

Guia para a
implementação dos

PLANOS DE AÇÃO TECNOLÓGICA DO PROJETO TNA_BRAZIL

Documento elaborado pela SITAWI Finanças do Bem, em referência ao Produto 1 do contrato SSFA/2020/BRA-01, no âmbito do Projeto “Avaliação das Necessidades Tecnológicas (TNA) para Implementação de Planos de Ação Climática no Brasil”.

PARCEIRO TÉCNICO E AUTORIA: SITAWI FINANÇAS DO BEM

Autor Líder: Bianco Batista

Editores: Carla Schuchmann, Felipe Nestrovsky e Gustavo Pimentel

Suporte: Camila Ballini e Marina Briant

RESPONSÁVEL TÉCNICO: COORDENAÇÃO-GERAL DE CIÊNCIA DO CLIMA E SUSTENTABILIDADE DO MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES

Coordenador Técnico: Régis Rathmann

Brasília

SITAWI Finanças do Bem

Novembro de 2020



LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| FIGURA 1 | |
| Custo do PAT da agricultura de precisão | 9 |
| FIGURA 2 | |
| Custo do PAT de aproveitamento de resíduos agrícolas e agroindustriais | 12 |
| FIGURA 3 | |
| Custo do PAT de melhoramento genético animal na pecuária bovina de corte | 16 |
| FIGURA 4 | |
| Custo do PAT silvicultura e melhoramento genético de espécies nativas | 20 |
| FIGURA 5 | |
| Custo do PAT de silvicultura com plantios mistos para restauração | 23 |
| FIGURA 6 | |
| Custo do PAT de monitoramento por satélite | 27 |
| FIGURA 7 | |
| Custo do PAT de fogões solares fotovoltaicos com indução | 30 |
| FIGURA 8 | |
| Custo do PAT de veículo híbrido flex | 34 |
| FIGURA 9 | |
| Custo do PAT de veículo a pilha a combustível a etanol | 38 |
| FIGURA 10 | |
| Custo do PAT de indústria 4.0 | 41 |
| FIGURA 11 | |
| Custo do PAT de materiais inovadores para cimento | 44 |
| FIGURA 12 | |
| Custo do PAT de energia solar fotovoltaica flutuante | 48 |

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| Apresentação | 5 |
| 1 Agricultura de precisão | 7 |
| 2 Aproveitamento de resíduos agrícolas e agroindustriais | 10 |
| 3 Melhoramento genético animal na pecuária bovina de corte | 13 |
| 4 Silvicultura e melhoramento genético de espécies nativas | 17 |
| 5 Silvicultura com plantios mistos para restauração | 21 |
| 6 Monitoramento por satélite | 24 |
| 7 Fogões solares fotovoltaicos com indução | 28 |
| 8 Veículos híbridos flex | 31 |
| 9 Veículos elétricos a pilha a combustível a etanol | 35 |
| 10 Indústria 4.0 | 39 |
| 11 Materiais inovadores para cimento | 42 |
| 12 Energia solar fotovoltaica flutuante | 45 |
| Referências Bibliográficas | 49 |

LEGENDAS



Agricultura,
florestas e outros
usos da terra



Energético



Resíduos



Edificações



Industrial



Transporte

APRESENTAÇÃO

O termo “mudança do clima”, que no início era particular aos cientistas, hoje já é parte do noticiário cotidiano. As emissões de gases de efeito estufa (GEE) originárias da atividade humana (emissões antrópicas) têm tornado mais recorrentes e severos os eventos climáticos como as secas, as tempestades e as inundações. O Acordo de Paris, aprovado em 2015 por 195 países durante a 21ª Conferência das Partes (COP21), buscou encontrar uma direção para limitar o aumento da temperatura média global em até 2°C, com a ambição de 1,5°C, até 2100 em relação ao período pré-industrial. Neste contexto, o Brasil firmou o compromisso de adotar medi-

das que contribuam com o acordo por meio de sua Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC), depositada junto à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (UNFCCC, sigla em inglês) em novembro de 2016. Em sua NDC o Brasil assumiu o compromisso de reduzir em 37% e 43% suas emissões GEE até 2025 e 2030, respectivamente, em relação ao ano base (2005).

Compreender as necessidades de tecnologias climáticas é um ponto de partida para ações eficazes em mudanças do clima, ajudando a determinar como reduzir emissões de gases de efeito estufa e se adaptar aos impactos adversos das mudanças do clima.

Em 2018, o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), em parceria com o Green Climate Fund (GCF) e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), iniciou o projeto “Avaliação das Necessidades Tecnológicas para Implementação de Planos de Ação Climática no Brasil” (TNA_BRAZIL). Este tem como objetivo promover meios de implementação para tecnologias de baixo carbono prioritárias para o Brasil, a partir de Planos de Ação Tecnológica (PATs). Os planos visam incrementar o desenvolvimento e a difusão de tecnologias climáticas, com fomento de conteúdo local e aprimoramento de capacidades para acesso a financiamento destas tecnologias. A construção dos Planos envolveu as etapas que serão descritas na próxima página.

1

Identificação, e priorização de setores e tecnologias

2

Análise das cadeias de valor, cobenefícios e barreiras das tecnologias priorizadas

3

Definição de escopo e ambição do PAT

4

Ações, atividades e cronograma para atingimento da ambição

5

Custos, opções de financiamento, atores a serem envolvidos, plano de contingenciamento de riscos e ideias de projeto para adoção do Plano

1. Inicialmente, foi aplicada metodologia multicritério junto a *stakeholders*, que selecionaram 6 setores e 12 tecnologias prioritárias com base em 14 indicadores tecnológicos, físicos, socioeconômicos e institucionais.
2. A partir disso, foi elaborado o Plano de Ação Tecnológica (PAT), para cada uma das tecnologias/pacotes tecnológicos priorizados que inicialmente consistiu em realizar um amplo detalhamento das cadeias de valor, cobenefícios e barreiras à adoção das tecnologias e setores priorizados. Tratou-se, portanto, de discriminar os principais entraves ao desenvolvimento e difusão das tecnologias, bem como benefícios decorrentes da sua implementação.
3. Em seguida, foram definidas as ambições e escopo para os pacotes tecnológicos contemplando o objetivo geral para o desenvolvimento e/ou difusão tecnológica no período de implementação, com impactos observados até 2030.
4. O PAT de cada tecnologia ainda descreve: ações e atividades detalhadas para atingir a ambição proposta; potenciais *stakeholders* a serem envolvidos em cada atividade; cronograma de implementação; custo e potenciais modalidades de financiamento para a submissão de propostas de projetos visando a implementação dos Planos; plano de riscos e contingenciamento à implementação do Plano; e ideias de projeto para a o desenvolvimento e/ou difusão das tecnologias.
5. Com vistas a potencializar a implementação dos PATs, além deste guia, foram desenvolvidos também os seguintes documentos:
 - a. “Diretrizes de financiamento para as tecnologias e Planos de Ação Tecnológica do Projeto TNA_BRAZIL; e
 - b. Guia eletrônico das opções de financiamento para as tecnologias priorizadas no projeto.

Este conjunto de documentos e os PATs subsidiam a realização de treinamentos a serem realizados nas regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste e Norte, que visam potencializar a implementação das tecnologias priorizadas nos PATs por *stakeholders*-chave.

Em particular, este guia tem o objetivo de disseminar informações e engajar atores-chave para a implementação dos Planos em nível subnacional, apresentando para cada tecnologia: definição; justificativa, contexto e resultados esperados com a implementação do Plano; objetivo, ambição, custos, principais ações e atores envolvidos para implementar as tecnologias priorizadas. Cada tecnologia, que nomeia os capítulos do manual, é seguida pelo seu setor de interesse para facilitar a navegabilidade no documento.

Vale destacar que os materiais citados anteriormente devem ser utilizados para aprofundar o conhecimento das tecnologias e para guiar a implementação dos Planos. Estes materiais também são citados ao longo dos capítulos.

1

Agricultura de precisão



1.1 INTRODUÇÃO

Sobre a tecnologia

Agricultura de precisão (AP) é um conjunto de ferramentas e tecnologias que aumentam o retorno econômico e reduzem impacto ambiental, ou seja, tornam a agricultura mais precisa e eficiente. Estas tecnologias podem incluir: a) sensoriamento remoto (imagens captadas por aeronaves e satélites) para análise de mapas de relevo, tipos de solo, dados climáticos

e meteorológicos; b) sensoriamento proximal de plantas, solo, distância e qualidade do produto; e c) *softwares* específicos que armazenam e tratam dados, gerando gráficos, mapas, e outras análises que suportam, e, por vezes, também implementam, decisões que melhoram o preparo do solo, plantio, irrigação, aplicação eficiente de fertilizantes e corretivos.

Contexto da tecnologia no Brasil e resultados esperados com a implementação do Plano de Ação



SITUAÇÃO ATUAL

1. Transmissão, interface e Relacionamento:
 - Baixa conectividade, disponibilidade de interfaces e segurança de dados
 - Baixo conteúdo local das tecnologias
2. Sensoriamento proximal e automação de atuadores:
 - Alto custo de equipamentos com alto conteúdo tecnológico
 - Sistemas autônomos inacessíveis
 - Sistema totalmente completo, testado, qualificado e demonstrado (TRL 8)



RESULTADOS ESPERADOS

- Democratização do acesso às tecnologias
- Capacitação de pelo menos 1.000 produtores rurais
- Fomento à formação em AP em cursos de graduação
- Contribuir para mitigação de 400 mil tCO₂e em 2030
- Operação das tecnologias da agricultura de precisão em todas as condições, extensão e alcance (TRL 9)
- Aumento da competitividade do agronegócio, em face do aumento na produtividade e lucratividade

Por que adotar?



PODER PÚBLICO

- Contribuição para o cumprimento de ações de acordos climáticos globais;
- Aumento da produção de tecnologia nacional e registros de patentes;
- Contribuição para objetivos de políticas públicas agrícolas.



SETOR PRIVADO

- Melhor execução do preparo do solo, semeadura, irrigação e combate às pragas;
- Redução dos custos de produção devido ao uso eficaz de fertilizantes, defensivos e outros insumos;
- Maior competitividade do agronegócio, através de aumento de produtividade e lucratividade;
- Democratização do acesso às tecnologias, inclusive para a agricultura familiar.



SOCIEDADE

- Redução no preço de alimentos devido aos ganhos em produtividade;
- Melhor eficiência no uso de recursos naturais;
- Redução da contaminação do solo e água causada pelo uso excessivo de agrotóxicos.

1.2 PLANO DE AÇÃO TECNOLÓGICA

Objetivo

A agricultura de precisão (AP) já possui elevado grau de maturidade global, contudo não é amplamente aplicada no Brasil. Assim, o objetivo é o desenvolvimento, difusão, capacitação e disseminação desta tecnologia, facilitando o acesso à AP no Brasil.

Ambição

Fomentar o desenvolvimento, inovação, difusão, capacitação e disseminação da AP no país até 2030.

Atores a serem envolvidos

Setor público e privado; agentes financiadores; associações e entidades representativas de AP e de produtores rurais; associações e institutos de formação profissional agrícola; instituições de fomento à inovação; centros de pesquisa; universidades; fabricantes e fornecedores de tecnologia de AP; e prestadoras de serviços em AP.

Ações e atividades

1 Criação de rede para desenvolver e difundir a AP

- Estabelecimento de pré-requisitos e arranjos da rede;
- Definição do modelo e estratégia de atuação das redes;
- Definição de indicadores para a mensuração e reporte do desempenho da Rede;
- Fomento e acompanhamento das ações de desenvolvimento de tecnologias e capacitação no âmbito da Rede.

