ser atingida (MWh) |
|---------------------|-------------------------------|
| Sistema Isolado | 538.962 |
| Sistema Interligado | 26.000 |

6.2 Proposta Geral

Assegurar a produção de energia renovável no Estado de Mato Grosso valorizando o potencial de cada região e promovendo o aumento da oferta de energia solar fotovoltaica e baseada na biomassa da madeira, em consonância com as normas nacionais, com o objetivo de garantir:

- a sustentabilidade do Sistema Elétrico Estadual e Nacional;
- preços mais baixos de eletricidade para os consumidores domésticos, comerciais, rurais e industriais;
- a continuidade na promoção das energias renováveis;
- o desenvolvimento de um sistema energético harmônico com o meio ambiente e a economia baseado no conhecimento e na inovação;
- a promoção do crescimento sustentável através de uma economia mais eficaz, mais ecológica e mais competitiva;
- o crescimento inclusivo, pautado numa economia com taxas de emprego elevadas, oferecendo ao mesmo tempo a coesão social e territorial;
- a contribuição de Mato Grosso para a redução da emissão de gases de efeito estufa ao substituir combustíveis fósseis no consumo final energético;
- o cumprimento do Acordo do Estado firmado em 06 de dezembro de 2015 durante a COP 21 em Paris.

A política energética de Mato Grosso deve focar-se na promoção e desenvolvimento de novos investimentos em capacidade renovável, sem onerar os consumidores, remunerada apenas a preços de mercado – sem tarifas Feed-in – com especial enfoque na energia solar fotovoltaica.

6.3 Propostas Específicas

As propostas específicas para viabilizar as ações de desenvolvimento do potencial de energia renovável solar fotovoltaica e baseada na biomassa de resíduos florestais em Mato Grosso tem atuação direta do Estado e também articulação com as esferas federal, municipal e o setor privado, conforme mostra o **Quadro 9**.

Quadro 9. Propostas específicas. Ações no âmbito do Governo Estadual com articulações com os governos Municipal e Federal e setor privado.

| Tema | Proposta | Instrumentos necessários | Impactos e resultados esperados | Meta |
|---|---|--|--|-------------|
| Licenciamento | Estabelecer práticas de licenciamento simplificadas e padronizadas, em especial para as questões relacionadas a financiamento de projetos. | Grupo de Trabalho envolvendo agentes produtores, órgãos de financiamento e poder público. | Agilização da implantação de unidades produtoras e de fornecimento de matérias primas. Mitigação do risco ao suprimento de energia. | 2020 |
| Desenvolvimento Tecnológico | Investir em pesquisas voltadas à confiabilidade, aumento da eficiência e da competitividade das fontes renováveis. | Vinculação de recursos públicos e privados voltados à pesquisa e desenvolvimento. Articulação junto às universidades e seus centros e núcleos de pesquisa e estes, oportunamente, junto ao Polo Tecnológico de Mato Grosso. | Aumento da oferta de energia elétrica a partir de fontes renováveis solar fotovoltaica e baseada na biomassa de resíduos florestais. | 2020 |
| Linhas de Financiamento Específicas para Produção | Facilitar o acesso a linhas de financiamento aos setores de produção envolvidos. | Linhas de financiamento específicas por meio de instituições de fomento estadual e federal. | Crescimento da oferta de energia no mercado estadual. | 2019 |
| Análise Tributária | Viabilizar incentivos fiscais para aquisição de ativos de implantação ou renovação de empreendimentos de produção. | Estabelecimento de convênios Confaz - ICMS. Incorporar ao PRODEIC os empreendimentos fotovoltaicos a serem implantados nos setores industriais e comerciais com potência equivalente a pelo menos metade da carga instalada. | Aumento da atratividade em setores estratégicos, sem perda de arrecadação, considerando toda a cadeia produtiva. | 2020 |
| Análise Tributária | Viabilizar absorção de créditos de ICMS ao longo de toda a cadeia produtiva. | Criação de Grupos Técnicos, com a participação da iniciativa privada, para formulação de propostas que serão discutidas nos três níveis de Governo. | Aumento da competitividade de energias renováveis. | 2020 |
| Participação do Estado (solar e biomassa de resíduos florestais) | Estabelecer a obrigatoriedade da instalação de aquecedores solares térmicos, células fotovoltaicas e microgeradores fotovoltaicos em locais de uso comum de todos os conjuntos habitacionais financiados com recursos públicos. | Regulamentação. Ampliar a informação ao consumidor a respeito dos sistemas térmicos e fotovoltaicos. Incentivos ao comércio de placas fotovoltaicas e outros materiais. | Tornar o Estado uma das referências sobre a utilização de energias solar e da biomassa de resíduos florestais. Aumentar a participação das fontes renováveis na matriz energética do Estado. | 2021 |
| Incentivo aos municípios para | Estimular a introdução desses sistemas nos setores da economia, utilizando-se dos | Instituição de Grupo de Trabalho Multidisciplinar com representantes dos | Desenvolvimento do potencial energético do Estado. Redução da | 2020 |

| | | | | |
|---|---|---|--|------|
| instalação de sistemas fotovoltaicos e à biomassa | incentivos de financiamento existentes. Construir novos modelos de negócios de acordo com as características do município. Incentivar o cooperativismo. | municípios, concessionárias de energia, órgãos do setor energético e dos Comitês de Bacias Hidrográficas. Participação posterior da esfera federal. | dependência energética intra-regional. Aumento do suprimento por energia renovável e da competitividade da geração distribuída. Fortalecimento da participação da sociedade com o cooperativismo. | |
| Segurança Energética do Estado de Mato Grosso | Tornar efetivas as obrigações de ampliação de capacidade de produção de energia elétrica por fontes fotovoltaicas e baseadas à biomassa das concessionárias de geração no Estado. | Aprimoramento do arcabouço legal e normas existentes. Ações judiciais (<i>ad futurum</i> ou em curso). | Aumento da segurança energética do Estado de Mato Grosso, beneficiando todo o Sistema Interligado Nacional. | 2021 |
| Planejamento integrado de recursos e da utilização de infraestrutura | Instituir o Planejamento Integrado de Recursos por Bacias Hidrográficas no Estado de Mato Grosso. Promover a gestão integrada da expansão da infraestrutura considerando os recursos energéticos e hídricos. Adotar modelo que contemple os objetivos do governo e sociedade quanto à composição da matriz energética e da distribuição regional da população. Que enfatize alternativas energéticas não tradicionais e permita, através de uma constituição orgânica regulamentada, a efetiva participação dos interessados-envolvidos, proprietários e não proprietários dos recursos, dos organismos envolvidos no plano de recursos, e nos critérios de seleção das alternativas (recursos energéticos, hídricos e aqueles que possibilitam a condução dos setores energético e de água no tempo e no espaço) com decisões tomadas em "livre arbítrio". No âmbito da instituição deste modelo, estabelece-se a graduação da importância que a sociedade deseja para a limitação dos efeitos ambientais da produção e uso dos recursos energéticos e hídricos. Revisar o plano periodicamente. | Instituição de Grupo de Planejamento Integrado. A elaboração do planejamento integrado de recursos por bacias hidrográficas requer uma equipe técnica capaz de atender o escopo e o porte dos serviços requeridos, constituída com base nos Planos de Recursos Hídricos de Bacia. Este Grupo coordenará as ações dos demais Grupos instituídos nos municípios ou em órgãos do governo. Instituição de Grupo de Trabalho Multidisciplinar com representantes dos municípios, concessionárias de energia, órgãos do setor energético e dos Comitês de Bacias Hidrográficas, universidades e centros de pesquisa em energia e recursos hídricos. Participação posterior da esfera federal. | Modelo indicativo e descentralizado, convivendo com as várias formas de geração de energia (com custos e riscos díspares). Agilização de obras de segurança energética. Redução de custos. Redução de impactos ambientais. Efetiva participação dos interessados-envolvidos (stakeholders) com benefícios nas dimensões política, econômica, social, cultural e ambiental, com ganhos específicos, respectivamente, liberdade, renda e emprego, educação e saúde e conservação do meio físico e biótico. Uso racional de recursos. | 2022 |

| | | | | |
|--|---|--|---|------|
| Fortalecimento do papel do Estado nos processos de planejamento eletro-energético (1) | Viabilizar a execução, pelo Estado, do planejamento integrado de recursos, de caráter indicativo, e fomento da geração distribuída. O modelo deve proporcionar: 1) desenvolvimento das regiões atrasadas (e.g: aplicação de recursos e promoção de iniciativas renováveis com benefícios de redução de pobreza; prestação de serviços de energia às pessoas sem acesso, em áreas geograficamente dispersas); 2) instituição de um modelo de integração regional e social; 3) ajustamento da sociedade aos limites dos recursos do Estado. | Sistema de informações cadastrais sobre os empreendimentos de interesse do Estado. Atualização anual do Balanço Energético Estadual e regiões. Acordo operativo com a EPE para acompanhamento e construção de um planejamento integrado de recursos energéticos e hídricos em Mato Grosso segundo suas vocações regionais e desenvolvimento sustentável de seu potencial energético. | Potencialização de empreendimentos energéticos de interesse do Estado. Desenvolvimento de regiões atrasadas. Integração regional. Aproveitamento racional do potencial de recursos energéticos do Estado. | 2022 |
| Fortalecimento do papel do Estado nos processos de planejamento eletro-energético (2) | Consolidar e fortalecer o monitoramento da implantação de obras de expansão da geração e melhoria do sistema de transmissão e distribuição. | Grupo técnico de trabalho entre Secretaria de Desenvolvimento Econômico – Coordenadoria de Energia, empresas do setor, concessionárias de geração, transmissão e distribuição, instituição responsável pelo Balanço Energético Estadual, EPE e ONS. | Aumento da confiabilidade e mitigação das vulnerabilidades do sistema elétrico estadual, acompanhamento das estratégias do setor energético/elétrico, bem como identificação dos conflitos interinstitucionais em relação à implantação dos empreendimentos no território mato-grossense. | 2021 |
| Sistemas fotovoltaicos no meio rural em distritos, assentamentos e aldeias indígenas | Estabelecer obrigatoriedade de viabilização de atendimento de distritos, assentamentos quilombolas, aldeias indígenas, com fontes renováveis disponíveis no local (fotovoltaica e/ou biomassa). | Grupo de Trabalho com o governo, concessionária de energia, representantes das organizações e dos grupos. Regulamentação da ANEEL. | Uso adequado do potencial energético do Estado. Aumentar a oferta de energia renovável. Reduzir os investimentos em linhas e redes de distribuição. | 2020 |
| Gestão institucional pública (1) | Incentivar a pesquisa e desenvolvimento de materiais e equipamentos na produção de energia fotovoltaica. Apoiar o estabelecimento de parcerias com empresas do ramo para desenvolvimento e aplicação prática das pesquisas desenvolvidas quanto à produção de energias renováveis fotovoltaica e baseada na biomassa e na produção de equipamentos. | Convênios com instituições de ensino médio e superior na área tecnológica. Parcerias público-privadas para prestação de serviços de treinamento e capacitação. | Desenvolvimento de competências e habilidades em energia renovável no setor de governo. Preparação de técnicos na área energética para desempenho das funções na área de governo, contribuindo para melhoria dos planos e instrumentos de planejamento. Inovação pedagógica | 2020 |

| | | | | |
|---|---|---|---|------|
| | Apoiar os grupos/núcleos de pesquisa na área de energia renovável. Incentivar a qualificação, na graduação e pós-graduação de colaboradores, técnicos e professores na área de energia fotovoltaica e outras energias renováveis, considerando a necessidade do engajamento e responsabilidade da Instituição nas soluções e desenvolvimento sustentável do Estado. | | nos cursos sobre conversão de energia renovável para ser um agente transformador na realidade da sociedade. Acesso às novas tecnologias, junto às instituições de pesquisa e ensino e às empresas. | |
| Gestão institucional pública (2) | Publicar anualmente o PEDER-MT e relatórios com seus ajustes e adaptações. | Publicação, por parte do Governo do Estado, do Plano Estratégico para o Desenvolvimento de Energias Renováveis em Mato Grosso – PEDER-MT 2050 e relatórios anuais de situação e avaliação da implementação das propostas, além das medidas de adaptação e/ou complementares a serem adotadas no curto, médio e longo prazo, considerando o estudo de monitoramento e avaliação através dos indicadores, e a integração com os municípios, de forma regionalizada. | Plano Estratégico para o Desenvolvimento de Energias Renováveis e Políticas de Energia Renovável tornados públicos, bem como reavaliados e revisados ao longo do tempo no sentido de consolidarem-se como referência no setor para o planejamento energético. Melhor desempenho do planejamento no nível regional. Participação dos municípios e consórcios de municípios. Interação com planos regionais e municipais de desenvolvimento. As aplicações de indicadores regionalizados permitem melhor aferição da realidade local e refletem a dinâmica social e econômica com maior exatidão. | 2021 |
| Gestão institucional pública (3) | Realizar encontros e oficinas de capacitação/sensibilização para os governos locais, sociedade organizada e associações e consórcios de municípios. | Realização, pelo órgão de governo competente, de encontros e oficinas de sensibilização/capacitação quanto aos aspectos e oportunidades relacionados às energias renováveis, tendo como público-alvo as associações de municípios, autoridades e governos locais. | Interessados-envolvidos capacitados e sensibilizados sobre a utilização dos recursos energéticos renováveis de sua região. Identificação das lacunas de conhecimento sobre as fontes renováveis. Compreensão e saneamento de dúvidas quanto aos benefícios relacionados à melhoria da | 2021 |

| | | | | |
|---|---|--|--|------|
| | | | qualidade de vida, criação de emprego, crescimento da economia, conservação do meio ambiente e redução de conflitos ambientais. | |
| Gestão institucional pública (4) | Desenvolver parceria com o órgão planejador nacional, a Empresa de Pesquisa Energética do Ministério de Minas e Energia (EPE), para aprimoramento contínuo do plano. | A Secretaria de Estado competente deve desenvolver parceria, além das instituições locais – universidades e centros de pesquisa que elaboram o Balanço Energético, distribuidora de energia elétrica -, com a EPE para aprimoramento do monitoramento contínuo do plano em relação ao incremento anual de fontes energéticas, a obras de transmissão e distribuição e a novas políticas energéticas nacionais. | Controle e monitoramento detalhado de obras elétricas distribuídas no território mato-grossense. Fortalecimento e busca de sinergias entre o plano estadual e os planos nacionais. Aperfeiçoamento e atualização das propostas, ações e metas do plano estadual. | 2021 |
| Gestão institucional pública (5) | Conduzir estudos sinérgicos entre o PEDER-MT e os planos de desenvolvimento regionais e planos setoriais. Ver Apêndice 2 . | Os grupos temáticos devem apresentar periodicamente estudos sinérgicos entre estes planos visando à compatibilização de ações entre os setores. Desenvolvimento dos estudos em parceria com as respectivas Secretarias de Estado responsáveis pelos planos e/ou programas, avaliando, revisando e adaptando o plano, se necessário, às suas ações. | Sistematização de um inventário de informações sobre a infraestrutura energética, objetivos sociais, econômicos e ambientais, considerando as adaptações às condições regionais e/ou do setor e a redução de conflitos, por região. Ampliação do conhecimento dos problemas setoriais por região do Estado. | 2020 |
| Gestão institucional privada (inclusive capacitação) | Incentivar as empresas do setor energético (industriais e comerciais) a aprimorar o conhecimento e competências sobre energia renovável e entender o negócio quanto a sua viabilidade de mercado, custos de materiais, cursos de preparação e aperfeiçoamento, clientela e público alvo em MT e suas diferentes regiões. Desenvolver expertise técnica sobre projetos e instalação, operação e manutenção de sistemas de energia fotovoltaica e baseada | Convênios ou contratos com instituições de ensino médio e superior na área tecnológica para treinamento, capacitação, cursos de pós-graduação <i>lato sensu</i> ou <i>strictu sensu</i> (mestrado profissional ou área específica). | Obtenção de economia de recursos materiais, insumos e financeiros nas fases de proposição, orçamentação, especificação, desenvolvimento do projeto, instalação, comissionamento e operacionalização de plantas produtoras de energia. Agregação de valor social e ambiental ao produto, ao cliente individual particular e coletivo. | 2020 |

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| | <p>na biomassa (termoelectricidade), bem como a venda do produto. Ofertar e trocar conhecimento e parcerias com instituições de ensino desde a pesquisa e aperfeiçoamento à troca de experiências e aproveitamento de mão-de-obra qualificada para crescimento do mercado.</p> | | <p>Oferta de mão-de-obra especializada no mercado de trabalho e geração de empregos de alta qualificação. Novas estratégias e ferramentas de ensino das possíveis aplicações de projetos de geração de energia elétrica que utilizam recursos renováveis na educação profissional técnica com as competências que surgem no mercado de trabalho.</p> | |
|--|--|--|--|--|

7. MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO DO PLANO

O monitoramento e a avaliação da implementação do Plano Estratégico para o Desenvolvimento de Energias Renováveis em Mato Grosso – PEDER-MT são realizados com as análises dos indicadores anuais estabelecidos (**Seção 4**), ferramentas que permitem o controle do desenvolvimento do plano ao longo do tempo. Este procedimento garante uma visão de curto e médio prazo do plano facultando a correção da sua trajetória, além de favorecer a gestão dos efeitos e mitigações das mudanças ocorridas ao longo do período.

Os dados necessários para atualização da ferramenta de monitoramento e avaliação do PEDER-MT devem ser recolhidos anualmente, sempre na mesma época, de forma que se possa comparar a evolução de cada ação. Eles podem ser obtidos com a realização do Balanço Energético Estadual e Mesorregiões anualmente. Essa atualização é da responsabilidade da Coordenadoria de Energia da Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico, em cooperação com as demais Secretarias de Estado e órgãos governamentais e deve ser orientada e aprovada pelo Conselho Estadual de Energia, uma vez em funcionamento.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A geração elétrica por novas fontes renováveis em Mato Grosso, nomeadamente, solar fotovoltaica e a baseada nos resíduos florestais, deve ser incentivada num contexto de implementação de medidas/políticas públicas associadas a objetivos locais de desenvolvimento, metas de criação de empregos, outros benefícios socioeconômicos e de conservação ambiental.

As propostas contidas neste Plano estão vinculadas ao Relatório Técnico de “Avaliação da geração e uso dos potenciais técnico e econômico de energias renováveis em Mato Grosso”, documento balizador da formulação das ações e propostas. Para a sua concretização, deve-se compreender que o atendimento à demanda de energia futura no Estado de Mato Grosso, através de seus recursos energéticos renováveis, não impede a conservação do meio ambiente e nem dela prescinde. A oferta de energia é caracterizada tanto pela diversificação de suas fontes quanto pela capacidade de produzir energia elétrica com redução dos impactos ambientais.

Nestas circunstâncias, contudo, os desafios são expressivos, considerando-se os três biomas sensíveis do Estado e as disparidades de desenvolvimento intra-regionais, requerendo do plano as melhores estratégias e a ênfase nos riscos e oportunidades, além de servir como orientador para os agentes perante as dificuldades encontradas para viabilizar projetos, empreender, investir e incrementar a curva ascendente da produção de energia renovável na matriz energética.

O Plano é apenas uma das etapas para o estabelecimento e desenvolvimento de novas fontes renováveis em Mato Grosso. Ele evidencia as principais propostas baseadas no cenário do mercado de energia renovável e como ele poderá evoluir sob a ótica do ente principal – o governo. O Plano também apresenta como as medidas podem direcionar a expansão dessas fontes no longo prazo em consonância com os planos transversais de desenvolvimento conduzidos pelo governo estadual e os planos setoriais.

Para a efetivação do Plano deve ser definida estrutura funcional de governo, vinculada à Secretaria competente, dedicada à coordenação das atividades. O desenvolvimento do plano exige a implantação e a interação de grupos temáticos multisetoriais, mantendo um órgão centralizador organizado para elaboração de estudos, análises, monitoramento e avaliação das

propostas nele contidas. A trajetória do plano, responsabilidades e cronogramas deverão ser monitorados pelo Conselho Estadual de Energia, uma vez em funcionamento.

Os resultados são a garantia de políticas públicas de cunho sustentável para uma matriz renovável, uso racional dos recursos, segurança e confiabilidade do sistema elétrico, monitoramento frequente e permanente de obras elétricas estruturantes, suprimento de eletricidade mais barato ao consumidor, geração de emprego e renda e apoio ao desenvolvimento e implementação do Programa de Economia Verde no Estado de Mato Grosso.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANEEL. (2016). *Comissão Especial de Licitação*. Acesso em Outubro de 2018, disponível em Agência Nacional de Energia Elétrica.: http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/editais_geracao/documentos/Comunicado_Relevante_2_NT_EPE_sistemas_h%C3%ADbridos_leilao-02-2016.pdf
- ANEEL. (2018). *Agência Nacional de Energia Elétrica*. Acesso em Setembro de 2018, disponível em Sistemas Isolados : http://www.aneel.gov.br/busca?p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_returnToFullPageURL=http%3A%2F%2Fwww.aneel.gov.br%2Fbusca%3Fp_auth%3DwfjL43yl%26p_p_id%3D3%26p_p_lifecycle
- ANEEL. (2018). *BIG - Banco de Informações de Geração*. Acesso em Dezembro de 2018, disponível em ANEEL: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/ResumoEstadual/GeracaoTipoFase.asp>
- ANEEL. (2018). *Geração distribuída*. Acesso em dezembro de 2018, disponível em ANEEL : http://www2.aneel.gov.br/scg/gd/gd_estadual_detalhe.asp?uf=MT
- ARCARDIS TETRPLAN. (2010). *Estudo sobre o potencial de geração de energia a partir de resíduos de saneamento (lixo, esgoto), visando incrementar o uso de biogás como fonte alternativa de energia renovável*. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento - PNUD e Ministério do Meio Ambiente - MMA, São Paulo - Brasil. Fonte: http://www.mma.gov.br/estruturas/164/_publicacao/164_publicacao10012011033201.pdf
- Barbose, G., Darghouth, N., Weaver, S., & Wiser, R. (2013). *Tracking the Sun VI: An historical summary of the installed price of photovoltaics in the United States from 1998 to 2012*. Berkeley Lab's: Lawrence Berkeley National Laboratory, California, USA.
- BNDES. *O papel das fontes renováveis de energia no desenvolvimento do setor energético e barreiras à sua penetração no mercado*. BNDES Setorial. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Rio de Janeiro, nº 21, p 5-30 mar 2005. Disponível em <http://www.bndes.gov.br/bibliotecadigital>. Acesso em 06/12/2018.