2 Fomento ao desenvolvimento e difusão da AP

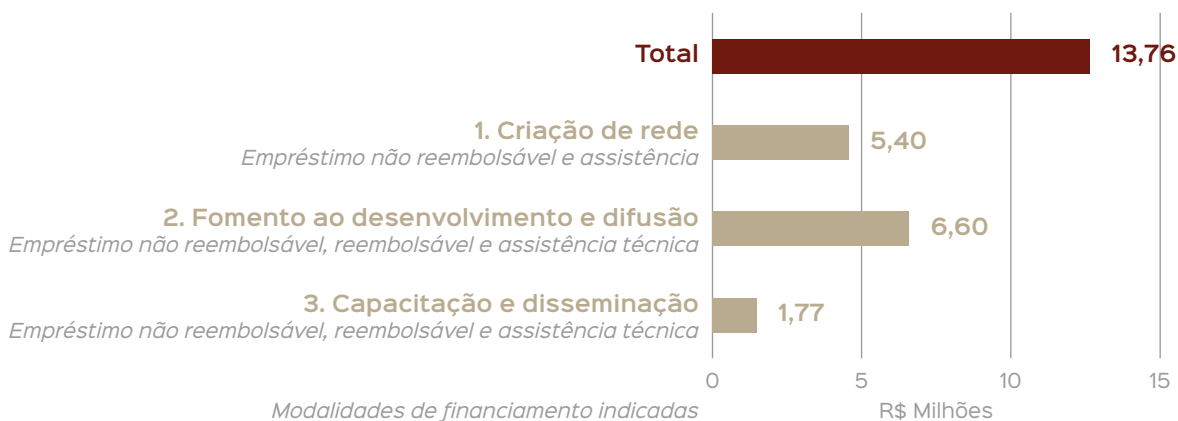
- Estudo de demanda com potencial de desenvolvimento tecnológico;
- Execução de projetos para financiamento da AP para pequenos e médios produtores;
- Fomentar pesquisa para automação de máquinas e equipamentos;
- Padronização e difusão de normas técnicas da comunicação e conectividade.

3 Capacitação e disseminação de técnicas e práticas

- Ministrando cursos em “Técnicas e práticas da AP”;
- Demonstração e divulgação dos resultados do Plano de Ação;
- Sensibilização para inserção de disciplinas e tecnologias da AP em cursos superiores.

Custo de implementação e modalidades de suporte indicadas

Figura 1 | Custo do PAT da AP



Informações complementares

Modelagem Setorial de Opções de Baixo Carbono para Agricultura, Florestas e Outros Usos do Solo (AFOLU)

Embrapa: Agricultura de Precisão: resultados de um novo olhar

Portal PrecisionAg (em inglês)

Para mais informações acessar o documento “Plano de Ação Tecnológica para os setores do sistema energético, agricultura, florestas e outros usos da terra”.

Acesse também os documentos “Diretrizes de financiamento para as tecnologias e Plano de Ação Tecnológica do Projeto TNA_BRAZIL” e “Guia eletrônico das opções de financiamento para as tecnologias priorizadas no Projeto TNA_BRAZIL”.

2

Aproveitamento de resíduos agrícolas e agroindustriais



2.1 INTRODUÇÃO

Sobre a tecnologia

A vinhaça e outros resíduos agrícolas podem ser reaproveitados por meio do processo de biodigestão, onde a matéria orgânica presente nos resíduos é decomposta em condições anaeróbias, produzindo biogás, para ser utilizado como biocombustível e para geração de eletricidade, e biofertilizante, rico em mi-

nerais para adubação do solo. Essa tecnologia envolve equipamentos para etapa de pré-tratamento e o biodigestor, que devem ser escolhidos de acordo com a característica do resíduo agrícola. O principal desafio está associado à sazonalidade de produção e à codigestão de diferentes tipologias de substratos. Diante disso, a codigestão permite o aproveitamento do elevado potencial energético dos resíduos agropecuários para produção de biogás.

Contexto da tecnologia no Brasil e resultados esperados com a implementação do Plano de Ação



SITUAÇÃO ATUAL

1. Caracterização do substrato:
 - Definição de tecnologias de pré-tratamento inadequadas;
 - Indisponibilidade de dados gravimétricos de resíduos;
 - Sazonalidade dos resíduos agrícolas;
 - Nível de validação em escala laboratorial (TRL 4).
2. Biodigestores:
 - Tecnologia para grande escala pouco difundida;
 - Necessidade de otimizar processos considerando a utilização de diferentes substratos ao longo do ano;
 - Elevados custos operacionais, de manutenção e de capital;
 - Projetos de biodigestão com problemas na implementação.



RESULTADOS ESPERADOS

- Potencial de produção de 40 milhões de m³ de biogás por dia (uso energético e na produção de fertilizantes);
- Grande potencial de geração de emprego e renda no meio rural;
- Contribuir para os objetivos do Renovabio e para o aumento da participação de fontes renováveis na matriz energética;
- Potencial de mitigação de 8,2 MtCO₂ em 2030;
- Aplicação da co-digestão em ambiente operacional (TRL 7).

Por que adotar?



PODER PÚBLICO

- Aumento da segurança energética pelo incremento da geração distribuída e diversificação da matriz energética;
- Impacto positivo na balança comercial pela redução nos gastos com fertilizantes químicos importados;
- Estímulo à pesquisa, interação entre agentes públicos e privados e desenvolvimento de áreas rurais.



SETOR PRIVADO

- Redução de custos operacionais devido ao aproveitamento de biomassa como biofertilizantes;
- Aumento de receitas pela produção do biogás como coproduto;
- Redução de multas e passivos ambientais devido à redução de riscos de contaminação do solo e corpos hídricos por meio da melhoria da gestão de resíduos e aproveitamento da biomassa como biofertilizante.



SOCIEDADE

- Geração de emprego e renda em áreas rurais pelo desenvolvimento de uma nova cadeia produtiva;
- Redução na emissão de GEE e riscos de contaminação do solo e corpos hídricos por meio da melhoria da gestão de resíduos e aproveitamento da biomassa como biofertilizante;
- Redução nos custos de energia em face ao suprimento de biogás.

2.2 PLANO DE AÇÃO TECNOLÓGICA

Objetivo

O objetivo é desenvolver um projeto de biodigestão de resíduos agrícolas para aproveitar o grande volume de resíduos gerado pela produção brasileira.

Ambição

Desenvolvimento de duas plantas piloto para produção biometano, energia elétrica e biofertilizante por meio da tecnologia de codigestão, que realiza biodigestão em diferentes substratos. Uma planta será voltada para um sistema integrado lavoura-pecuária-floresta (ILPF) e outra para sistemas de rotação de culturas.

Atores a serem envolvidos

Instituições de pesquisa, desenvolvimento e inovação; associações; empresas do setor privado; órgãos e instituições do setor público; instituições financeiras de desenvolvimento nacionais e internacionais como bancos públicos e privados e fundos de investimentos em venture capital.

Ações e atividades

1 Identificação do potencial de oferta de matéria-prima (resíduos)

- Levantamento de dados da disponibilidade de resíduos agrícolas;
- Seleção de resíduos potenciais para a codigestão;
- Identificação de localidades para oferta de matéria-prima;
- Seleção de localidades para as plantas piloto;
- Definição de escala das plantas piloto.

2 Definição de processo de pré-tratamento dos resíduos agrícolas

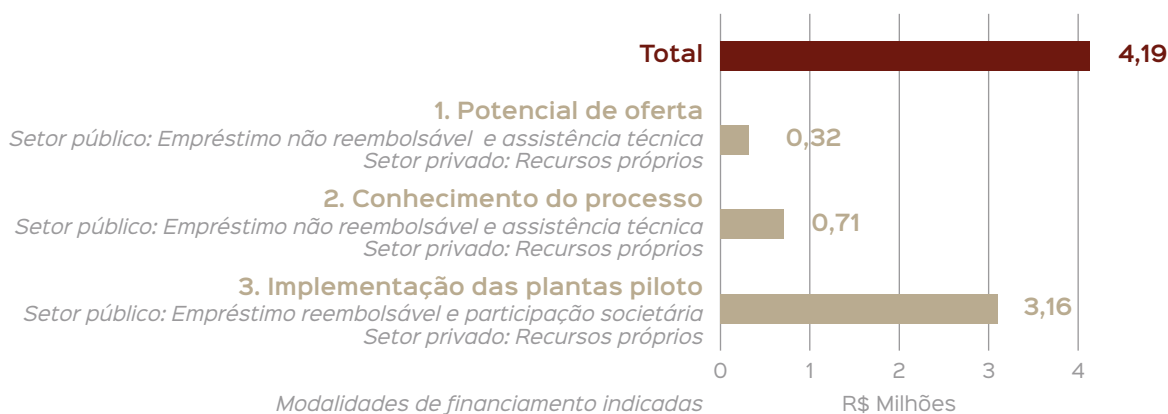
- Determinação do tipo e condições do pré-tratamento das biomassas;
- Caracterização dos resíduos em relação potencial de biogás;
- Estabelecimento de composições adequadas das matérias-primas a serem utilizadas nas plantas.

3 Aplicação e disseminação dos resultados das plantas-piloto

- Definição do sistema de biodigestão;
- Estruturação da cadeia de suprimento das unidades piloto;
- Elaboração do projeto executivo das plantas-piloto;
- Construção, teste e operação das plantas piloto;
- Divulgação e disseminação dos resultados.

Custo de implementação e modalidades de suporte indicadas

Figura 2 | Custo do PAT de aproveitamento de resíduos agrícolas e agroindustriais



Informações complementares

Modelagem Setorial de Opções de Baixo Carbono para Agricultura, Florestas e Outros Usos do Solo (AFOLU)

Modelagem Setorial de Opções de Baixo Carbono para o Setor de Gestão de Resíduos

MILANEZ, A. Y. et al. Biogás De Resíduos Agroindustriais: Panorama E Perspectivas

Website Abiogás

Para mais informações acessar o documento “Plano de Ação Tecnológica para os setores do sistema energético, agricultura, florestas e outros usos da terra”.

Acesse também os documentos “Diretrizes de financiamento para as tecnologias e Plano de Ação Tecnológica do Projeto TNA_BRAZIL” e “Guia eletrônico das opções de financiamento para as tecnologias priorizadas no Projeto TNA_BRAZIL”.

3

Melhoramento genético animal na pecuária bovina de corte



3.1 INTRODUÇÃO

Sobre a tecnologia

O melhoramento genético animal (MGA) aplicado na pecuária bovina é uma tecnologia que permite modificar a composição genética dos rebanhos ao longo das gerações, visando a produção de animais mais adequados ao ambiente de criação e às exigências do mercado.

A composição genética dos rebanhos pode ser modificada por meio da seleção e dos aca-

salamentos. O MGA é eficiente para modificar as médias de características economicamente importantes no sentido desejável, desde que elas sejam mensuráveis e que exista variabilidade genética. Dessa forma, é possível melhorar características reprodutivas, de crescimento, eficiência alimentar e de adaptação ao clima e aos parasitos.

Contexto da tecnologia no Brasil e resultados esperados com a implementação do Plano de Ação



SITUAÇÃO ATUAL

- Diferenças entre os sistemas de produção no Brasil;
- Falta de conhecimento da importância econômica das características;
- Falta de integração e agilidade entre os agentes envolvidos em programas de melhoramento genético animal;
- Nível de prontidão tecnológica dos objetivos de seleção testados, qualificados e demonstrados (TRL 8).



RESULTADOS ESPERADOS

- Aumento na rentabilidade da pecuária;
- Maior apropriação do material genético nacional;
- Contribuir para mitigação de 10% das emissões da pecuária bovina (35 MtCO₂eq. em 2030);
- Aumento da resiliência do rebanho à mudança do clima;
- Disponibilização em todas as condições, extensão e alcance de plataforma integrada para o melhoramento genético (TRL 9).

Por que adotar?



PODER PÚBLICO

- Contribuição para o cumprimento de ações de acordos climáticos globais e políticas agrícolas;
- Mapeamento do material genético nacional de qualidade;
- Redução da dependência de tecnologias importadas (*softwares*).



SETOR PRIVADO

- Apropriação de material genético nacional de qualidade;
- Aumento da resiliência do rebanho à mudança do clima;
- Acesso a mercados internacionais exigentes;
- Aumento da rentabilidade devido aos ganhos em produtividade.



SOCIEDADE

- Geração de emprego e renda;
- Redução do impacto ambiental, principalmente a pegada de carbono da carne bovina;
- Redução do desmatamento.

3.2 PLANO DE AÇÃO TECNOLÓGICA

Objetivo

Integração de dados econômicos, zootécnicos, genealógicos e genótipos para o aprimoramento de características genéticas selecionadas.

Ambição

Desenvolver uma plataforma para integração, disseminação, capacitação e análise de dados econômicos, zootécnicos, genealógicos e genótipos da pecuária bovina de corte até 2030.