- BRASIL. (2017). *Energia solar no Brasil: situação e perspectivas*. Câmara dos Deputados, Consultoria Legislativa, Brasília, Distrito Federal.
- BRASIL, G. (2013). *GREENPEACE BRASIL RELATORIO ANUAL*. GREENPEACE BRASIL, São Paulo
- CPFL. (2015). *Projeto de P&D "Panorama. e análise comparativa da tarifa de energia elétrica do Brasil com tarifas praticadas em países selecionados, considerando a influência do modelo institucional vigente"*. Acesso em Setembro de 2018, disponível em Relatório V – Formação de custos e preços de geração e transmissão de energia elétrica: <https://www.cpfl.com.br/energias-sustentaveis/inovacao/projetos/Documents/PB3002/formacao-de-custos-e-precos-de-geracao-e-transmissao.pdf>
- Dorileo, I. L. (2009). *Planejamento integrado de recursos energéticos e hídricos em bacias hidrográficas: proposta metodológica e aplicação à bacia do Rio Cuiabá-MT*. Tese (Doutorado em Planejamento de Sistemas Energéticos), Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, Campinas, São paulo.
- Dykstra, D. R., & Binkley, C. S. (1987). *The global forest sector: an analytical perspective*. International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, Austria.
- Elysia Energia Solar . (2018). *Os tipos de inversor solar: tudo o que você precisa saber sobre o equipamento que é o coração do sistema fotovoltaico*. Acesso em 07 de 12 de 2018, disponível em Elysia Energia Solar : <https://www.elysia.com.br/blog/tipos-de-inversor-solar/>
- Empresa de Pesquisa Energética - EPE. (2012). *Nota Técnica EPE: Análise da inserção da geração solar na matriz elétrica brasileira*. Ministério de Minas e Energia - MME, Rio de Janeiro - Brasil.
- EPE. (2012). *Nota Técnica: Análise da inserção da geração solar na matriz elétrica brasileira*. Empresa de Pesquisa Energética, Ministério de Minas e Energia, Rio de Janeiro, Brasil .
- EPE. (2016). *Estudos da demanda de energia. Nota técnica DEA 13/15*. Empresa de Pesquisa Energética, Ministério de Minas e Energia, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- EPE. (2018). *Habilitação técnica: visão geral do processo e resultados. Workshop do Leilão A-6 de 2018*. Empresa de Pesquisa Energética - Ministério de Minas e Energia , Brasília, Distrito Federal .

- EPE. (2018). *Nota técnica EPE 17/18: Potencial energético de resíduos florestais do manejo sustentável e de resíduos da industrialização da madeira*. Empresa de Pesquisa Energética, Ministério de Minas e Energia, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- FERNANDES, M. (2000). *Análise tecno-econômica da gaseificação da biomassa para eletrificação rural*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica), Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de São Paulo - UNICAMP, Campinas, São Paulo, Brasil.
- FGV. (2017). *Caderno opinião FGV energia. O financiamento de energias renováveis alternativas no Brasil*. Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, Brasil.
- FINEP-Brasil. (2018). *Inova-energia*. Acesso em Novembro de 2018, disponível em FINEP: <http://www.finep.gov.br/apoio-e-financiamento-externa/programas-e-linhas/programas-inova/inova-energia>
- GREANPEACE BRASIL. (2016). *Energy [Re]Evolution – For a Brazil with 100% clean and renewable energy*. GREANPEACE BRASIL. Fonte: <http://www.researchgate.net/publication/310018860>
- HIGA, A. R., KAGEYAMA, P. Y., & FERREIRA, M. (1973). Variação da densidade básica da madeira de *Pinus elliottii* var *elliottii* e *Pinus taeda*. *IPEF (Atual Scientia Forestalis)*(7), 79-91.
- IBGE. (2017). *Divisão regional do Brasil em regiões geográficas imediatas e regiões geográficas intermediárias: 2017*. (C. d. IBGE, Ed.) Rio de Janeiro.
- IEE - USP . (2015). *Microgeração fotovoltaica no Brasil: viabilidade econômica* . Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo, Laboratório de Sistemas Fotovoltaicos , São Paulo, Brasil .
- IEI - Brasil. (2018). *Impactos da inserção da geração distribuída fotovoltaica e de eficiência energética no setor elétrico brasileiro: metodologia, cenários e resultados*. International Energy Initiative Brasil , Campinas, São Paulo, Brasil .
- IEI - Brasil. (2018). *Maior disseminação de recursos energéticos distribuídos (REDs): sugestões para mitigar impactos tarifários e orientações para uma nova política energética*. International Energy Initiative Brasil, Campinas, SP, Brasil. Acesso em Agosto de 2018, disponível em <http://iei-brasil.org/2018/08/20/maior-disseminacao-de-reds/>

- IEI - Brasil. (2018). *O avanço da geração distribuída, da eficiência energética e de outros recursos distribuídos: possíveis soluções e experiências no Brasil e em outros países*. International Energy Initiative - Brasil, Campinas, São Paulo, Brasil.
- INPE . (2017). *Atlas brasileiro de energia solar*. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais . São José dos Campos, São Paulo, Brasil: INPE.
- IPCC. (2006). *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 2 - Energy. Chapter 2 - Stationary Combustion*. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- IPT . (2013). *Catálogo de madeiras brasileiras para a construção civil*. Instituto de Pesquisa Tecnológica , São Paulo, Brasil .
- Jannuzzi, G. d. (2000). *Políticas públicas para eficiência energética e energia renovável no novo contexto de mercado* (1ª ed.). Campinas - São Paulo: Autores Associados .
- Jannuzzi, G. M., & Swisher, J. N. (1997). *Planejamento integrado de recursos energéticos. Meio ambiente, conservação de energia e fontes renováveis* (1ª ed.). Campinas, São Paulo: Autores Associados.
- KOHLBACH . (2018). *Customised biomass energy solutions*. Acesso em novembro de 2018, disponível em Kohlbach : www.Kohlbach.at
- Lauri, P., Havlík, P., Kindermann, G., Forselln, N., Böttcher, H., & Obersteiner, M. (2014). Woody biomass energy potential in 2050. *Energy Policy*, 66, 19-31.
- Lehmann, H., & Peter, S. (2003). *Aassessment of roof & façade potentials for solar use in Europe*. ISUSI, Institute for sustainable Solutions and Innovations, Römerweg 2, 52070 Aachen, Germany. Acesso em Outubro de 2016, disponível em <http://sustainable-soli.com/downloads/roofs.pdf>
- Lima, C. M., & Camurça, L. C. (2017). *Os entraves para o desenvolvimento das energias renováveis no Brasil*. Acesso em 07 de 12 de 2018, disponível em JUS: <https://jus.com.br/artigos/58916/os-entraves-para-o-desenvolvimento-das-energias-renovaveis-no-brasil>
- Martins, V. A. (2015). *Análise do potencial de políticas públicas na viabilidade de geração distribuída no Brasil*. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético), Programa de Pós-graduação em Planejamento Energético da Universidade Federal do Rio de Janeiro - COPPE, Rio de Janeiro, Brasil.

- MCTIC. (2018). *Emissão Corporativos*. Acesso em Outubro de 2018, disponível em Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação: https://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/ciencia/SEPED/clima/textogeral/emissao_corporativos.html
- Mello, E. C. (2003). *Planejamento estratégico para a implementação de energia fotovoltaica em áreas carentes do Maranhão: proposta ecológica de solução sócio-econômicoenergética*. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia Mecânica), Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas, São Luiz - MA, Brasil.
- Mitidieri, M. F. (2017). *Análise do potencial de geração distribuída de energia solar fotovoltaica nos setores bancário, de educação básica e postos de gasolina*. UFRJ-COPPE, Rio de Janeiro, Brasil .
- Naruto, D. T. (2017). *Vantagens e desvantagens da geração distribuída e estudo de caso de um sistema solar fotovoltaico conectado à rede elétrica*. Projeto de Graduação (Curso de Engenharia Elétrica), UFRJ/Escola Politécnica, Rio de Janeiro - Brasil .
- NOGUEIRA, L. P. (2011). *Estado atual e perspectivas futuras para a indústria eólica no Brasil*. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético), Programa de Pós-graduação em Planejamento Energético - COPPE, Rio de Janeiro.
- Omnipellets. (2018). *Certificação e Qualidade*. Acesso em 07 de 12 de 2018, disponível em Omnipellets: <http://www.omnipellets.pt/certification>
- ONS . (2017). *Plano anual de operação dos sistemas isolados para 2018 (PEN SISOL 2018)*. Operador Nacional do Sistema Elétrico , Rio de janeiro, RJ, Brasil.
- RIBEIRO, F. d., & ZANI, J. (1993). Variação da densidade básica da madeira em espécies/procedências de Eucalyptus spp. . *IPEF (Atual Scientia Forestalis)*(46).
- Rogers, E. (2003). *The diffusion of innovations* (5th ed.). New York, USA : The Free Press .
- Romeiro, D. L., & Ferraz, C. (2016). O protagonismo das novas energias renováveis e o desafio de remunerar a maior flexibilidade exigida aos sistemas elétricos . *Revista Brasileira de Energia* , 22(2), 68-82.
- SEDEC. (2015). *Balanço energético do estado de Mato Grosso e mesorregiões 2015 - Ano base 2014*. Secretaria de Estado Desenvolvimento Econômico, Cuiabá, MT, Brasil.

- SINGLETON, C. (2017). *Can California Conquer the Next Phase of Renewables Integration*. Acesso em 30 de 10 de 2018, disponível em Greentechmedia: <https://www.greentechmedia.com/articles/read/can-california-conquer-the-next-phase-of-renewables-integration#gs.xWXrRPg>
- SOCCOL, F. J., Pereira, A. L., Celeste, W. C., Coura, D. J., & Diniz, G. D. (2016). Desafios Para Implementação da Geração Distribuída de Energia no Brasil-Uma Revisão Integrativa da Literatura. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 2(3), 31-43.
- SOUZA, Ernani Lúcio Pinto de. *A Organização Industrial do Setor Madeireiro no Município de Sinop, Mato Grosso: Uma Análise da Estrutura de Mercado*. Dissertação de Mestrado. Núcleo de Altos Estudos Amazônicos. Universidade Federal do Pará. Belém, 1999. 126 p.
- Starosta, J. (2016). *Demanda instantânea máxima ou "pico da carga"*. Acesso em 07 de 12 de 2018, disponível em Portal O setor Elétrico : <https://www.osetoelettrico.com.br/demanda-instantanea-maxima-ou-pico-da-carga/>

10. APÊNDICES

Apêndice 1 – Consumo final de eletricidade nos setores da economia do Estado de Mato Grosso no período de 2007 a 2017 e projeção da demanda para o período 2018 a 2050.

| Fluxo | Consumo final energético | Energético | Residencial | Comercial | Público | Agropecuário | Industrial |
|-------|--------------------------|------------|-------------|-----------|---------|--------------|------------|
| 2007 | 4983 | 137 | 1397 | 973 | 552 | 484 | 1440 |
| 2008 | 5237 | 19 | 1486 | 1048 | 603 | 559 | 1522 |
| 2009 | 5538 | 19 | 1605 | 1099 | 622 | 585 | 1609 |
| 2010 | 6.031 | 204 | 1.705 | 1.150 | 654 | 630 | 1.688 |
| 2011 | 6.384 | 193 | 1.772 | 1.256 | 670 | 715 | 1.778 |
| 2012 | 6.966 | 214 | 1.945 | 1.371 | 710 | 806 | 1.920 |
| 2013 | 7.638 | 234 | 2.182 | 1.504 | 764 | 854 | 2.100 |
| 2014 | 8290 | 304 | 2401 | 1614 | 834 | 938 | 2199 |
| 2015 | 7985 | 10 | 2537 | 1671 | 875 | 970 | 1922 |
| 2016 | 7874 | 10 | 2550 | 1610 | 874 | 1057 | 1773 |
| 2017 | 8406 | 10 | 2734 | 1704 | 933 | 1191 | 1833 |
| 2018 | 8.987 | 93 | 2.828 | 1.832 | 957 | 1.159 | 2.149 |
| 2019 | 9.221 | 186 | 2.910 | 1.839 | 973 | 1.197 | 2.142 |
| 2020 | 9857 | 143 | 3124 | 1979 | 1045 | 1347 | 2241 |
| 2021 | 10045 | 93 | 3230 | 2057 | 1067 | 1348 | 2299 |
| 2022 | 10.267 | 186 | 3.304 | 2.056 | 1.082 | 1.382 | 2.288 |
| 2023 | 10.934 | 143 | 3.529 | 2.204 | 1.157 | 1.545 | 2.391 |
| 2024 | 11104 | 93 | 3632 | 2283 | 1178 | 1536 | 2450 |
| 2025 | 11312 | 185 | 3699 | 2273 | 1190 | 1566 | 2435 |
| 2026 | 12010 | 142 | 3934 | 2429 | 1269 | 1743 | 2541 |
| 2027 | 12162 | 92 | 4033 | 2508 | 1289 | 1725 | 2600 |
| 2028 | 12357 | 185 | 4094 | 2490 | 1299 | 1751 | 2582 |
| 2029 | 13087 | 142 | 4340 | 2653 | 1382 | 1940 | 2691 |
| 2030 | 13221 | 92 | 4435 | 2733 | 1399 | 1913 | 2751 |
| 2031 | 13402 | 185 | 4489 | 2708 | 1407 | 1936 | 2728 |
| 2032 | 14163 | 142 | 4745 | 2878 | 1494 | 2138 | 2841 |
| 2033 | 14279 | 92 | 4837 | 2958 | 1510 | 2102 | 2901 |
| 2034 | 14447 | 184 | 4883 | 2925 | 1515 | 2120 | 2875 |
| 2035 | 15239 | 142 | 5150 | 3103 | 1606 | 2336 | 2991 |
| 2036 | 15338 | 92 | 5239 | 3183 | 1621 | 2290 | 3051 |
| 2037 | 15492 | 184 | 5278 | 3142 | 1624 | 2305 | 3021 |
| 2038 | 16316 | 141 | 5556 | 3328 | 1718 | 2533 | 3141 |
| 2039 | 16396 | 92 | 5641 | 3409 | 1731 | 2479 | 3202 |
| 2040 | 16537 | 184 | 5673 | 3359 | 1732 | 2490 | 3168 |
| 2041 | 17392 | 141 | 5961 | 3553 | 1830 | 2731 | 3291 |
| 2042 | 17455 | 92 | 6042 | 3634 | 1842 | 2667 | 3352 |
| 2043 | 17582 | 183 | 6067 | 3576 | 1841 | 2674 | 3314 |
| 2044 | 18469 | 141 | 6367 | 3777 | 1943 | 2928 | 3441 |
| 2045 | 18513 | 91 | 6444 | 3859 | 1953 | 2856 | 3503 |
| 2046 | 18627 | 183 | 6462 | 3793 | 1949 | 2859 | 3461 |
| 2047 | 19545 | 141 | 6772 | 4002 | 2055 | 3126 | 3591 |
| 2048 | 19572 | 91 | 6846 | 4084 | 2063 | 3044 | 3653 |
| 2049 | 19672 | 183 | 6857 | 4010 | 2057 | 3044 | 3608 |
| 2050 | 20622 | 140 | 7177 | 4227 | 2167 | 3324 | 3741 |

Unidade: GWh.

1. A projeção da demanda de eletricidade foi realizada de acordo com estudos da Matriz Energética de Mato Grosso elaborada pelo Núcleo Interdisciplinar de Estudos em Planejamento Energético da Universidade Federal de Mato Grosso. A metodologia aplicada é a da Decomposição Estrutural, utilizando-se o Produto Interno Bruto de Mato Grosso e Cenário de Crescimento da Economia do World Bank, balizado pela evolução do PIB do Brasil e as parcelas do consumo energético por setor da economia; e, ainda, utilizando-se as

premissas do Plano Decenal de Energia 2026 da EPE/MME. Desta forma, o modelo é: $CE = [CE/VA \times VA] \times [VA/PIB \times PIB] \times [CE_{setor}/CE_{total} \times CE_{total}]$.

Onde:

CE = Consumo final energético

VA = Valor adicionado do setor

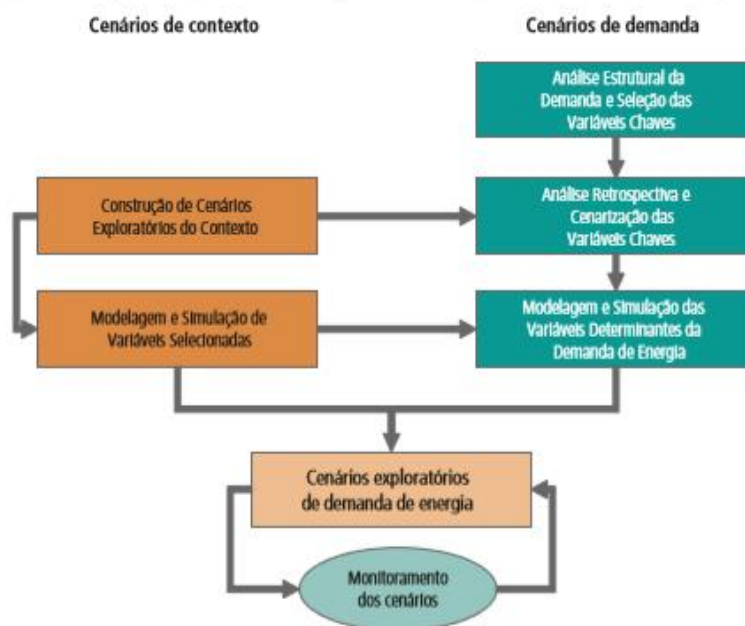
PIB = Produto interno bruto

Esquema do processo de elaboração de cenários exploratórios de demanda de energia.

Fonte: EPE, 2010

Plano Nacional de Energia 2030

Figura 1.1 – Esquema do processo de elaboração de cenários exploratórios de demanda de energia



A macro etapa dos **cenários de contexto** compreende as seguintes fases:

- análise retrospectiva da evolução recente do ambiente objeto dos cenários (mundial e nacional);
- pesquisa qualitativa de coleta de percepções e expectativas sobre o futuro do objeto de cenários;
- identificação dos condicionantes de futuro do contexto (tendências e incertezas);
- seleção das incertezas críticas - variáveis centrais de futuro altamente incerto;
- formulação de hipóteses plausíveis de desempenho das incertezas críticas;
- geração dos cenários exploratórios;
- quantificação das variáveis sociais e econômicas relevantes;

A macro etapa dos **cenários de demanda** compreende as seguintes fases:

- análise estrutural de mapeamento das variáveis centrais que determinam a demanda de energia sob condições sócio-econômicas, tecnológicas e políticas;
- hierarquização e seleção das variáveis de maior poder de determinação direta da demanda (rede de causalidade);
- análise retrospectiva do desempenho da demanda como um todo e das variáveis-chave;
- formulação de hipóteses plausíveis de desempenho das variáveis-chave nas condições dos cenários do contexto;
- geração e desenvolvimento dos cenários exploratórios de demanda de energia;
- quantificação da demanda de energia.

Procedeu-se à verificação da consistência macroeconômica do cenário formulado. O cenário é considerado macroeconomicamente consistente com base na verificação de compatibilidade das principais variáveis com a caracterização qualitativa dos cenários. Posteriormente, os resultados foram cotejados com referências disponíveis e avaliados em discussão com especialistas. Assim, teremos um

cenário macroeconômico de crescimento “moderado”. Ressalta-se que o Estado de Mato Grosso tem taxas de crescimento históricas maiores que as do Brasil.

Premissas de cenários do PDE 2026 para o Brasil:

“1. Considerou-se que o entrave ao crescimento vem de duas frentes: a primeira, conjuntural, é relativa à crise econômica iniciada em 2014 e à capacidade de reversão desse cenário, com retomada do crescimento aos níveis pré-crise; a segunda, de cunho estrutural, refere-se aos gargalos logísticos e de infraestrutura, além da baixa qualificação de mão-de-obra e ausência de políticas industriais na direção do desenvolvimento de atividades de maior valor agregado e maior competitividade internacional, a fim de gerar altas taxas de crescimento vigoroso e sustentado.

2. Neste estudo, considera-se que a retomada do crescimento se dará mais fortemente ao final do primeiro quinquênio (2017-2022). A fraca demanda permanecerá nos primeiros anos, decorrente da maior persistência do desemprego, das restrições de crédito e da baixa confiança dos consumidores e investidores. Isso levará a um crescimento mais fraco de setores dependentes do mercado interno, como os serviços e setores da indústria de construção civil e alguns da transformação, como cimento, papel, e setores produtores de bens de consumo duráveis (veículos, eletrodomésticos) e de bens de capitais (produção de máquinas e equipamentos).