Atores a serem envolvidos

Empresas de pesquisa; assessoria e consultoria em gestão agropecuária; institutos de estatísticas e grupos de pesquisa ligados à bovinocultura de corte; confederação nacional e associações de criadores/produtores; programas de melhoramento genético independentes; instituições de ensino e pesquisa; produtores comerciais; laboratórios de genotipagem; e empresas de desenvolvimento de sistemas e *softwares*.

Ações e atividades

1 Caracterização produtiva e econômica de bovinocultura de corte

- Levantamento de indicadores e do produtivo da bovinocultura de corte;
- Definir metodologia para indicadores dos sistemas de produção;
- Quantificar a contribuição do sistema de produção na produção de carne bovina no Brasil.

2 Caracterização da demanda e da oferta de material genético

- Identificação de localidades e da amostra de produtores de carne e fornecedores de genética;
- Caracterizar estratégias dos produtores para aquisição de material genético;
- Caracterizar estratégias dos fornecedores de material genético e construir base de dados de genética;
- Elaborar relatório de oportunidades para o MGA.

3 Caracterização dos recursos genéticos disponíveis

- Identificação de novos critérios de seleção e construção de base de dados com parâmetros genéticos;
- Caracterização da variabilidade genética e caracterização de genoma;
- Desenvolvimento de rotinas e *software* para análises estatísticas para identificar regiões do genoma associadas às características de interesse.

4 Quantificação de benefícios econômicos do MGA

- Desenvolvimento e implementação de metodologia para mensuração de valores econômicos das características mapeadas;
- Quantificação dos benefícios da utilização de material genético superior em diferentes sistemas de acasalamento.

5 Desenvolvimento de plataforma de integração de dados

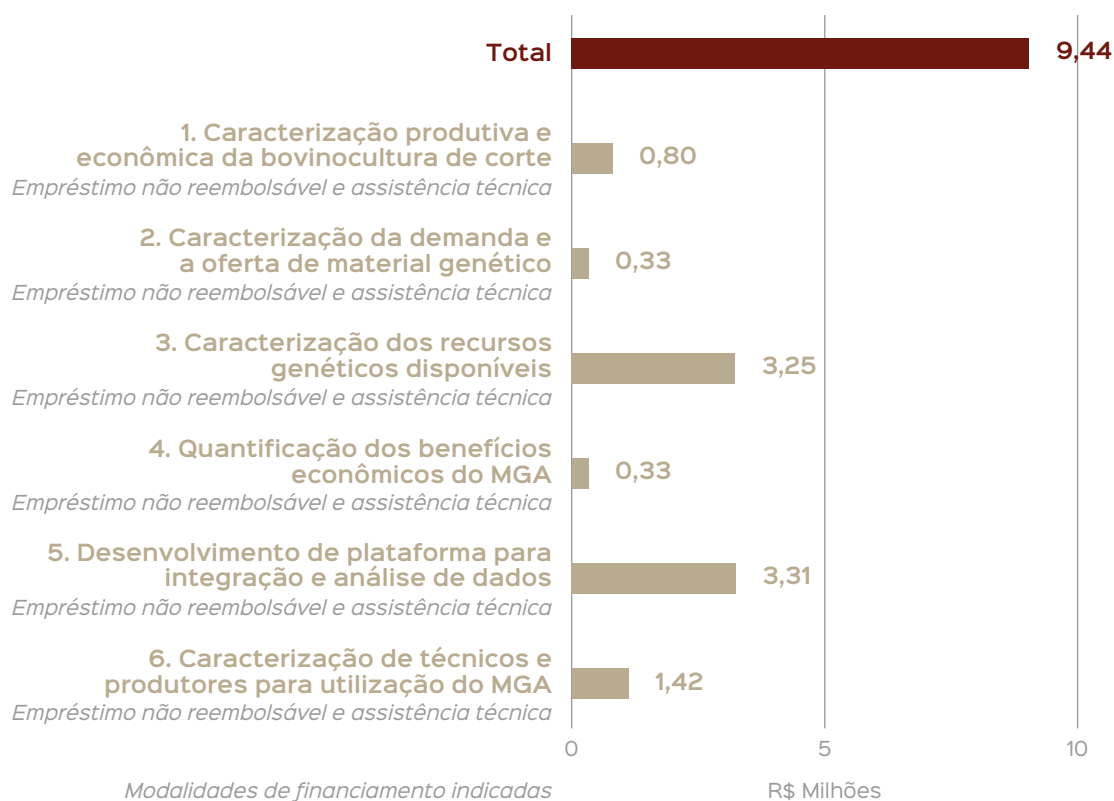
- Elaboração do módulo “Controle de produção”;
- Elaboração do módulo “Recursos genéticos”;
- Elaboração do módulo “Avaliação econômica”;
- Integração dos módulos em plataforma *on-line* para usuários inserirem dados e obterem informações de MGA.

6 Capacitação de técnicos e produtores para utilização do MGA


- Desenvolver publicações sobre melhoramento genético animal;
- Desenvolvimento de manual de uso da plataforma;
- Ministrando cursos de EaD e presenciais para técnicos e produtores;
- Eventos de disseminação de resultados e lançamento da plataforma.

Custo de implementação e modalidades de suporte indicadas

Figura 3 | Custo do PAT de melhoramento genético animal na pecuária bovina de corte



Informações complementares

 Modelagem Setorial de Opções de Baixo Carbono para Agricultura, Florestas e Outros Usos do Solo (AFOLU)

 Portal EMBRAPA – Melhoramento Genético

Para mais informações acessar o documento “Plano de Ação Tecnológica para os setores do sistema energético, agricultura, florestas e outros usos da terra”.

Acesse também os documentos “Diretrizes de financiamento para as tecnologias e Plano de Ação Tecnológica do Projeto TNA_BRAZIL” e “Guia eletrônico das opções de financiamento para as tecnologias prioritizadas no Projeto TNA_BRAZIL”.

4

Silvicultura e melhoramento genético de espécies nativas



4.1 INTRODUÇÃO

Sobre a tecnologia

A silvicultura é o processo de produção de árvores em escala industrial e comercial. Para as espécies nativas terem competitividade com a silvicultura de espécies exóticas, é necessário que as espécies nativas sejam modificadas geneticamente para aumentarem sua produtividade e qualidade dos produtos. Para isso é necessário desenvolver e implementar tecnologias e processos tanto na etapa de melhoramento genético, como na etapa

de silvicultura. No melhoramento genético é necessário: selecionar espécies competitivas, criar sistemas reprodutivos fora do ambiente original, testar combinações genéticas e reproduzir sementes e/ou clones. Na etapa de silvicultura é necessário definir procedimento ideal de cultivo (espaçamento, nutrição, controle de doenças e pragas), procedimento de beneficiamento e de controle de qualidade, bem como desenvolvimento do mercado.

Contexto da tecnologia no Brasil e resultados esperados com a implementação do Plano de Ação



SITUAÇÃO ATUAL

- Rejeição das madeiras juvenis produzidas pelo sistema de silvicultura de árvores nativas;
- Longo prazo para o alcance de ganhos em produtividade;
- Alto custo para implementação de programas de melhoramento florestal;
- Baixo nível de confiança dos empreendedores por insuficiência de conteúdo tecnológico;
- Nível de prontidão tecnológica de validação apenas de conceito em laboratório do melhoramento genético de nativas (TRL 3).



RESULTADOS ESPERADOS

- Contribuir para a recomposição de 9,3 milhões de hectares de vegetação nativa até 2030;
- Expansão da área plantada de espécies exóticas em 3 milhões de hectares até 2030;
- Contribuir para mitigação de 33 MtCO₂e em 2030;
- Demonstração das espécies nativas com melhoramento genético (TRL 7);
- Geração de emprego e renda em regiões de baixo IDH;
- Conservação da biodiversidade.

Por que adotar?



PODER PÚBLICO

- Contribuição para o cumprimento de ações de acordos climáticos globais e à iniciativa Regenera Brasil;
- Fortalecimento de instituições de ensino que desenvolvem esta tecnologia;
- Desenvolvimento de conhecimento e qualificação profissional em espécies nativas brasileiras.



SETOR PRIVADO

- Ganhos de produtividade e melhoria na qualidade dos produtos pela implementação de tecnologias modernas;
- Maior competitividade no mercado internacional de produtos madeireiros e não madeireiros.



SOCIEDADE

- Inserção dos pequenos proprietários rurais na cadeia produtiva de produtos madeireiros, aumentando emprego e renda em áreas de baixo IDH;
- Recomposição de vegetação nativa e conservação da biodiversidade;
- Ampliação do estoques de carbono e restabelecimento de serviços ecossistêmicos (água, fauna).

4.2 PLANO DE AÇÃO TECNOLÓGICA

Objetivo

Implantar programas de melhoramento genético e dar continuidade aos existentes, bem como desenvolver e aprimorar tecnologias silviculturais de espécies arbóreas nativas da flora brasileira que tenham alto valor, atual ou potencial, para gerar benefícios econômicos, sociais e ambientais.

Ambição

Até 2030, implementar programas de melhoramento genético de dez espécies arbóreas de ocorrência natural nos biomas brasileiros e desenvolver tecnologias silviculturais para

tornar empreendimentos florestais destas espécies economicamente viáveis.

Atores a serem envolvidos

Instituições, institutos, fundações e associações de ensino e incentivo à pesquisa localizados nos biomas amazônico, cerrado, mata atlântica e caatinga; Ministério do Meio Ambiente; empresas do setor florestal e de transformação madeireira; empresas de marketing e propaganda; e empresas públicas.

Ações e atividades do plano de ação tecnológica para Silvicultura de nativas com melhoramento genético

1 Avaliação das propriedades tecnológicas e aceitação do mercado de madeira juvenil de espécies nativas

- Definir 10 espécies alvo de estudo;
- Avaliar madeiras juvenis para usos industriais, comerciais e múltiplos;
- Construir dez unidades demonstrativas;
- Avaliar grau de aceitação das unidades demonstrativas.

2 Implantação de testes combinados de procedência/progênes

- Estimar os valores econômicos dos produtos madeiros e não madeiros;
- Selecionar populações e matrizes para testes;
- Implantar testes em condições ambientais distintas por bioma (Amazônia, Cerrado, Caatinga e Mata Atlântica).

3 Implantar os pomares de produção de sementes

- Implantar 40 pomares de produção de sementes;
- Iniciar os desbastes de árvores reprovadas pelo teste (ação 2).

4 Desenvolvimento de estudos de sementes e mudas para aumento de desempenho no campo

- Estabelecer protocolos de coleta, transporte, beneficiamento e armazenamento;
- Desenvolver ou adaptar protocolos para controle de qualidade de sementes;
- Desenvolver ou adaptar protocolos para controle de qualidade de mudas e árvores.

5 Definição de programas específicos de nutrição mineral de mudas no viveiro e de árvores no campo

- Avaliar as demandas de elementos minerais de cada espécie;
- Desenvolver programas de nutrição mineral para as espécies alvo;
- Definir metodologia para diagnósticos de carência nutricional.

6 Estabelecimento de estratégias silviculturais e de melhoramento genético

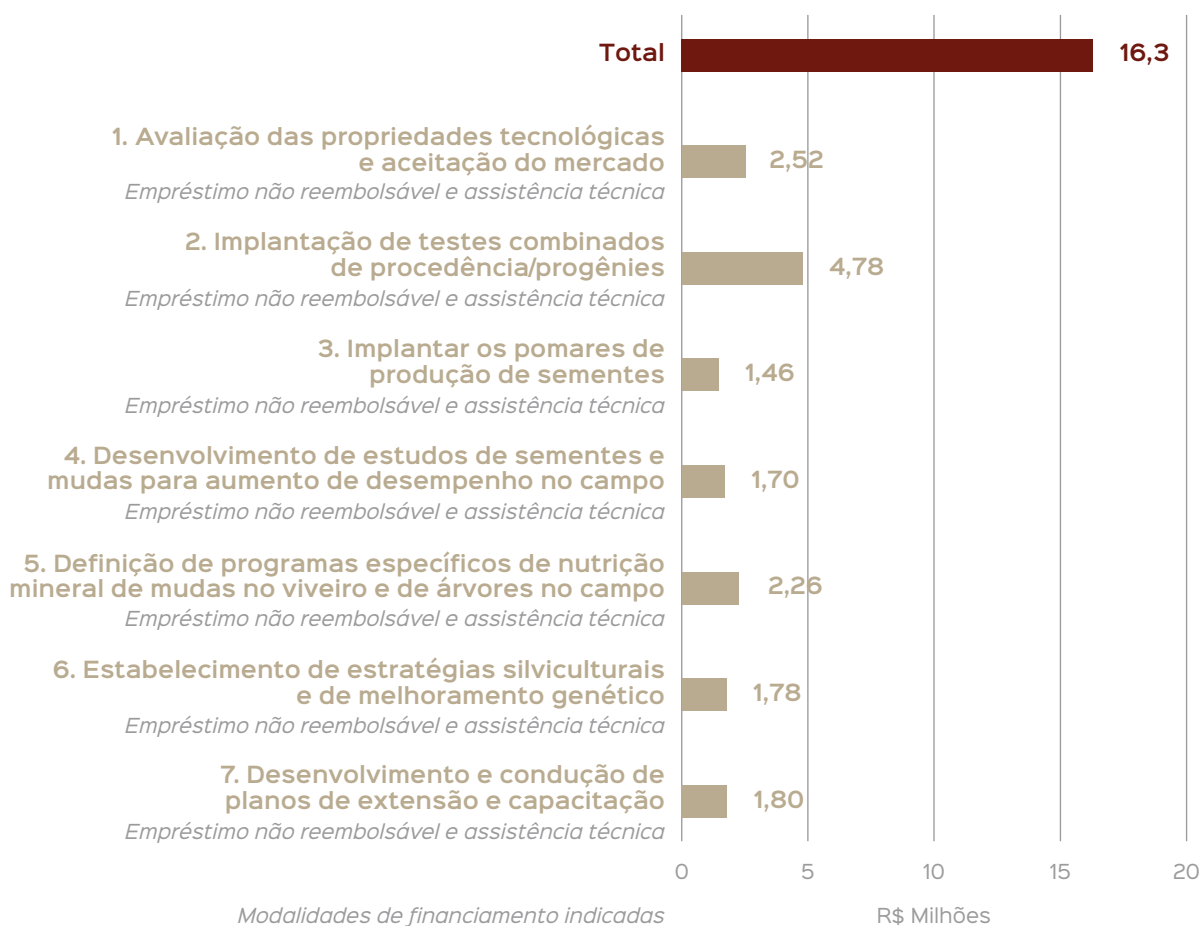
- Avaliar a aplicabilidade dos zoneamentos edáfico-climáticos pré-existentes;
- Testar as técnicas de clonagem;
- Desenvolver metodologias de estudos de mercado para espécies do projeto;
- Avaliar a aplicabilidade de controle de pragas e doenças de espécies tradicionalmente cultivadas.

7 Desenvolvimento e condução de planos de extensão e capacitação


- Desenvolver, implantar e conduzir testes para demonstrar técnicas silviculturais, de processamento dos produtos madeiros e não madeiros e divulgar os resultados;
- Elaborar plataforma *online* para divulgar técnicas, produtos e resultados;
- Oferta de disciplinas de EaD em tecnologias silviculturais e melhoramento genético de espécies nativas.


Custo de implementação e modalidades de suporte indicadas

Figura 4 | Custo do PAT silvicultura e melhoramento genético de espécies nativas



Informações complementares

 Modelagem Setorial de Opções de Baixo Carbono para Agricultura, Florestas e Outros Usos do Solo (AFOLU)

 WRI Brasil: Research Gaps and Priorities in Silviculture of Native Species In Brazil

Para mais informações acessar o documento “Plano de Ação Tecnológica para os setores do sistema energético, agricultura, florestas e outros usos da terra”.

Acesse também os documentos “Diretrizes de financiamento para as tecnologias e Plano de Ação Tecnológica do Projeto TNA_BRAZIL” e “Guia eletrônico das opções de financiamento para as tecnologias priorizadas no Projeto TNA_BRAZIL”.

5

Silvicultura com plantios mistos para restauração



5.1 INTRODUÇÃO

Sobre a tecnologia

Essa tecnologia combina espécies exóticas e nativas, tanto para conservação florestal, como para produção, por meio de Sistemas Agroflorestais (SAF). Diversos processos devem ser alterados e implementados para viabilizar a utilização dessa tecnologia, dentre eles: mapea-

mento topográfico com tecnologia de sensoriamento remoto; desenvolvimento de técnicas de zoneamento de áreas aptas aos plantios mistos de acordo com o Cadastro Ambiental Rural (CAR) e Plano de Regularização Ambiental (PRA); implantação de viveiros de mudas; e uso de implementos agrícolas para preparo do solo, plantio e colheita e posterior escoamento de acordo com a demanda do mercado.

Contexto da tecnologia no Brasil e resultados esperados com a implementação do Plano de Ação



SITUAÇÃO ATUAL

1. Plano de recuperação ambiental (PRA):
 - Burocratização nos trâmites e complexidade nas legislações federal, estadual e municipal;
 - Reposição florestal preferencialmente com nativas;
 - Limitação de uso de exóticas para propriedades de até quatro módulos fiscais.
2. Plantios mistos / Viveiros:
 - Pouca bibliografia e resultados relatados;
 - Baixo nível de investimento na pesquisa;
 - Falta de assistência técnica especializada na região;
 - Dificuldade de acesso à equipamentos;
 - Nível de prontidão tecnológica de validação em viveiros para nativas (TRL 5).
3. Comercialização:
 - Alto custo de insumo, transporte e implantação;
 - Pequeno raio logístico viável para recepção de insumos e suprimentos e para envio dos produtos.



RESULTADOS ESPERADOS

- Contribuir para a recomposição de 9,3 milhões de hectares de vegetação nativa até 2030;
- Contribuir para mitigação de 9,5 MtCO₂e em 2030;
- Disponibilização comercial de espécies nativas para restauração (TRL 8);
- Atendimento à regulamentação do PRA;
- Geração de emprego e renda em regiões de baixo IDH;
- Conservação da biodiversidade.

Por que adotar?



PODER PÚBLICO

- Contribuição para o cumprimento de ações de acordos climáticos globais, Programa de Regularização Ambiental (PRA) e à iniciativa Regenera Brasil;
- Desenvolvimento de áreas rurais através de programas de extensão para formação de associações e cooperativas.



SETOR PRIVADO

- Geração de renda através da produção e comercialização de produtos relacionados;
- Potencial geração de receitas através do desenvolvimento de um mercado de créditos de carbono (pagamento por serviços ambientais).



SOCIEDADE

- Geração de emprego e renda em toda a cadeia produtiva, principalmente, em regiões de baixo IDH;
- Desenvolvimento da agricultura familiar e de subsistência em áreas de plantio misto;
- Conservação da biodiversidade e melhoria das condições ambientais para a comunidade no entorno.

5.2 PLANO DE AÇÃO TECNOLÓGICA

Objetivo

Evidenciar o potencial da tecnologia em trazer benefícios econômicos e ambientais por meio da implementação de cadeias produtivas que estejam em conformidade com as regulamentações florestais vigentes.

Ambição

Até 2030, construir institucionalmente e validar em campo sistemas mistos eficientes do ponto de vista ecológico, econômico e regulatório desenvolvidos com a finalidade de restaurar diferentes biomas e ambientes protegidos. A validação será feita por meio de 12 unidades piloto de plantios mistos e estruturação de viveiros para abastecimento da cadeia.

Atores a serem envolvidos

Órgão do governo (ministérios, institutos, fundações, secretarias, agências e empresas públicas); confederações nacionais da agricultura e pecuária; ONGs; institutos de ensino e pesquisa federais e estaduais; instituições financeiras de desenvolvimento; e associações e cooperativas.

Ações e atividades

1 **Elaboração, aperfeiçoamento e disseminação institucional de instrumentos regulatórios, infra legais e de pesquisa**

- Mapear instrumentos e promover workshops e reuniões para implantação do Programa de Regularização Ambiental;
- Avaliar a necessidade de instrumentos específicos para sistemas agroflorestais;
- Elaborar instrumentos infra legais para difundir as atividades anteriores;
- Implementar cronograma de assistência técnica e extensão rural.

2 **Validação em campo de sistemas mistos eficientes para os diferentes biomas**

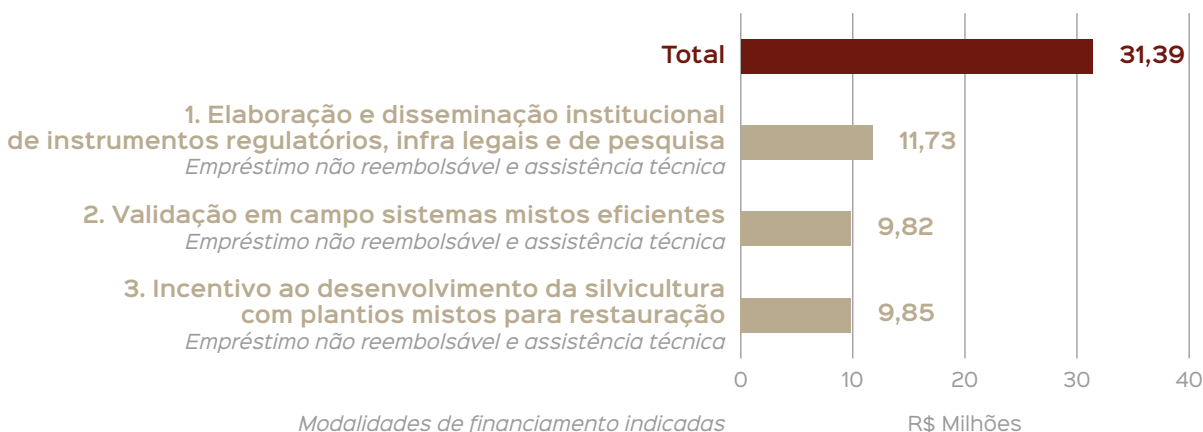
- Mapeamento por geoprocessamento e sensoriamento remoto de áreas para restauração;
- Identificação das melhores espécies a serem consorciadas;
- Construção de indicadores ecológicos para mensurar o progresso da restauração;
- Apresentação, validação e calibração dos estudos por meio de workshops.

3 **Incentivo ao desenvolvimento da silvicultura com plantios mistos para restauração**


- Mapear cadeias florestais existentes nos biomas brasileiros e identificar gargalos e oportunidades;
- Implementar e monitorar 12 unidades piloto de plantios mistos;
- Diagnóstico e estruturação de viveiros para abastecimento da cadeia florestal da restauração;
- Desenvolvimento de plataforma para disseminação dos benefícios e estímulos à silvicultura com plantios mistos.

Custo de implementação e modalidades de suporte indicadas

Figura 5 | Custo do PAT de silvicultura com plantios mistos para restauração



Informações complementares

 Modelagem Setorial de Opções de Baixo Carbono para Agricultura, Florestas e Outros Usos do Solo (AFOLU)

 Código Florestal

Para mais informações acessar o documento “Plano de Ação Tecnológica para os setores do sistema energético, agricultura, florestas e outros usos da terra”.

Acesse também os documentos “Diretrizes de financiamento para as tecnologias e Plano de Ação Tecnológica do Projeto TNA_BRAZIL” e “Guia eletrônico das opções de financiamento para as tecnologias prioritizadas no Projeto TNA_BRAZIL”.

6

Monitoramento por satélite



6.1 INTRODUÇÃO

Sobre a tecnologia

Os sistemas de monitoramento por satélite são realizados com base em abordagens de sensoriamento remoto, um conjunto de técnicas que possibilita a obtenção de informações sobre alvos na superfície terrestre (objetos, áreas, fenômenos) com base no registro da interação da radiação eletromagnética com a

superfície, realizado por sensores distantes - ou remotos. Engloba o monitoramento dos principais elementos da paisagem e atividades do meio rural, com foco no monitoramento do desmatamento, restauração florestal e agricultura de precisão.

Contexto da tecnologia no Brasil e resultados esperados com a implementação do Plano de Ação



SITUAÇÃO ATUAL

- Pouco uso da tecnologia principalmente pelos pequenos e médios produtores, e de agentes públicos municipais;
- Falta de estratégia nacional integrada para desenvolvimento de sistemas de monitoramento;
- Pouco investimento em pesquisa de base e aplicada;
- Falta aplicação de dados dos sistemas de monitoramento para gerar inteligência territorial;
- Sistema de monitoramento consolidado (TRL 9).