3. No segundo quinquênio, em razão da retomada da demanda interna e do excesso de capacidade ociosa existente, projeta-se maior crescimento da indústria, especialmente das indústrias de transformação e de construção civil. Setores primário-exportadores, como a agropecuária e alguns setores da indústria extrativa (minério de ferro e petróleo) e de transformação (como celulose), serão beneficiados pela competitividade natural brasileira e apresentarão crescimento mais vigoroso ao longo de todo o horizonte. Dessa forma, o crescimento será puxado mais fortemente por setores primário-exportadores, enquanto a indústria mais intensiva em bens de capital (transformação, construção civil) e serviços apresentarão um crescimento mais modesto.” Até 2036 as perspectivas macroeconômicas já serão melhores e marcarão um desenvolvimento mais acelerado da economia. Para Mato Grosso considera-se uma taxa média de crescimento de 4,1% ao ano até o horizonte de 2050.

2. A Tabela abaixo mostra as projeções do PIB e dos PIBs regionais do Estado de Mato Grosso para o cenário admitido nas projeções da demanda de energia e aplicados nos VAs setoriais.

| Em Bilhões (10 ⁹) R\$ | | | | | | | |
|-----------------------------------|-----------|------------|----------|--------|---------|----------|--------|
| | Em R\$: | | | | | | |
| Anos | Brasil | Centro-Sul | Nordeste | Norte | Sudeste | Sudoeste | MT |
| 2009 | 2.239,14 | 14,75 | 3,26 | 16,20 | 9,30 | 4,02 | 47,54 |
| 2010 | 2.402,60 | 16,04 | 3,21 | 15,27 | 9,47 | 4,63 | 48,61 |
| 2011 | 2.510,71 | 16,49 | 4,01 | 19,59 | 10,78 | 4,83 | 55,70 |
| 2012 | 2.631,23 | 18,14 | 4,44 | 22,09 | 11,28 | 4,93 | 60,88 |
| 2013 | 2.749,63 | 18,71 | 4,83 | 23,26 | 12,10 | 5,28 | 64,19 |
| 2014 | 2.870,62 | 20,58 | 5,32 | 24,72 | 12,66 | 5,22 | 68,50 |
| 2015 | 2.985,39 | 19,78 | 5,35 | 23,82 | 12,38 | 5,33 | 66,67 |
| 2016 | 3.104,74 | 21,64 | 5,39 | 25,69 | 13,72 | 5,84 | 72,28 |
| 2017 | 3.227,15 | 22,37 | 5,89 | 27,83 | 14,40 | 5,89 | 76,38 |
| 2018 | 3.354,25 | 23,45 | 6,36 | 29,48 | 14,95 | 6,15 | 80,38 |
| 2019 | 3.486,21 | 24,47 | 6,73 | 31,09 | 15,63 | 6,38 | 84,31 |
| 2020 | 3.623,18 | 25,54 | 7,12 | 32,77 | 16,34 | 6,62 | 88,39 |
| 2021 | 3.765,36 | 26,64 | 7,52 | 34,51 | 17,08 | 6,86 | 92,62 |
| 2022 | 3.907,96 | 27,75 | 7,93 | 36,25 | 17,82 | 7,11 | 96,86 |
| 2023 | 4.057,44 | 28,92 | 8,35 | 38,08 | 18,60 | 7,36 | 101,31 |
| 2024 | 4.214,20 | 30,13 | 8,79 | 40,00 | 19,42 | 7,63 | 105,97 |
| 2025 | 4.378,65 | 31,41 | 9,26 | 42,01 | 20,27 | 7,92 | 110,87 |
| 2026 | 4.551,20 | 32,76 | 9,75 | 44,12 | 21,17 | 8,21 | 116,00 |
| 2027 | 4.728,02 | 34,13 | 10,25 | 46,28 | 22,09 | 8,52 | 121,27 |
| 2028 | 4.913,42 | 35,57 | 10,78 | 48,55 | 23,05 | 8,84 | 126,78 |
| 2029 | 5.107,85 | 37,08 | 11,33 | 50,92 | 24,07 | 9,17 | 132,57 |
| 2030 | 5.311,78 | 38,67 | 11,91 | 53,42 | 25,13 | 9,52 | 138,64 |
| 2031 | 5.525,66 | 40,33 | 12,51 | 56,03 | 26,24 | 9,89 | 145,00 |
| 2032 | 5.743,24 | 42,03 | 13,13 | 58,69 | 27,37 | 10,26 | 151,48 |
| 2033 | 5.968,77 | 43,78 | 13,77 | 61,45 | 28,54 | 10,65 | 158,19 |
| 2034 | 6.202,51 | 45,60 | 14,43 | 64,31 | 29,76 | 11,05 | 165,15 |
| 2035 | 6.444,71 | 47,48 | 15,12 | 67,27 | 31,02 | 11,47 | 172,35 |
| 2036 | 6.695,64 | 49,43 | 15,83 | 70,34 | 32,32 | 11,90 | 179,82 |
| 2037 | 6.943,35 | 51,36 | 16,53 | 73,37 | 33,61 | 12,33 | 187,19 |
| 2038 | 7.199,06 | 53,35 | 17,25 | 76,49 | 34,94 | 12,77 | 194,80 |
| 2039 | 7.462,99 | 55,40 | 18,00 | 79,72 | 36,31 | 13,22 | 202,66 |
| 2040 | 7.735,35 | 57,52 | 18,77 | 83,05 | 37,73 | 13,69 | 210,76 |
| 2041 | 8.016,39 | 59,70 | 19,57 | 86,49 | 39,19 | 14,17 | 219,12 |
| 2042 | 8.295,12 | 61,87 | 20,36 | 89,90 | 40,64 | 14,65 | 227,42 |
| 2043 | 8.581,87 | 64,10 | 21,17 | 93,40 | 42,13 | 15,14 | 235,95 |
| 2044 | 8.876,84 | 66,39 | 22,01 | 97,01 | 43,67 | 15,65 | 244,73 |
| 2045 | 9.180,23 | 68,75 | 22,87 | 100,72 | 45,24 | 16,17 | 253,76 |
| 2046 | 9.492,24 | 71,18 | 23,75 | 104,53 | 46,87 | 16,71 | 263,04 |
| 2047 | 9.813,04 | 73,68 | 24,66 | 108,46 | 48,53 | 17,26 | 272,59 |
| 2048 | 10.142,97 | 76,24 | 25,60 | 112,49 | 50,25 | 17,83 | 282,41 |
| 2049 | 10.482,28 | 78,88 | 26,56 | 116,64 | 52,01 | 18,41 | 292,51 |
| 2050 | 10.831,19 | 81,59 | 27,55 | 120,91 | 53,83 | 19,01 | 302,89 |

Apêndice 2 - Propostas de desenvolvimento e integração com planos convergentes/transversais

O Estado de Mato Grosso, no intuito de estabelecer Programas de Incentivos Fiscais, instituiu através da Lei 7.958 de 25 de setembro de 2003 o Programa de Desenvolvimento Industrial e Comercial – PRODEIC (Programa este dotado de módulos de duração mínima de 10 anos e avaliados a cada biênio por um Conselho Deliberativo, linchados, quando da sua criação, à, Secretaria de Estado de Indústria, Comércio, Minas e Energia – SICME e ao Conselho Estadual de Desenvolvimento Empresarial - CEDEM) que tem por finalidade alavancar o desenvolvimento das atividades econômicas definidas como estratégicas destinadas à produção prioritária de bens e serviços no Estado, considerando os aspectos sociais e ambientais, no intuito de melhorar o Índice de Desenvolvimento Humano e o bem-estar social da população. O artigo 1º desta Lei define o Plano de Desenvolvimento de Mato Grosso orientado pelas diretrizes da Política de Desenvolvimento do Estado, com o objetivo de contribuir para a expansão, modernização e diversificação das atividades econômicas, estimulando a realização de investimentos, a renovação tecnológica das estruturas produtivas e o aumento da competitividade estadual com ênfase na geração de emprego e renda e na redução das desigualdades sociais e regionais.

O Estado de Mato Grosso enfrenta como gargalos para o desenvolvimento de sua economia as seguintes premissas: a dificuldade de disponibilidade de recursos financeiros; e de poupança para estimular os investimentos privados. O Estado possui recursos naturais abundantes e grande produção de matérias-primas de origem agropecuária (economia com base no setor primário), e em função disto, para promover o desenvolvimento da economia, há a necessidade de estimular a industrialização com foco na agroindustrialização. No entanto, o Estado não dispõe de recursos financeiros suficientes para promover este desenvolvimento, em função do alto endividamento, da falta de agregação de valor e verticalização, e da baixa população consumidora.

Como alternativa a estes gargalos enfrentados pelo Estado a única modalidade para impulsionar a economia na atração de investimentos privados e ampliação dos investimentos dos empresários já instalados no Estado, é através de política fiscal que utilize como instrumentos incentivos fiscais por meio de programas/projetos específicos e do Regulamento do ICMS. Estes instrumentos permitem alavancar recursos de receitas futuras inexistentes, sem o comprometimento da responsabilidade fiscal. Deste modo se possibilita aumentar a arrecadação através do movimento das diversas cadeias produtivas existentes e das que irão se constituir no Estado, dadas as condições para que os investidores privados desenvolvam suas atividades econômicas.

A proposta é que se incorporem ao PRODEIC os investimentos destinados aos empreendimentos fotovoltaicos a serem implantados nos setores industriais e comerciais com potência equivalente a pelo menos metade da carga instalada que forem elegíveis no programa.

O quadro abaixo contextualiza os diversos programas/projetos que possibilitam e/ou possibilitaram a concessão de incentivos fiscais no Estado de Mato Grosso e seus status.