RESULTADOS ESPERADOS

- Contribuir para a implementação do PRA e agropecuária 4.0 (aumento da produtividade);
- Contribuir para mitigação de 48 MtCO₂e em 2030;
- Ampliar a difusão de sistemas de inteligência territorial;
- Maior qualidade dos dados espaciais, que podem ser aplicados à outras políticas públicas;
- Geração de renda em face do aumento de produtividade;
- Manutenção e restauração de ecossistemas.

Por que adotar?



PODER PÚBLICO

- Contribuição para o cumprimento de ações de acordos climáticos globais e à iniciativa Regenera Brasil;
- Diminuição do desmatamento ilegal, através de melhor fiscalização;
- Maior qualidade dos dados e melhor planejamento territorial por agentes públicos;
- Ampliação da difusão do sistema de inteligência territorial.



SETOR PRIVADO

- Melhor planejamento territorial por agentes privados;
- Maior produtividade agropecuária nas propriedades rurais devido ao suporte à agricultura de precisão;
- Apoio ao cumprimento do Código Florestal.



SOCIEDADE

- Geração de empregos e renda ao incentivar a restauração e otimização do uso da terra e obter ganhos de produtividade;
- Manutenção e restauração de ecossistemas;
- Adequação de propriedades ao Código Florestal, aumentando a restauração florestal e a percepção de seus benefícios locais.

6.2 PLANO DE AÇÃO TECNOLÓGICA

Objetivo

Ampliar a adoção do monitoramento por satélite para paisagens, com disponibilização de dados a partir de imagens de alta resolução para os produtores rurais e agentes públicos em todo o Brasil.

Ambição

Desenvolver, até 2030, sistema de monitoramento que a partir do uso de imagens de alta resolução (< 5 metros) e técnicas de reconhecimento automático irá fornecer dados anuais de cobertura e uso da terra em pelo menos dois biomas (Amazônia e Cerrado) nas seguintes categorias: vegetação nativa, vegetação secundária, pastagens e culturas agrícolas.

Atores a serem envolvidos

Ministérios; órgãos públicos de financiamento à pesquisa; agências nacionais e institutos de pesquisas dedicados à estatística, geografia e assuntos espaciais; confederações e empresas públicas de pesquisas relacionadas à agropecuária; tecnologia e inovação industrial; pesquisadores convidados; instituições financeiras de desenvolvimento; organismos de financiamento multilaterais; e associações, empresas e iniciativas de meio ambiente.

Ações e atividades

1 Criação de comitê para desenvolvimento de critérios técnicos para harmonização de sistemas de monitoramento por satélite e de uso e cobertura da terra

- Definir missão, objetivos e diretrizes organizacionais do Comitê;
- Definir estratégia, modelos de atuação e atores;
- Estabelecer critérios e diretrizes para harmonização de sistemas de monitoramento;
- Definir a estrutura física e equipe permanente do Comitê;
- Monitoramento, revisão e validação dos critérios técnicos, diretrizes e resultados das ações do Plano.

2 Desenvolvimento e validação de classificação automática supervisionada de uso e cobertura da terra

- Avaliação da disponibilidade e características técnicas da oferta de imagens de satélite com menos de 5 metros de resolução;
- Mapeamento a partir de interpretação visual de alvos chave;
- Desenvolver e validar metodologia de classificação supervisionada de imagens de alta resolução.

3 Desenvolvimento e disponibilização de sistema de monitoramento de alta resolução

- Definir equipe e instituições responsáveis pelo sistema;
- Levantar requisitos do sistema de monitoramento;
- Elaborar plano de sustentabilidade técnica-financeira do sistema;
- Implementar sistema com dados anuais de cobertura do Cerrado e Amazônia;
- Validar o sistema em workshops por bioma;
- Lançar sistema com disponibilização de dados pela internet.

4 Desenvolvimento e disponibilização de sistema de inteligência territorial para apoiar a implementação do Código Florestal e a intensificação da agropecuária

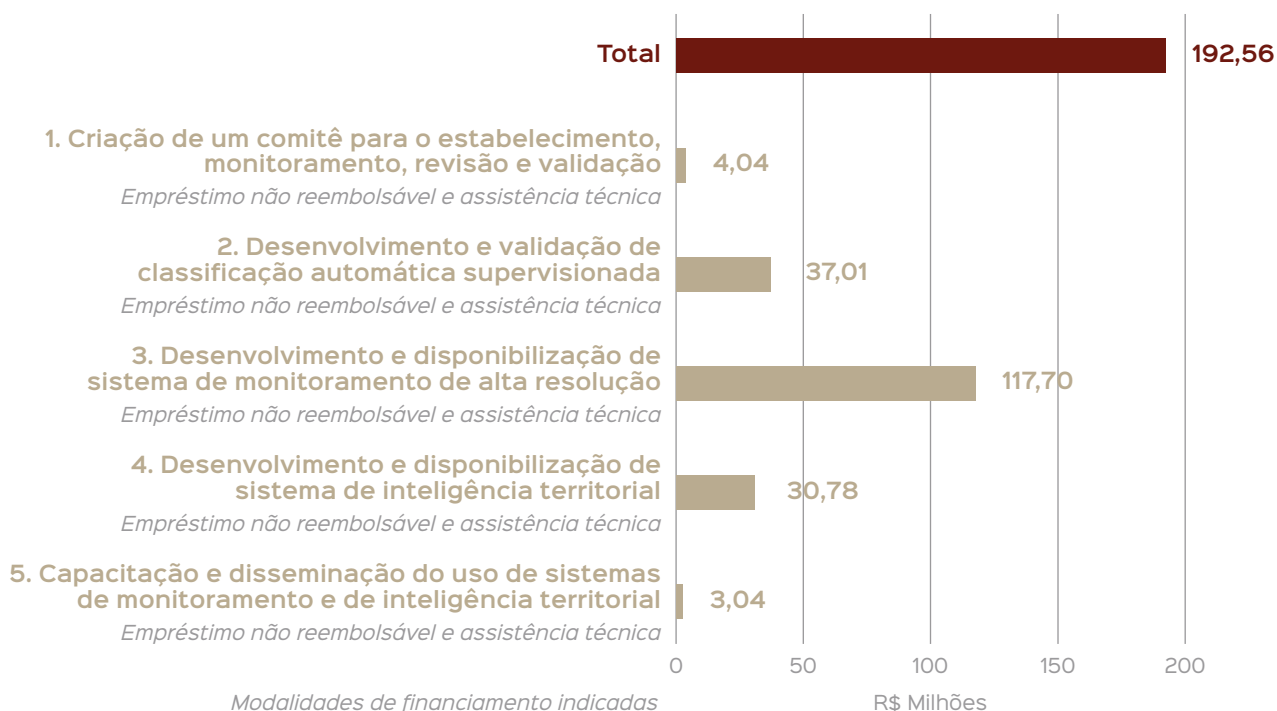
- Definir equipe e instituições responsáveis pelo sistema;
- Levantar requisitos de apoio à implementação do Código Florestal;
- Elaborar plano de sustentabilidade técnica-financeira para o sistema;
- Implementar sistema de inteligência territorial;
- Validar o sistema em workshops com usuários chave;
- Lançar sistema com dados pela internet.

5 Capacitação e disseminação dos sistemas de monitoramento e inteligência territorial

- Desenvolver treinamentos presenciais e EaD para o uso dos sistemas elaborados;
- Ministrando programas de capacitação com agentes multiplicadores;
- Ministrando programas de capacitação com agentes multiplicadores;
- Incentivar a adoção dos sistemas por agências governamentais-chave em 10 estados.

Custo de implementação e modalidades de suporte indicadas

Figura 6 | Custo do PAT de monitoramento por satélite



Informações complementares

Modelagem Setorial de Opções de Baixo Carbono para Agricultura, Florestas e Outros Usos do Solo (AFOLU)

Embrapa: Monitoramento por Satélite

INPE: Sistemas de monitoramento por satélite

Para mais informações acessar o documento “Plano de Ação Tecnológica para os setores do sistema energético, agricultura, florestas e outros usos da terra”.

Acesse também os documentos “Diretrizes de financiamento para as tecnologias e Plano de Ação Tecnológica do Projeto TNA_BRAZIL” e “Guia eletrônico das opções de financiamento para as tecnologias priorizadas no Projeto TNA_BRAZIL”.

7

Fogões solares fotovoltaicos com indução



7.1 INTRODUÇÃO

Sobre a tecnologia

Os fogões solares com indução são equipamentos para cozimento de alimentos através de um sistema que integra placas fotovoltaicas, baterias e placas de indução que, em contato com a panela, geram calor para coc-

ção. Esta tecnologia permite maior autonomia e flexibilidade em relação a outros fogões solares, possibilitando que estes equipamentos possam ser utilizados em períodos sem disponibilidade de energia solar.

Contexto da tecnologia no Brasil e resultados esperados com a implementação do Plano de Ação



SITUAÇÃO ATUAL

1. Irradiação solar / autonomia:
 - Ausência de mercado com cadeias de valor constituídas para a tecnologia;
 - Custo dos equipamentos adicionais ao fogão de indução (i.e. cooktop, painéis fotovoltaicos (FV) e bateria);
 - Nível de prontidão tecnológica de protótipo demonstrador em ambiente de produção (TRL 6).
2. Capacitação:
 - Resistência cultural associada a mudanças no padrão de cocção;
 - Desconhecimento dos benefícios da tecnologia;
 - Falta de capacitação para a utilização do fogão solar FV com indução.



RESULTADOS ESPERADOS

- Aumento da utilização de energia limpa e autonomia na geração de eletricidade para a edificação;
- Melhoria da saúde e redução nos gastos públicos com problemas respiratórios;
- Liberação, em geral de mão de obra feminina, para exercer atividades remuneradas;
- Mitigação de 6.000 kg CO₂/ano/residência;
- Sistema totalmente completo, testado, qualificado e demonstrado (TRL 8);
- Geração de emprego e renda.

Por que adotar?



PODER PÚBLICO

- Produção de energia renovável e aumento da segurança energética para populações de baixa renda;
- Redução de gastos com saúde pública pela substituição de fogões a lenha.



SETOR PRIVADO

- Oportunidade para desenvolvimento de projeto de impacto para a base da pirâmide social;
- Desenvolvimento tecnológico empresarial através de subvenções.



SOCIEDADE

- Benefícios à saúde humana pela menor inalação de materiais particulados e gases poluentes;
- Possibilidade de empreendedorismo social com geração de emprego e renda;
- Redução do desmatamento e das emissões de GEE relacionadas.

7.2 PLANO DE AÇÃO TECNOLÓGICA

Objetivo

Desenvolvimento de fogões solares fotovoltaicos com indução para substituir fogões a biomassa e aumentar a eficiência da cocção.

Ambição

Desenvolvimento e aplicação piloto de protótipos de fogões solares com indução em edificações domiciliares localizadas em regiões com elevado índice de cocção a partir de biomassa tradicional.

Atores a serem envolvidos

Instituições de pesquisa, desenvolvimento e inovação; associações do setor de energia e *think tanks*; empresas privadas; empresas públicas de pesquisa e divulgação de dados nacionais; entidades de capacitação; plataforma de tecnologias sociais; órgãos públicos; associações de moradores e bancos, fundos, iniciativas e instituições de apoio financeiro.

Ações e atividades

1 Definição do design do fogão

- Levantar dados sobre modelos disponíveis de fogões solares;
- Identificação de localidade potencial para aplicação;
- Levantamento de dados do padrão de cocção nos domicílios potenciais;
- Definição do design de fogão.