| Programas/Projetos | Criação | Objetivo | Condições de Incentivo | Obrigatoriedade para o Incentivo | Status |
|---|--|--|--|---|-------------------------|
| Programa de Desenvolvimento Industrial - PRODEI | Lei nº 5.323/88 | Fomentar a implantação e expansão de atividades que promovam o Desenvolvimento Industrial de Mato Grosso | Prazo especial para pagamento do ICMS pelo prazo de 10 anos; limitado a 70% do valor devido. | Recolhimento de 5% ao FUNDEIC, 6% ao FUNDED e 3% como taxa de administração | Inativo |
| PRODEIC | | Contribuir para a expansão, modernização e diversificação das atividades econômicas, estimulando a realização de investimentos, a renovação tecnológica das estruturas produtivas, o aumento da competitividade estadual, a conservação de recursos naturais e preservação do meio ambiente, com ênfase na geração de emprego e renda; e na redução das desigualdades sociais e regionais. | Até 100% do ICMS devido. | Recolhimento de até 7% ao FUNDEIC. | Ativo |
| Programa de Incentivos às Indústrias Têxteis e de Confecções de MT – PROALMAT | Lei nº 7.183/99; Decreto nº 1.154 de 10/02/00 | Dinamizar o processo de industrialização do algodão produzido pelo Mato Grosso, dentro de padrões tecnológicos e ambientais de qualidade e de preservação, bem como estimular investimento público e privado, oferecendo incentivos fiscais às industriais regularmente cadastradas e credenciadas. | Crédito fiscal de até 85% do ICMS devido. | Recolhimento ao FUNDEIC de 5% sobre o incentivo concedido. | Ativo |
| Programa de Desenvolvimento da Cadeia Produtiva do Boi – PROCOURO | Lei nº 7.216/99; Decreto nº 1.290 de 14/04/00 | Desenvolvimento da cadeia produtiva do boi. | Crédito fiscal de até 85% do ICMS devido | Recolhimento ao FUNDEIC de 5% sobre o incentivo concedido. | Inativo (dezembro 2005) |
| Programa de Desenvolvimento do Agronegócio da Madeira – PROMADEIRA | Lei nº 7.200/99; Decreto nº 1.239 de 20/03/00 | Desenvolvimento do agronegócio da madeira no Estado. | Crédito fiscal de até 85% do ICMS devido. | Recolhimento de 7% sobre o incentivo concedido ao FUNDEIC. | Inativo (dezembro 2005) |
| Programa de Incentivo às Indústrias de Beneficiamento, Torrefação e Moagem de Café | Lei nº 7.309/00; Decreto nº | Dinamizar o processo de industrialização do café produzido em Mato Grosso, dentro de padrões tecnológicos e ambientais de qualidade e de preservação, bem como estimular investimentos | Crédito fiscal de até 85% do ICMS devido. | Recolhimento ao FUNDEIC de 5% sobre o incentivo concedido. | Ativo |

| | | | | | |
|--|--|---|---|--|-------|
| do Estado de Mato Grosso – PROCAFÉ/MT | 2.437 de 29/03/01 | públicos e privados, oferecendo incentivos fiscais às indústrias regularmente cadastradas e credenciadas. | | | |
| Programa de Desenvolvimento da Mineração – PROMINERAÇÃO | Lei nº 7.606/01; Decreto nº 4.115 de 04/04/02 | Incremento da cadeia produtiva da mineração, incentivando a agregação de valor, a modernização e a industrialização das atividades minerais, promovendo a inserção competitiva do setor. | Crédito fiscal de até 70% do ICMS devido. | Recolhimento ao FUNDEIC de 5% sobre o incentivo concedido. | Ativo |
| Programa de Incentivo às Indústrias de Arroz de MT | Lei nº 7.607/01; Decreto nº 4.366 de 21/05/02 | Dinamizar o processo de industrialização do arroz produzido em Mato Grosso, dentro de padrões tecnológicos e ambientais de qualidade e de preservação, bem como estimular investimento público e privado, oferecendo incentivos fiscais às indústrias regularmente cadastradas e credenciadas. | Crédito fiscal de até 85% do ICMS devido. | Recolhimento ao FUNDEIC de 5% sobre o incentivo concedido. | Ativo |
| Programa de Desenvolvimento da Indústria de Laticínios – PROLEITE | Lei nº 7.608/01; Decreto nº 4.629 de 11/07/02. | Promover e estimular a indústria do leite dentro dos mais altos padrões de sustentabilidade social, ambiental e econômica, em conformidade com as crescentes demandas da sociedade em geral e dos consumidores nacionais e internacionais, oferecendo benefício e incentivos fiscais àquelas indústrias e, também, as indústrias de máquinas, equipamentos, instalações, embalagens e insumos voltados ao agronegócio dos leite, instaladas em Mato Grosso. | Crédito fiscal de até 85% do ICMS devido. | Recolhimento ao FUNDEIC de 5% sobre o incentivo concedido. | Ativo |

Todos estes programas (denominados Programas Setoriais) migraram para o PRODEIC (sendo incluídos como projetos), conforme Resolução nº 012/2005 do CEDEM.

11. ANEXOS

Anexo 1 - Projeção do número de consumidores do setor residencial no horizonte de 2050.

| 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 970200 | 994455 | 1019316 | 1044799 | 1070919 | 1097692 | 1125135 | 1153263 | 1182094 | 1211647 | 1241938 |
| 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | 2035 | 2036 | 2037 | 2038 | 2039 |
| 1272986 | 1304811 | 1337431 | 1370867 | 1405139 | 1440267 | 1476274 | 1513181 | 1551010 | 1589786 | 1629530 |
| 2040 | 2041 | 2042 | 2043 | 2044 | 2045 | 2046 | 2047 | 2048 | 2049 | 2050 |
| 1670269 | 1712025 | 1754826 | 1798697 | 1843664 | 1889756 | 1936999 | 1985424 | 2035060 | 2085937 | 2138085 |

Seleção de clientes residenciais por faixa de consumo:

| Clientes por Faixa - 2015 a 2018 – Até 500 kWh | | | |
|---|---------|---------|---------|
| 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
| 783.151 | 837.617 | 846.471 | 872.203 |
| Clientes por Faixa - 2015 a 2018 – Superior a 500 kWh | | | |
| 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
| 88.809 | 64.489 | 75.168 | 97.997 |

Modelo de Bass:

| Número de domicílios ou consumidores aptos no mercado potencial: Na = 2.138.085 | |
|---|------------|
| F(t) = | 0,0025 |
| Fmm = | 5,697 |
| m = Na*Fmm | 12.180.670 |
| N(t) = m*F(t) | 30.451,68 |

Anexo 2 – VPL e TIR

Setor Residencial

| Para sistemas de até 3,0 kW | | | |
|-----------------------------|-------------------------------------|------------------------------|--|
| Custo = R\$ 6,00/Wp | Tarifa residencial = 796,76 R\$/MWh | Investimento = R\$ 18.000,00 | |
| TIR = 51% | VPL = R\$ 38.484,35 | | |

| Ano | Vida útil | Custo de depreciação | Custos O&M |
|------|-----------|----------------------|------------|
| 2017 | 0 | -18.000,00 | -18.000,00 |
| 2018 | 1 | 16.920,00 | 10.321,20 |
| 2019 | 2 | 15.904,80 | 9.701,93 |
| 2020 | 3 | 14.950,51 | 9.119,81 |
| 2021 | 4 | 14.053,48 | 8.572,62 |
| 2022 | 5 | 13.210,27 | 8.058,27 |
| 2023 | 6 | 12.417,66 | 7.574,77 |
| 2024 | 7 | 11.672,60 | 7.120,28 |
| 2025 | 8 | 10.972,24 | 6.693,07 |
| 2026 | 9 | 10.313,91 | 6.291,48 |
| 2027 | 10 | 9.695,07 | 5.913,99 |
| 2028 | 11 | 9.113,37 | 5.559,15 |
| 2029 | 12 | 8.566,57 | 5.225,61 |
| 2030 | 13 | 8.052,57 | 4.912,07 |
| 2031 | 14 | 7.569,42 | 4.617,34 |
| 2032 | 15 | 7.115,25 | 4.340,30 |
| 2033 | 16 | 6.688,34 | 4.079,89 |
| 2034 | 17 | 6.287,04 | 3.835,09 |
| 2035 | 18 | 5.909,81 | 3.604,99 |
| 2036 | 19 | 5.555,23 | 3.388,69 |
| 2037 | 20 | 5.221,91 | 3.185,37 |
| 2038 | 21 | 4.908,60 | 2.994,24 |
| 2039 | 22 | 4.614,08 | 2.814,59 |
| 2040 | 23 | 4.337,24 | 2.645,71 |
| 2041 | 24 | 4.077,00 | 2.486,97 |

Setor Industrial

| Para sistemas de até 50 kW | | | |
|----------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|--|
| Custo = R\$ 5,50/Wp | Tarifa residencial = 568,00 R\$/MWh | Investimento = R\$ 165.000,00 | |
| TIR = 51% | VPL = R\$ 352.773,25 | | |

| Ano | Vida útil | Custo de depreciação | Custos O&M |
|------|-----------|----------------------|------------|
| 2017 | 0 | 165.000,00 | 165.000,00 |
| 2018 | 1 | 155.100,00 | 94.611,00 |
| 2019 | 2 | 145.794,00 | 88.934,34 |
| 2020 | 3 | 137.046,36 | 83.598,28 |

| | | | |
|------|----|------------|-----------|
| 2021 | 4 | 128.823,58 | 78.582,38 |
| 2022 | 5 | 121.094,16 | 73.867,44 |
| 2023 | 6 | 113.828,51 | 69.435,39 |
| 2024 | 7 | 106.998,80 | 65.269,27 |
| 2025 | 8 | 100.578,87 | 61.353,11 |
| 2026 | 9 | 94.544,14 | 57.671,93 |
| 2027 | 10 | 88.871,49 | 54.211,61 |
| 2028 | 11 | 83.539,20 | 50.958,91 |
| 2029 | 12 | 78.526,85 | 47.901,38 |
| 2030 | 13 | 73.815,24 | 45.027,30 |
| 2031 | 14 | 69.386,33 | 42.325,66 |
| 2032 | 15 | 65.223,15 | 39.786,12 |
| 2033 | 16 | 61.309,76 | 37.398,95 |
| 2034 | 17 | 57.631,17 | 35.155,02 |
| 2035 | 18 | 54.173,30 | 33.045,71 |
| 2036 | 19 | 50.922,90 | 31.062,97 |
| 2037 | 20 | 47.867,53 | 29.199,19 |
| 2038 | 21 | 44.995,48 | 27.447,24 |
| 2039 | 22 | 42.295,75 | 25.800,41 |
| 2040 | 23 | 39.758,00 | 24.252,38 |
| 2041 | 24 | 37.372,52 | 22.797,24 |

Setor Comercial

| Para sistemas de até 20 kW | | | |
|----------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|--|
| Custo = R\$ 7,50/Wp | Tarifa residencial = 568,00 R\$/MWh | Investimento = R\$ 150.000,00 | |
| TIR = 51% | VPL = R\$ 320.702,96 | | |

| Ano | Vida útil | Custo de depreciação | Custos O&M |
|------|-----------|----------------------|-------------|
| 2017 | 0 | -150.000,00 | -150.000,00 |
| 2018 | 1 | 141.000,00 | 86.010,00 |
| 2019 | 2 | 132.540,00 | 80.849,40 |
| 2020 | 3 | 124.587,60 | 75.998,44 |
| 2021 | 4 | 117.112,34 | 71.438,53 |
| 2022 | 5 | 110.085,60 | 67.152,22 |
| 2023 | 6 | 103.480,47 | 63.123,08 |
| 2024 | 7 | 97.271,64 | 59.335,70 |
| 2025 | 8 | 91.435,34 | 55.775,56 |
| 2026 | 9 | 85.949,22 | 52.429,02 |
| 2027 | 10 | 80.792,27 | 49.283,28 |
| 2028 | 11 | 75.944,73 | 46.326,29 |
| 2029 | 12 | 71.388,05 | 43.546,71 |
| 2030 | 13 | 67.104,76 | 40.933,91 |
| 2031 | 14 | 63.078,48 | 38.477,87 |
| 2032 | 15 | 59.293,77 | 36.169,20 |
| 2033 | 16 | 55.736,14 | 33.999,05 |
| 2034 | 17 | 52.391,98 | 31.959,10 |
| 2035 | 18 | 49.248,46 | 30.041,56 |

| | | | |
|------|----|-----------|-----------|
| 2036 | 19 | 46.293,55 | 28.239,06 |
| 2037 | 20 | 43.515,94 | 26.544,72 |
| 2038 | 21 | 40.904,98 | 24.952,04 |
| 2039 | 22 | 38.450,68 | 23.454,92 |
| 2040 | 23 | 36.143,64 | 22.047,62 |
| 2041 | 24 | 33.975,02 | 20.724,76 |

Setor Público

| Para sistemas de até 20 kW | | | |
|----------------------------|----------------------|-------------------------------|--|
| Custo = R\$ 6,50/Wp | Tarifa residencial = | | |
| | 568,00 R\$/MWh | Investimento = R\$ 130.000,00 | |
| TIR = 51% | VPL = R\$ 277.942,56 | | |

| Ano | Vida útil | Custo de depreciação | Custos O&M |
|------|-----------|----------------------|-------------|
| 2017 | 0 | -130.000,00 | -130.000,00 |
| 2018 | 1 | 122.200,00 | 74.542,00 |
| 2019 | 2 | 114.868,00 | 70.069,48 |
| 2020 | 3 | 107.975,92 | 65.865,31 |
| 2021 | 4 | 101.497,36 | 61.913,39 |
| 2022 | 5 | 95.407,52 | 58.198,59 |
| 2023 | 6 | 89.683,07 | 54.706,67 |
| 2024 | 7 | 84.302,09 | 51.424,27 |
| 2025 | 8 | 79.243,96 | 48.338,82 |
| 2026 | 9 | 74.489,32 | 45.438,49 |
| 2027 | 10 | 70.019,96 | 42.712,18 |
| 2028 | 11 | 65.818,77 | 40.149,45 |
| 2029 | 12 | 61.869,64 | 37.740,48 |
| 2030 | 13 | 58.157,46 | 35.476,05 |
| 2031 | 14 | 54.668,01 | 33.347,49 |
| 2032 | 15 | 51.387,93 | 31.346,64 |
| 2033 | 16 | 48.304,66 | 29.465,84 |
| 2034 | 17 | 45.406,38 | 27.697,89 |
| 2035 | 18 | 42.682,00 | 26.036,02 |
| 2036 | 19 | 40.121,08 | 24.473,86 |
| 2037 | 20 | 37.713,81 | 23.005,42 |
| 2038 | 21 | 35.450,98 | 21.625,10 |
| 2039 | 22 | 33.323,92 | 20.327,59 |
| 2040 | 23 | 31.324,49 | 19.107,94 |
| 2041 | 24 | 29.445,02 | 17.961,46 |

Setor Agropecuário

| Para sistemas de até 10 kW | | | |
|----------------------------|----------------------|------------------------------|--|
| Custo = R\$ 6,50/Wp | Tarifa residencial = | | |
| | 568,00 R\$/MWh | Investimento = R\$ 65.000,00 | |
| TIR = 51% | VPL = R\$ 138.971,28 | | |

| Ano | Vida útil | Custo de depreciação | Custos O&M |
|------|-----------|----------------------|------------|
| 2017 | 0 | -65.000,00 | -65.000,00 |
| 2018 | 1 | 61.100,00 | 37.271,00 |
| 2019 | 2 | 57.434,00 | 35.034,74 |
| 2020 | 3 | 53.987,96 | 32.932,66 |
| 2021 | 4 | 50.748,68 | 30.956,70 |
| 2022 | 5 | 47.703,76 | 29.099,29 |
| 2023 | 6 | 44.841,54 | 27.353,34 |
| 2024 | 7 | 42.151,04 | 25.712,14 |
| 2025 | 8 | 39.621,98 | 24.169,41 |
| 2026 | 9 | 37.244,66 | 22.719,24 |
| 2027 | 10 | 35.009,98 | 21.356,09 |
| 2028 | 11 | 32.909,38 | 20.074,72 |
| 2029 | 12 | 30.934,82 | 18.870,24 |
| 2030 | 13 | 29.078,73 | 17.738,03 |
| 2031 | 14 | 27.334,01 | 16.673,74 |
| 2032 | 15 | 25.693,97 | 15.673,32 |
| 2033 | 16 | 24.152,33 | 14.732,92 |
| 2034 | 17 | 22.703,19 | 13.848,95 |
| 2035 | 18 | 21.341,00 | 13.018,01 |
| 2036 | 19 | 20.060,54 | 12.236,93 |
| 2037 | 20 | 18.856,91 | 11.502,71 |
| 2038 | 21 | 17.725,49 | 10.812,55 |
| 2039 | 22 | 16.661,96 | 10.163,80 |
| 2040 | 23 | 15.662,24 | 9.553,97 |
| 2041 | 24 | 14.722,51 | 8.980,73 |

Anexo 3 – Resultados adotados de custo nivelado para o município de Cuiabá - Texto retirado e adaptado de (IEE-USP, 2015).

Cenário Padrão

Na análise para o cenário padrão, consideram-se as premissas apresentadas na tabela abaixo.

| Classe | Residencial |
|---|-------------|
| PR | 75% |
| O&M | 1,00% a.a. |
| N (Anos) | 25 |
| Redução de Produtividade (% a.a.) | 0,5 |
| Reajuste tarifa energia elétrica (% a.a.) | 9,6% |
| Inflação | 5,59% |
| Autoconsumo | 54,3% |
| Taxa de Desconto | 12,25% |
| Preço FV (R\$/Wp) | 7,19 |
| BRL/EUR | 3,25 |

Nota-se que, para as condições do cenário padrão há viabilidade financeira em todas as capitais, com destaque para Belo Horizonte, onde a taxa interna de retorno ultrapassa os 25%. Macapá e Boa Vista apresentaram resultado menos favoráveis, mas mesmo assim a TIR é maior do que 14,5% e o VPL positivo. As distribuidoras, CEA e CERR não participaram da RTE de fevereiro de 2015, ocasionando uma defasagem de tarifa para estas distribuidoras e, portanto, diminuindo o retorno sobre o investimento em microgeração nestas capitais.

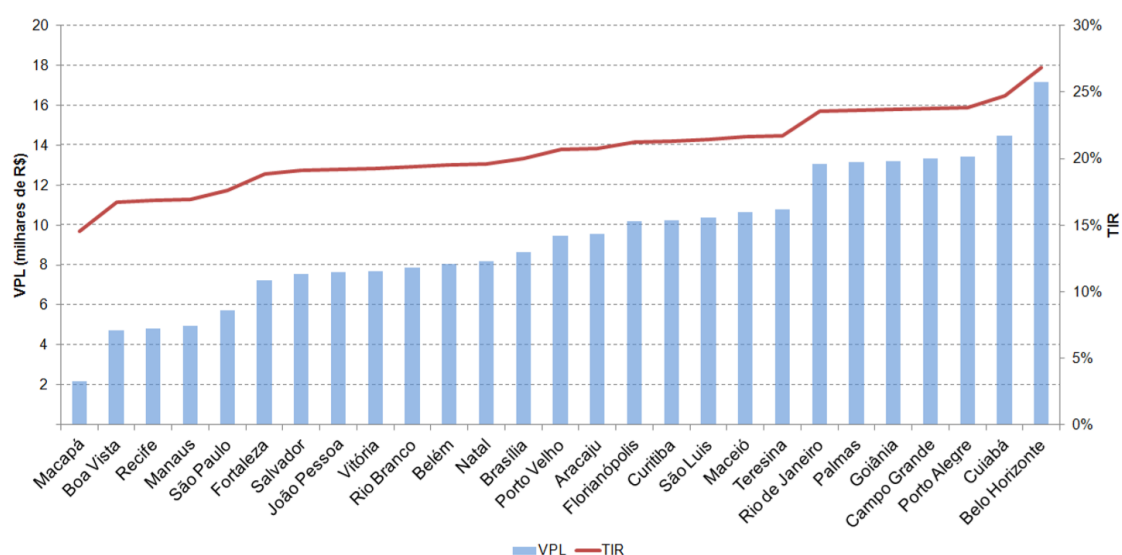


Figura. VPL e TIR, cenário padrão.

Fonte: Elaborado pelo IEE-USP (2015).

Custo da energia

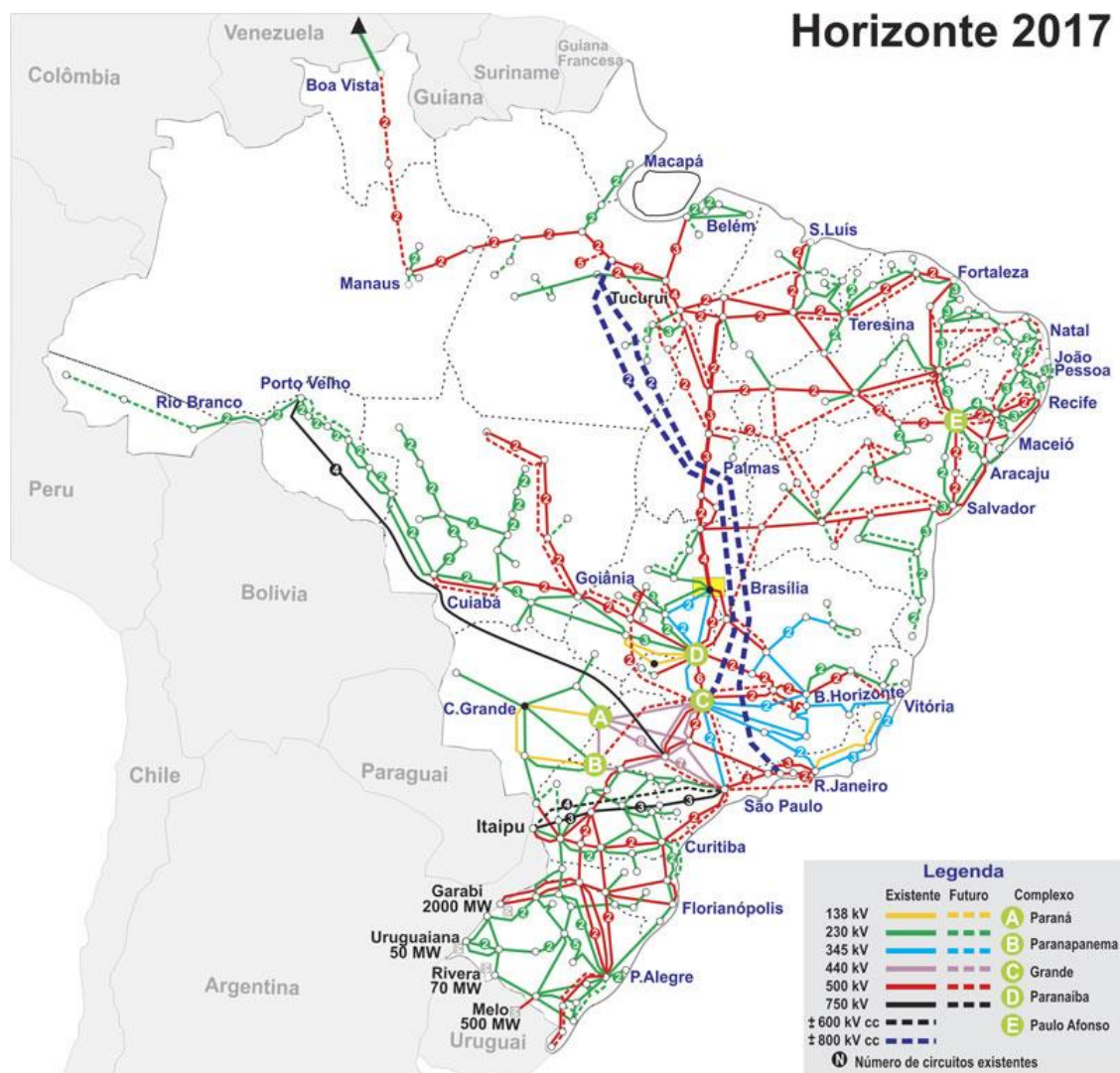
Para o cálculo do custo nivelado da energia é mais adequado utilizar a taxa de desconto real, isto é, a taxa nominal descontada da inflação. Visto que o uso da taxa de desconto nominal, de 12,25%, acarretaria em uma distorção na comparação do custo nivelado da energia com a tarifa de energia elétrica convencional atual. Para isso, as premissas adotadas para o cálculo do custo nivelado da energia são (demais condições similares ao cenário padrão):