2 Desenvolvimento e teste do protótipo

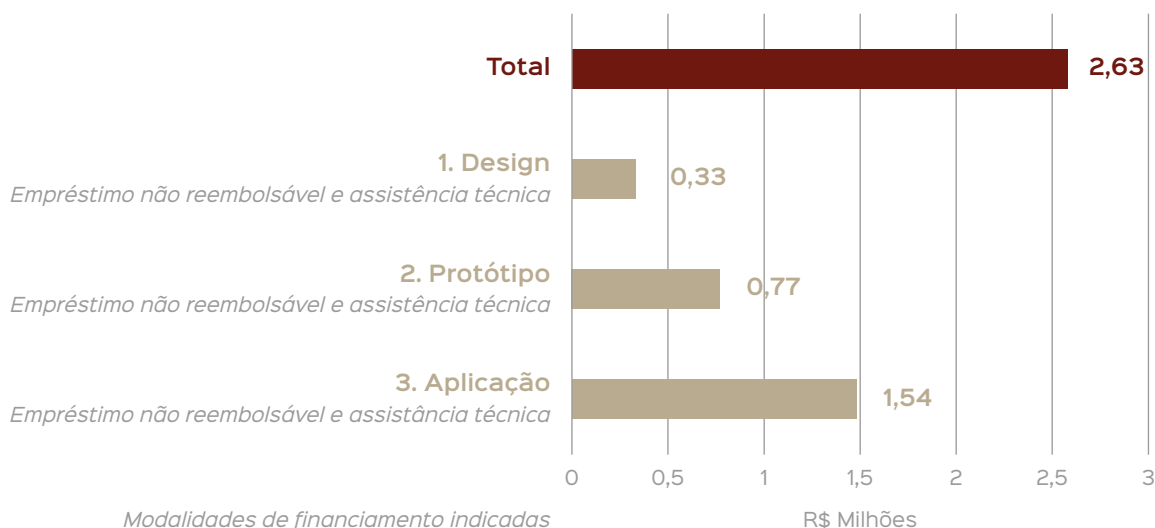
- Definição do protótipo
- Desenvolvimento do módulo FV e componentes auxiliares;
- Desenvolvimento do sistema de armazenamento de energia;
- Desenvolvimento do sistema de indução;
- Estimação do custo do protótipo;
- Teste de operação.

3 Aplicação e disseminação da tecnologia

- Estabelecimento de arranjos institucionais, jurídicos e de projeto para a aplicação piloto;
- Aplicação piloto de protótipos em fogões solares em domicílios;
- Disseminação dos benefícios da tecnologia e resultados da aplicação piloto.

Custo de implementação e modalidades de suporte indicadas

Figura 7 | Custo do PAT de fogões solares fotovoltaicos com indução



Informações complementares

🔗 UFRGN: Análise de desempenho de um fogão solar com parábola fabricada em material compósito

🔗 SCI: Introduction to solar cooking (inglês)

Para mais informações acessar o documento “Plano de Ação Tecnológica para os setores do sistema energético, agricultura, florestas e outros usos da terra”.

Acesse também os documentos “Diretrizes de financiamento para as tecnologias e Plano de Ação Tecnológica do Projeto TNA_BRAZIL” e “Guia eletrônico das opções de financiamento para as tecnologias priorizadas no Projeto TNA_BRAZIL”.

8

Veículos híbridos flex



8.1 INTRODUÇÃO

Sobre a tecnologia

Veículos híbridos são aqueles compostos por um motor a combustão e outro elétrico. No caso dos híbridos flex o motor a combustão pode ser abastecido com gasolina ou etanol, podendo ser potencialmente menos poluente. Em funcionamento, os dois motores são

utilizados em conjunto quando em baixa rotação/velocidade, e em alta rotação/velocidade apenas o motor a combustão é acionado, gerando eletricidade que carrega a bateria do motor elétrico, promovendo maior autonomia que o motor elétrico tradicional.

Contexto da tecnologia no Brasil e resultados esperados com a implementação do Plano de Ação



SITUAÇÃO ATUAL

- Inexistência de padrões tecnológicos;
- Baixo conteúdo local dos componentes veiculares;
- Alto custo de investimento para a produção dos componentes veiculares;
- Validação da integração veicular de componentes apenas em ambiente de laboratório, ou de arranjos experimentais básicos de laboratório (TRL4).



RESULTADOS ESPERADOS

- Ganhos de eficiência em relação ao motor de combustão interna (redução no consumo de combustível por km rodado);
- Contribuir para mitigação de 400 mil tCO₂e em 2030;
- Teste de protótipo do sistema em ambiente operacional, o que habilita a produção dos componentes em escala comercial (TRL 7);
- Alto poder de penetração em centros urbanos;
- Manutenção de empregos e renda no setor sucroenergético.

Por que adotar?



PODER PÚBLICO

- Contribuição para o cumprimento de ações de acordos climáticos globais;
- Impulso ao desenvolvimento tecnológico da indústria automotiva brasileira.



SETOR PRIVADO

- Acesso a mercados ambientalmente exigentes através de tecnologia que empresas brasileiras podem ter vantagens competitivas (etanol).



SOCIEDADE

- Maior uso de energia limpa em detrimento de combustíveis fósseis;
- Redução da poluição em grandes cidades;
- Manutenção de empregos e renda do setor sucroenergético no longo prazo.

8.2 PLANO DE AÇÃO TECNOLÓGICA

Objetivo

Desenvolver a tecnologia de ônibus híbrido flex.

Ambição

Desenvolver uma aplicação piloto de frota de ônibus híbrido flex para uma linha municipal até 2030.

Atores a serem envolvidos

Órgãos de governo, centros e institutos de pesquisa; concessionárias de ônibus; incubadoras de empresas; sistema integrador de tecnologias; e agências governamentais e de fomento.

Ações e atividades

1 Avaliação e seleção de município para aplicação da frota piloto

- Contratar equipe de pesquisa para implementação da frota;
- Mapeamento de municípios e avaliação centros de pesquisa automotiva;
- Avaliação de centros de pesquisa para condução dos testes na frota;
- Avaliação incentivos e disponibilidade de combustível;
- Avaliar e estabelecer parcerias para implementação do piloto;
- Estabelecer local para a implementação da linha piloto.

2 Seleção das características da frota piloto

- Definir a tipologia de hibridização dos ônibus híbridos flex;
- Definir características básicas do ônibus;
- Especificação dos equipamentos necessários para a montagem da frota piloto;
- Levantar dados sobre a frota, consumo e ciclos de condução na localidade selecionada;
- Simular a operação utilizando um ciclo de condução adequado.

3 Constituição de startup para desenvolvimento e instalação de kits para conversão de ônibus (Sistema Integrador de Tecnologias - SIT)

- Definir missão e objetivos para a *startup*;
- Identificar potenciais parcerias para implementar o SIT;
- Estabelecer um edital de seleção da *startup*;
- Formalizar acordo para estabelecimento *startup*;
- Estabelecer a startup em uma incubadora.

4 Elaboração do projeto do kit de hibridização

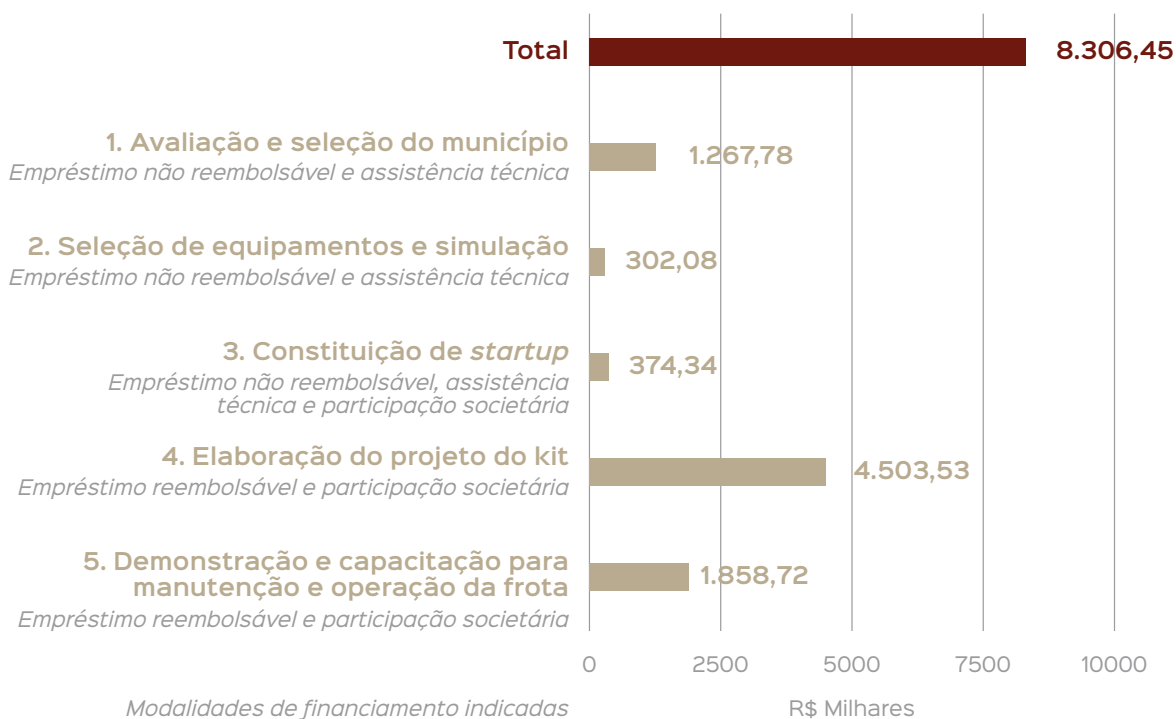
- Planejar a criação do kit de hibridização;
- Definir equipamentos para a produção do kit;
- Selecionar equipamentos disponíveis no mercado;
- Comprar equipamentos selecionados;
- Construir e adaptar os equipamentos para montagem do kit de hibridização;
- Instalação do kit de hibridização e operação da frota piloto.

5 Demonstração e capacitação para manutenção e operação da frota


- Monitorar a utilização da frota;
- Divulgar os resultados da frota piloto de ônibus híbridos flex;
- Criação e aplicação de cursos para manutenção e operação da frota piloto.


Custo de implementação e modalidades de suporte indicadas

Figura 8 | Custo do PAT de veículo híbrido flex



Informações complementares

 Modelagem Setorial de Opções de Baixo Carbono para o Setor de Transportes

 IPEA – Mobilidade Urbana Sustentável: conceitos, tendências e reflexões

Para mais informações acessar o documento “Plano de Ação Tecnológica para os setores do sistema energético, agricultura, florestas e outros usos da terra”.

Acesse também os documentos “Diretrizes de financiamento para as tecnologias e Plano de Ação Tecnológica do Projeto TNA_BRAZIL” e “Guia eletrônico das opções de financiamento para as tecnologias priorizadas no Projeto TNA_BRAZIL”.

9

Veículos elétricos a pilha a combustível a etanol



9.1 INTRODUÇÃO

Sobre a tecnologia

Estes veículos possuem motores elétricos, mas, ao invés do abastecimento se dar diretamente por eletricidade, ele é feito por meio de uma pilha que gera energia a partir do etanol.

O veículo elétrico em questão não apresenta maior desafio tecnológico, mas sim o desenvolvimento do empilhamento que alimenta a bateria capaz de operar em condições veiculares.

Contexto da tecnologia no Brasil e resultados esperados com a implementação do Plano de Ação



SITUAÇÃO ATUAL

1. Design dos componentes:
 - Falta de consenso na tecnologia dominante de componentes para utilizar pilha a etanol direto;
 - Falta de incentivo ao desenvolvimento tecnológico para comprovar a eficácia da tecnologia;
 - Dificuldades de operação (capacidade, temperatura e tempo de uso).
2. Pilha a combustível:
 - Falta de conteúdo local e dependência do mercado internacional (célula combustível a hidrogênio);
 - Inexistência de tecnologia dominante adaptada à realidade nacional (etanol);
 - Nível de prontidão tecnológica de prova de conceitos das funções críticas de forma experimental (TRL 3).



RESULTADOS ESPERADOS

- Ganho de eficiência de 60% relativamente a motores de combustão interna;
- Geração de emprego e renda, e manutenção da competitividade do setor sucroenergético (mercado cativo do etanol);
- Potencial de mitigação de 2,3 MtCO₂ em 2030;
- Redução na emissão de materiais particulados (NO_x e SO_x), com melhoria da saúde humana;
- Desenvolvimento de protótipo da pilha a combustível a etanol com demonstração em nível operacional (TRL 7).

Por que adotar?



PODER PÚBLICO

- Contribuição para o cumprimento de ações de acordos climáticos globais e do Renovabio;
- Impulso ao desenvolvimento tecnológico da indústria automotiva brasileira, fortalecendo o etanol como alternativa limpa.