- Taxa de desconto: 6,3%, isto é, a taxa de 12,25% descontada de 5,6% (inflação).
- Reajuste de tarifa: 0% real, ou seja, reajuste igual à inflação (5,6%).

O reajuste de tarifa impacta nas saídas de caixa, devido aos tributos pagos pela energia injetada na rede. No modelo adotado estes custos estão incorporados ao custo da energia fotovoltaica gerada (LCOE). Os dados de tarifa com impostos e para o custo nivelado da energia no cenário padrão para Cuiabá estão apresentados abaixo.

| Cidade | Tarifa com impostos (R\$/MWh) | LCOE fotovoltaico (R\$/MWh) |
|--------|----------------------------------|--------------------------------|
| Cuiabá | 726,76 | 584.54 |

Anexo 4 - Sistema Interligado Nacional (SIN)



Fonte: ONS (2018).

Anexo 5 - Usina Termelétrica à Biomassa Residual de Referência – Texto retirado e adaptado de (EPE, 2018).

A usina termelétrica de referência foi modelada como sendo um empreendimento integrado a uma unidade de industrialização de toras de madeira ou a um polo madeireiro, realizando cogeração de energia, ou seja, geração simultânea de energia térmica e de energia elétrica, para usos subsequentes. Assume-se que a planta opera em 80% do tempo no ano, correspondente ao Fator de Capacidade. Este modelo busca representar um parque de pequenas centrais termelétricas à biomassa residual para permitir estimativas do potencial de oferta de energia elétrica.

Empreendimentos termelétricos associados ao beneficiamento de madeira em tora de produzida por manejo florestal na Amazônia, utilizam como combustível o resíduo florestal lenhoso e o resíduo do processamento das toras.

Para o caso de empreendimentos baseados na atividade madeireira com florestas plantadas, considera-se apenas o resíduo do beneficiamento.

O vapor gerado na caldeira é direcionado para uma turbina de condensação e extração acoplada a um gerador elétrico. Uma parte do vapor é extraído para ser utilizado na estufa. O restante percorre toda a turbina, e é sugado pelo condensador à vácuo.

O rendimento termelétrico, relação entre a energia elétrica gerada e a energia química liberada pelo combustível, é função da pressão e da temperatura do vapor na entrada, na extração e na saída da turbina, e da quantidade de vapor extraído. Estes parâmetros são específicos de cada projeto, o que inclui a serraria, a secagem da madeira, o mercado local de eletricidade e a própria termelétrica. Em INEE (2003), este rendimento é de cerca de 12%, e o excedente de energia elétrica comercializável é dimensionado para o escopo daquele estudo. Consequentemente, apenas 37% de todo resíduo gerado é usado como combustível, considerando apenas o resíduo da serraria.

Neste documento, pretende-se consumir toda a biomassa residual disponível, inclusive a produzida no manejo florestal no campo. Desta forma uma quantidade maior de vapor será destinada apenas à geração elétrica, em relação à quantidade extraída para aquecimento. Assim o rendimento termelétrico deverá ser maior, de 15%.

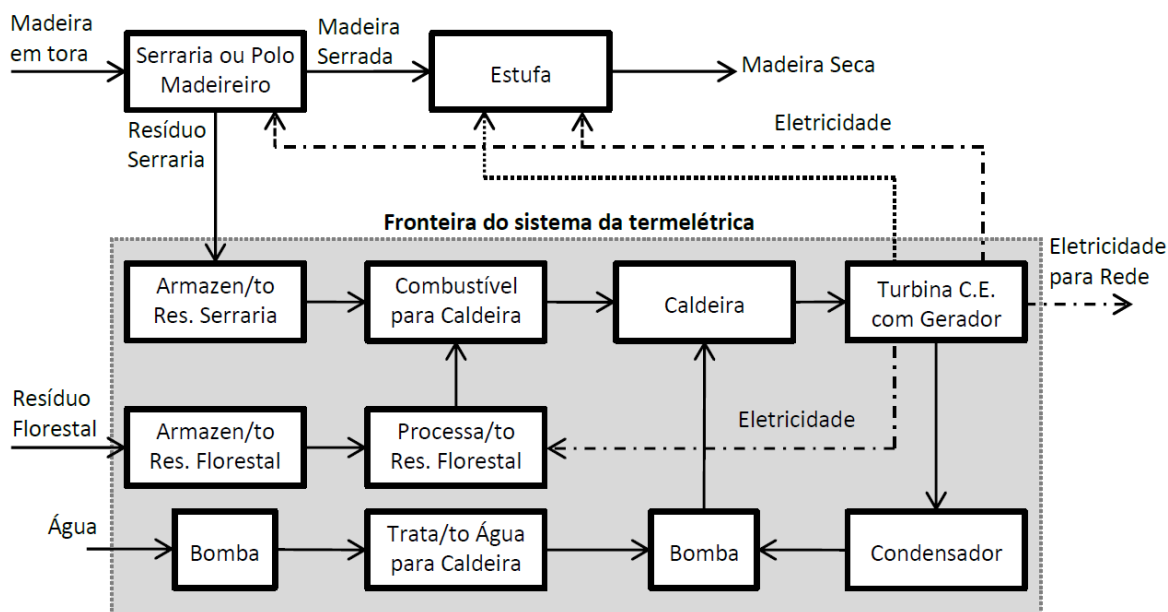
A energia térmica do vapor extraído da turbina é utilizada em estufas para secagem da madeira, o que agrega valor ao produto. Considera-se que 100% da madeira serrada é enviada para a estufa. Nesta condição, o consumo específico de vapor, a 8,7 bar de pressão, é de 0,9 t vapor/m³ de tora processada, ou 0,6¹³ MWh térmicos/m³ tora (INEE, 2003). O condensado da estufa, a 90oC retorna para o tanque que alimenta a caldeira.

Parte da energia elétrica gerada é consumida pela unidade ou polo madeireiro, com um consumo específico de 72,4 kWh/m³ de tora processada (INEE, 2003).

¹³ Assumiu-se que o vapor é extraído para a estufa na condição de superaquecido a 8,7 bar e 200°C. Adicionalmente foi descontada a energia contida no condensado.

Nas condições da termelétrica de referência, a geração de energia elétrica total é de 520 kWh/m³ de tora processada (542 kWh/t combustível) e a energia exportável é de 447 kWh/m³ de tora (466 kWh/t combustível). O rendimento global da cogeração é de 35%.

A Figura abaixo apresenta o fluxograma da termelétrica de referência integrada ao processamento e secagem da madeira.



É importante alocar adequadamente o consumo de combustível entre os serviços energéticos realizados. Foi escolhido o método de alocação em base energética, tomando a energia térmica fornecida à turbina como referência. Deste modo, a estufa responde por 17% do consumo do combustível, o autoconsumo elétrico por 12% e a energia comercializada por 71%. Os parâmetros técnicos do modelo são dados na Tabela abaixo.

| Parâmetros | Valor | Unidade |
|--|-------|--|
| Processamento da madeira e do resíduo do manejo | | |
| Densidade básica da tora | 0,8 | t/m ³ |
| Fator de geração de resíduos no processamento | 50% | |
| Resíduo do processamento | 0,4 | t resíduo serraria/m ³ tora |

| | | |
|--|-------|----------------------------|
| Fator de geração de resíduos no manejo florestal | 100% | |
| Resíduo do manejo | 0,8 | t resíduo manejo/m³ tora |
| Consumo interno específico de energia | | |
| Eletricidade | 0,072 | MWh-e/m³ tora |
| Vapor | 0,89 | t vap ext/m³ tora |
| | 0,61 | MWh-t vap ext/m³ tora |
| Cogeração | | |
| Fator de capacidade | 80% | |
| Total de resíduos | 1,2 | t res total/m³ tora |
| Fator de aproveitamento do resíduo | 80% | |
| Disponibilidade específica de resíduos (Combustível) | 0,96 | t comb (=res disp)/m³ tora |
| Geração elétrica potencial por m³ tora | 0,93 | t vap ext/t comb |
| Geração elétrica potencial por t de combustível | 0,63 | MWh-t vap ext/t comb |
| Consumo específico de combustível | 3,61 | MWh-t bio/t bio |
| Rendimento global cogeração | 0,520 | MWh-e elet total/m³ tora |
| Rendimento termelétrico | 0,542 | MWh-e elet total/t comb |
| Consumo específico de combustível | 1,85 | t comb/MWh-e elet total |

| | | |
|--|-------|------------------------------------|
| Rendimento global cogeração | 33% | |
| Rendimento termelétrico | 15% | |
| Excedente de energia elétrica | | |
| Geração elétrica excedente por m ³ tora | 0,447 | MWh-e elet exc/m ³ tora |
| Geração elétrica excedente por t de combustível | 0,466 | MWh-e elet exc/t comb |
| Alocação do combustível com base na energia do vapor de alta | | |
| Estufa | 17% | |
| Autoconsumo elétrica | 12% | |
| Comercialização | 71% | |

Geração de empregos diretos pela Usina Termelétrica de Referência (EPE, 2018)

Tanto na construção, como na operação da usina termelétrica, cria-se uma demanda de mão-de-obra com variado nível de qualificação, conforme mostra a Tabela de Demanda de Mão-de-Obra. A mão de obra demandada na fase de implantação é temporária. Mas com uma demanda firme de projetos em cada região pode-se esperar um mercado de trabalho sólido para estes profissionais e para empresas. Os empregos fixos diretos somam 17 por usina.

Demanda de Mão-de-Obra direta na implantação e na operação e manutenção da usina termelétrica (INEE, 2003).