SETOR PRIVADO

- Diversificação de receitas para empresas do setor através do desenvolvimento de tecnologia limpa;
- Ganho de eficiência em relação aos motores de combustão interna;
- Acesso a mercados ambientalmente exigentes através de tecnologia para as quais empresas brasileiras podem ter vantagens competitivas.



SOCIEDADE

- Geração de empregos e renda e manutenção da competitividade do setor sucroenergético (mercado cativo do etanol);
- Maior uso de energia limpa em detrimento de combustíveis fósseis;
- Redução na emissão de GEE.

9.2 PLANO DE AÇÃO TECNOLÓGICA

Objetivo

Desenvolver tecnologia de pilha a combustível a etanol para o setor de transportes.

Ambição

Até 2030, amadurecer a tecnologia, que atualmente está na fase de validação conceitual, levando-a à fase de demonstração de protótipo operacional. Para isso é necessário produtizar a pilha a combustível a etanol direto de óxido sólido.

Atores a serem envolvidos

Centros de pesquisa e universidades; órgãos e instituições públicas; empresas do setor de transportes; associações relacionadas com a mobilidade urbana.

Ações e atividades

Fase 1 - Laboratorial

1 Arranjos de implementação e produção de pilhas unitárias

- Elaboração de projeto executivo, plano de comunicação e protocolos de controle de qualidade;
- Produção das pilhas a combustível a etanol de óxido sólido (PaCOS) unitárias.

2 Produção de equipamentos de suporte

- Produção de interconectores e placas de base e de topo;
- Produção de revestimentos e selantes;
- Produção de sistema de alojamento dos empilhamentos;
- Desenvolvimento de subsistemas de reagentes e produtos, manejo térmico, condicionamento da potência elétrica e outros.

3 Desenvolvimento de processo escalável e disseminação

- Produção e testes de sistemas componentes;
- Montagem, ativação e teste de empilhamento, balanço de planta e do protótipo-sistema-completo;
- Redação e depósito de patentes;
- Disseminação dos resultados.

Fase 2 – Piloto pré-industrial

1 Desenvolvimento de projeto para aumento da escala

- Aumento da escala do sistema produtivo laboratorial;
- Aumento de escala dos sistemas de alojamentos dos empilhamentos;
- Montagem dos balanços de planta e controle de qualidade.

2 Montagem e testes dos empilhamentos e sistema piloto embarcado

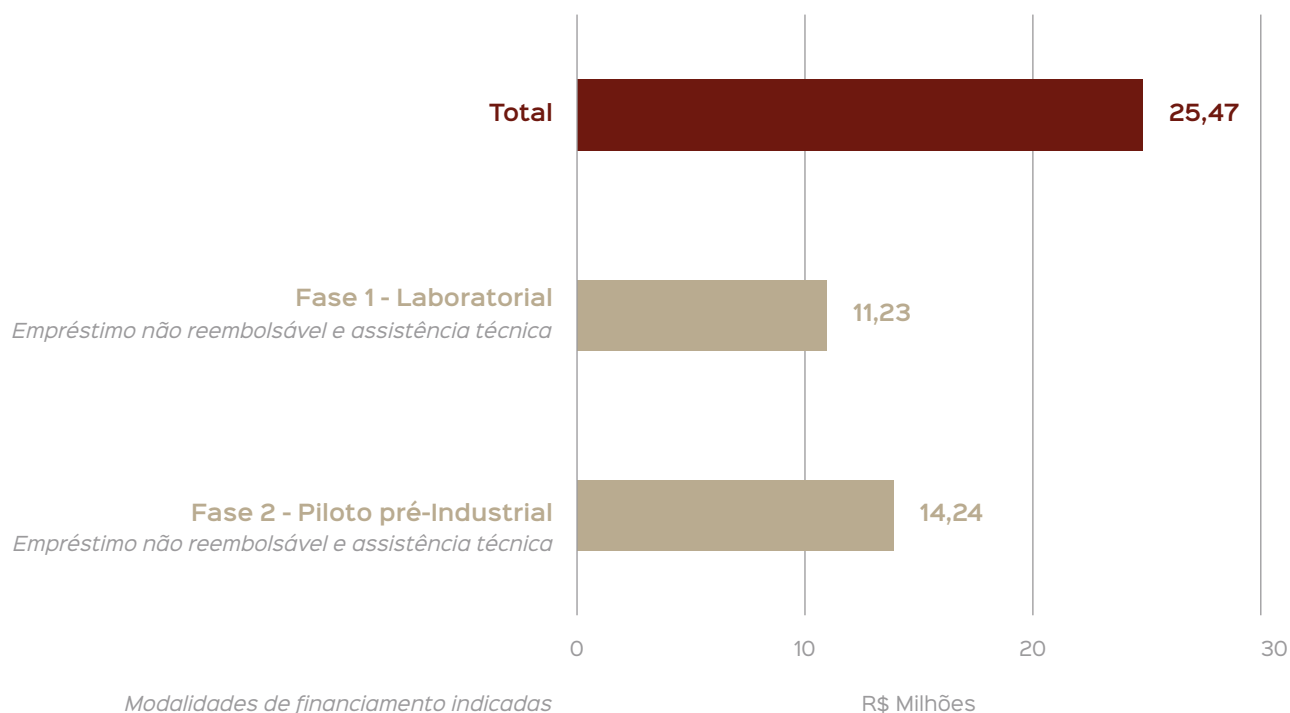
- Montagem, ativação e teste dos empilhamentos piloto;
- Montagem, caracterização e teste do sistema piloto;
- Instalação e teste do sistema piloto embarcado em condições reais de operação.

3 Patente e disseminação dos resultados do protótipo

- Redação de depósito de patentes;
- Relatório final e disseminação dos resultados.

Custo de implementação e modalidades de suporte indicadas

Figura 9 | Custo do PAT de veículo a pilha a combustível a etanol



Informações complementares

IPEA – Mobilidade Urbana Sustentável: conceitos, tendências e reflexões

BADWAL, S. P. S. et al. Direct ethanol fuel cells for transport and stationary applications – A comprehensive review. Applied Energy, v. 145, p. 80-103, 2015.

Nissan mostra no Japão tecnologia que transforma etanol em hidrogênio.

Para mais informações acessar o documento “Plano de Ação Tecnológica para os setores do sistema energético, agricultura, florestas e outros usos da terra”.

Acesse também os documentos “Diretrizes de financiamento para as tecnologias e Plano de Ação Tecnológica do Projeto TNA_BRAZIL” e “Guia eletrônico das opções de financiamento para as tecnologias priorizadas no Projeto TNA_BRAZIL”.



10.1 INTRODUÇÃO

Sobre a tecnologia

A indústria 4.0 se caracteriza pelo desenvolvimento e aplicação de novas tecnologias que permitem a fusão do mundo físico e digital para integrar a cadeia produtiva. As principais

tecnologias associadas à viabilização de um sistema de produção característico 4.0 envolvem manufatura aditiva ou impressão 3D; inteligência artificial; Internet das coisas; e sistemas *cyber*-físicos.

Contexto da tecnologia no Brasil e resultados esperados com a implementação do Plano de Ação



SITUAÇÃO ATUAL

1. Desenvolvimento tecnológico:
 - Baixa competência no desenvolvimento de *hardwares*, *softwares* e *analytics*;
 - Conceito pouco difundido;
 - Validação de experimentos em tecnologias 4.0 em ambiente relevante (TRL 5).
2. Gestão de recursos humanos:
 - Força de trabalho insuficiente;
 - Falta de cultura digital e treinamento;
 - Desconhecimento dos benefícios, regulamentos e normas técnicas das tecnologias 4.0.
3. Infraestrutura:
 - Dificuldade na integração digital das empresas ao longo das cadeias produtivas;
 - Lacunas de segurança visando a proteção de dados da indústria nacional;
 - Ausência de padrões de interoperabilidade de dados.



RESULTADOS ESPERADOS

- Ganho de competitividade da indústria nacional perante concorrentes externos;
- Aumento de 10 a 25% na produtividade do trabalho;
- Redução de 10 a 20% no consumo de energia;
- Potencial de mitigação de 11,8 MtCO₂ em 2030;
- Redução na disposição de resíduos industriais;
- Demonstração de tecnologias 4.0 em ambiente operacional (TRL 7);
- Criação de novas atividades e profissões na indústria.

Por que adotar?



PODER PÚBLICO

- Impulso ao desenvolvimento tecnológico do parque industrial nacional;
- Desenvolvimento de fornecedores domésticos para soluções tecnológicas.



SETOR PRIVADO

- Ganho de competitividade perante concorrentes externos;
- Aumento da produtividade no trabalho;
- Redução de custos e aumento da eficiência no uso de recursos;
- Novos modelos de negócios;
- Diminuição de resíduos.



SOCIEDADE

- Surgimento de novas atividades e profissões;
- Redução na emissão de GEE;
- Uso mais eficiente de recursos naturais, combustíveis e matéria-prima.

10.2 PLANO DE AÇÃO TECNOLÓGICA

Objetivo

Integrar as tecnologias da indústria 4.0 no desenvolvimento de produtos e nos processos de compra, logística e produção da indústria brasileira para a viabilizar a economia circular.

Ambição

Implementar a Rede Tecnológica de Economia Circular e Indústria 4.0, que desenvolverá ações de pesquisa, desenvolvimento, inovação, capacitação e infraestrutura em técnicas e tecnologias da indústria 4.0 e da economia circular.

Atores a serem envolvidos

Redes de capacitação; agências, associações e empresas dedicadas às soluções tecnológicas; órgãos do governo, associações e agências de ensino e pesquisa para auxiliar na capacitação profissional; institutos, associações e agências responsável pela infraestrutura; instituições financeiras de desenvolvimento; e fundações responsáveis pelo apoio financeiro.

Ações e atividades

1 Estabelecimento da Rede Tecnológica de Economia Circular e Indústria 4.0

- Definição das diretrizes organizacionais e equipe permanente da Rede;
- Definição da estratégia, atuação e atores;
- Definição de modelo de negócio e processos de gestão;
- Definição de indicadores de monitoramento, reporte e verificação do desempenho da Rede;
- Estabelecimento da estratégia para crescimento do número de afiliados;
- Fomento e acompanhamento das demais ações da Rede.

2 Desenvolvimento de projetos demonstrativos de economia circular e indústria 4.0

- Identificar e desenvolver parceiras;
- Estruturar subprojetos para financiamento;
- Demonstrar tecnologias para empresas de todos os portes (*startups*, pequenas, médias e grandes empresas).

3 Estimular competências e ofertar cursos de capacitação da Rede Tecnológica de Economia Circular e Indústria 4.0

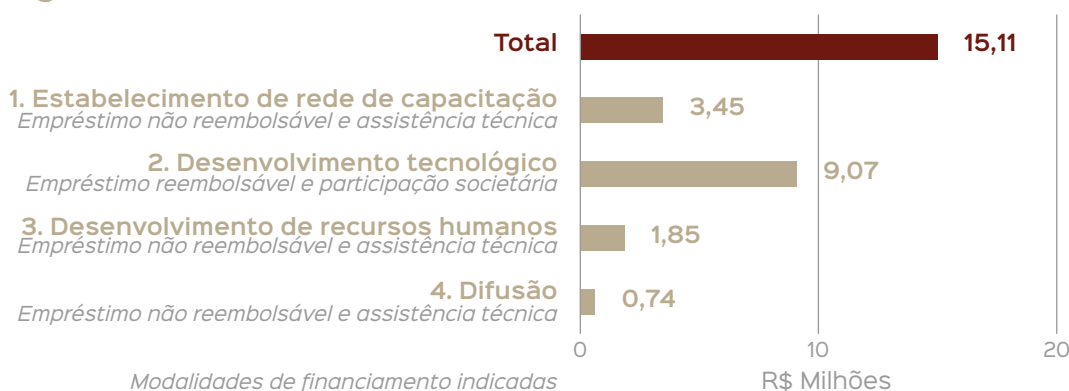
- Estimular competências e habilidades;
- Ofertar e divulgar cursos de capacitação e aperfeiçoamento técnico.

4 Difusão de regulamentos, normas técnicas e políticas públicas para indústria 4.0 e Economia Circular


- Estabelecimento e difusão, por meio de ferramentas de comunicação, de regulamentos e normas técnicas;
- Proposição e difusão de ferramentas de avaliação de políticas públicas relacionadas.

Custo de implementação e modalidades de suporte indicadas

Figura 10 | Custo do PAT de indústria 4.0



Informações complementares

 Plano de Ação da Câmara Brasileira da Indústria 4.0

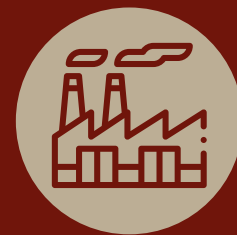
 Agenda Brasileira para a Indústria 4.0

Para mais informações acessar o documento “Plano de Ação Tecnológica para os setores do sistema energético, agricultura, florestas e outros usos da terra”.

Acesse também os documentos “Diretrizes de financiamento para as tecnologias e Plano de Ação Tecnológica do Projeto TNA_BRAZIL” e “Guia eletrônico das opções de financiamento para as tecnologias priorizadas no Projeto TNA_BRAZIL”.

11

Materiais inovadores para cimento



11.1 INTRODUÇÃO

Sobre a tecnologia

A tecnologia busca desenvolver cimentos com menor pegada de carbono por meio da substituição ou redução do teor de clínquer, principal componente do cimento e intensivo em CO₂. Particularmente, uma das técnicas mais adotadas pela indústria para, entre outras finali-

dades, melhorar o desempenho ambiental do produto, é a incorporação de outros materiais, geralmente resíduos de processos industriais ou substâncias abundantes e de baixo custo, à mistura para formular cimentos com menor teor de clínquer em sua composição. Desses materiais, destacam-se a escória granulada de alto-forno, as cinzas volantes de carvão mineral, o fíler calcário e as argilas calcinadas.

Contexto da tecnologia no Brasil e resultados esperados com a implementação do Plano de Ação



SITUAÇÃO ATUAL

1. Matérias-primas:
 - Baixa reatividade das adições ou materiais cimentícios suplementares;
 - Desconhecimento da disponibilidade de materiais cimentícios suplementares (MCS), como escória granulada de alto-forno, cinzas volantes de carvão mineral, fíler calcário e argilas calcinadas.
2. Produção:
 - Inexistência dos arranjos produtivos para produção de novos cimentos;
 - Desconhecimento da viabilidade técnica e econômica de novos cimentos (adição de MCS);
 - Nível de prontidão tecnológica de prova de conceitos das funções críticas de forma experimental (TRL 3).
3. Uso final:
 - Rigidez e conservadorismo do setor para uso de novos materiais;
 - Baixa qualificação dos autoconstrutores.



RESULTADOS ESPERADOS

- Ganho de competitividade da indústria perante queda nos custos de produção;
- Geração de emprego e renda na cadeia de suprimento de MCS;
- Potencial de mitigação de 6 MtCO₂ em 2030;
- Redução na emissão de materiais particulados (NO_x e SO_x), com melhoria da saúde humana;
- Novo cimento demonstrado em ambiente relevante de produção (TRL 6);
- Redução de impacto na biodiversidade (menor mineração de calcário).

Por que adotar?



PODER PÚBLICO

- Contribuição para o cumprimento de ações de acordos climáticos globais;
- Estímulo à pesquisa e inovação.



SETOR PRIVADO

- Redução do custo de produção e ganho de competitividade;
- Redução no consumo de combustíveis fósseis;
- Aumento da demanda por matérias-primas renováveis para a cadeia de produção.



SOCIEDADE

- Potencial aumento da oferta de cimento para a sociedade;
- Redução do consumo de água e dos impactos na biodiversidade pela menor mineração de calcário.

11.2 PLANO DE AÇÃO TECNOLÓGICA

Objetivo

Desenvolver cimentos com adições alternativas, como fíler calcário e argilas calcinadas, que reduzam o teor de clínquer do produto final, e atendam a requisitos normativos de resistência mecânica.

Ambição

Comprovar a viabilidade técnica, econômica e ambiental de um cimento inovador com teor de clínquer igual ou inferior a 50%, complementado com outras matérias-primas abundantes e de baixo custo até 2030.

Atores a serem envolvidos

Confederações; sindicatos e associações comerciais dos setores cimenteiro e de construção civil; comitês técnicos; conselhos nacionais de ciência, tecnologia, pesquisa e educação profissional; e órgãos governamentais, institutos e fundações de financiamento a pesquisas.

Ações e atividades

1 Seleção de MCS elegíveis

- Pré-seleção de materiais substitutos ao clínquer;
- Mapeamento e quantificação da oferta dos materiais pré-selecionados no Brasil;
- Identificação de locais de interesse da cadeia de produção de cimento;
- Seleção dos materiais alternativos elegíveis.

2 Desenvolvimento experimental experimental e teste de novas formulações de cimento

- Planejamento dos experimentos laboratoriais;
- Preparo das amostras (teor limite de 50% de clínquer);
- Caracterização químico-mineralógica e físico-mecânica das matérias-primas e produtos;
- Estudos de durabilidade dos produtos;
- Avaliação dos resultados para faixas ótimas de composição do novo cimento;
- Depósito de pedido de patente do novo cimento.

3 Avaliação técnico-econômica-ambiental de cimentos inovadores desenvolvidos e testados

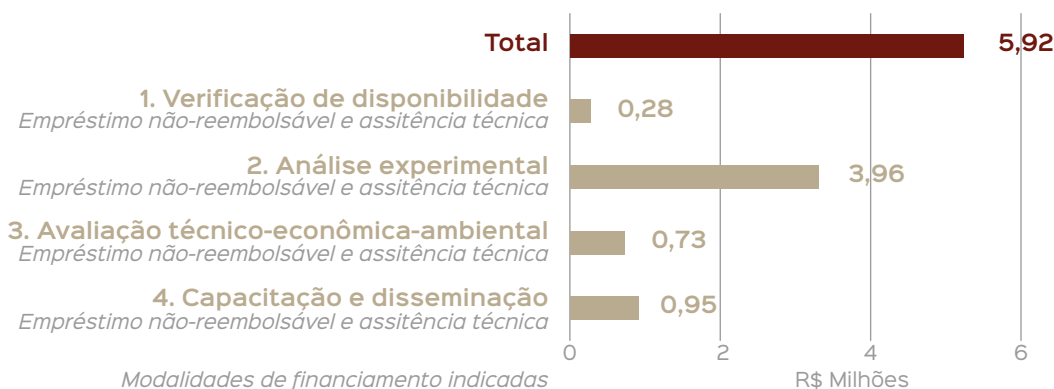
- Estudo de engenharia para nova planta de produção do novo cimento;
- Estudo de engenharia para avaliação técnica de retrofit em fábricas existentes;
- Estudo da cadeia de suprimentos para produção industrial do novo cimento;
- Avaliação do desempenho técnico, econômico e ambiental do novo cimento.

4 Capacitação e disseminação em boas práticas para construção civil


- Divulgação de conteúdos e resultados do Plano em plataforma digital;
- Divulgação de diretrizes para disciplinas de materiais inovadores para cimento em cursos de Engenharia Civil e Arquitetura;
- Oferta de cursos EaD *online* sobre boas práticas e materiais inovadores para cimentos na construção civil.


Custo de implementação e modalidades de suporte indicadas

Figura 11 | Custo do PAT de materiais inovadores para cimento



Informações complementares

 Website da Associação Brasileira de Cimentos Portland (ABCP)

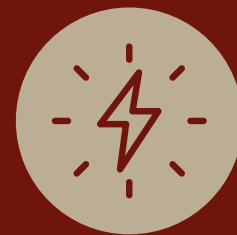
 Materiais cimentícios suplementares: histórico e novas tendências

Para mais informações acessar o documento “Plano de Ação Tecnológica para os setores do sistema energético, agricultura, florestas e outros usos da terra”.

Acesse também os documentos “Diretrizes de financiamento para as tecnologias e Plano de Ação Tecnológica do Projeto TNA_BRAZIL” e “Guia eletrônico das opções de financiamento para as tecnologias priorizadas no Projeto TNA_BRAZIL”.

12

Energia solar fotovoltaica flutuante



12.1 INTRODUÇÃO

Sobre a tecnologia

O sistema solar fotovoltaico flutuante é uma adaptação da tecnologia de geração de energia fotovoltaica para aproveitamento solar em grandes grandes extensões de superfícies aquáticas. A instalação de sistemas flutuantes difere de uma planta fotovoltaica tradicional pela necessidade de construção de uma estrutura flutuante, sistemas de ancoragem, cabeamento subaquático e a possibilidade de um inversor instalado nesta estrutura.

Contexto da tecnologia no Brasil e resultados esperados com a implementação do Plano de Ação



SITUAÇÃO ATUAL

- Inexistência de um mapeamento do potencial sustentável da fonte;
- Desconhecimento da tecnologia e de seus benefícios;
- Indefinição sobre as obrigações de gestão dos reservatórios;
- Nível de prontidão tecnológica Sistema totalmente completo, testado, qualificado e demonstrado (TRL 8).



RESULTADOS ESPERADOS

- Aumento da eficiência energética relativamente a usinas solares convencionais (resfriamento dos painéis);
- Aumento de participação de fontes renováveis na matriz elétrica;
- Contribuir para a mitigação de 5,4 MtCO₂ em 2030;
- Tecnologia operando em todas as condições, extensão e alcance (TRL 9);
- Aumento na disponibilidade de água para consumo humano e geração elétrica;
- Geração de emprego e renda (implantação e manutenção dos painéis).

Por que adotar?



PODER PÚBLICO

- Contribuição para o cumprimento de ações de acordos climáticos globais;
- Crescimento do potencial energético limpo e renovável na matriz energética brasileira sem novos impactos socioambientais relevantes.



SETOR PRIVADO

- Ampliação da geração de energia por usinas hidroelétricas;
- Aumento da eficiência energética em relação a usinas solares convencionais (resfriamento dos painéis);
- Conversão de espaços inutilizados em fonte de receita.



SOCIEDADE

- Diminuição de possíveis conflitos para instalação de novas barragens devido à sinergia da geração fotovoltaica e hidrelétrica;
- Aumento da disponibilidade de energia;
- Aumento de disponibilidade de água devido à cobertura do espelho d'água (redução da evaporação).

12.2 PLANO DE AÇÃO TECNOLÓGICA

Objetivo

Identificar o potencial brasileiro para a instalação de projetos de energia solar fotovoltaica flutuante em reservatórios de usinas hidrelétricas (UHE), apoiando assim leilões desta tecnologia.

Ambição

Elaborar um inventário nacional de potencial da energia solar flutuante, diante da aplicação de restrições, de forma a antecipar impactos e identificar pontos críticos da tecnologia para os diferentes tipos e condições dos reservatórios do país.

Atores a serem envolvidos

Centros de pesquisa; universidades; órgãos governamentais responsáveis pelas temáticas ambiental, energética e territorial e espacial; empresas públicas e privadas concessionárias das UHEs; e empresas do setor de geração de energia fotovoltaica.

Ações e atividades

1 Coleta e tratamento de dados preliminares

- Coleta de dados climáticos e de disponibilidade de recurso solar;
- Coleta de dados de reservatórios das usinas hidrelétricas (UHEs);
- Tratamento estatístico e econométricos dos dados coletados.

2 Identificação de reservatórios promissores de UHEs

- Definição de restrições à instalação de usinas solares flutuantes;
- Definição e validação de metodologia, critérios e limites;
- Inserção dos dados em sistema de informações geográficas;
- Seleção de reservatórios promissores para especificação do recurso solar.

3 Especificação do recurso solar nos reservatórios selecionados

- Instalação de boias solarimétricas para medição do recurso solar;
- Simulações com modelo de transferência radiativa por satélite;
- Geração de dados de potencial solarimétrico sobre reservatórios a partir das observações em boias.

4 Coleta de dados para reservatórios selecionados

- Mapeamento do reservatório e estudo topográfico do entorno;
- Elaboração do perfil batimétrico;
- Análise do solo para ancoramento (fundo ou margem);
- Análise da rede e da potência das subestações;
- Diagnóstico socioambiental preliminar.

5 Mapeamento e cálculo do potencial nos reservatórios selecionados

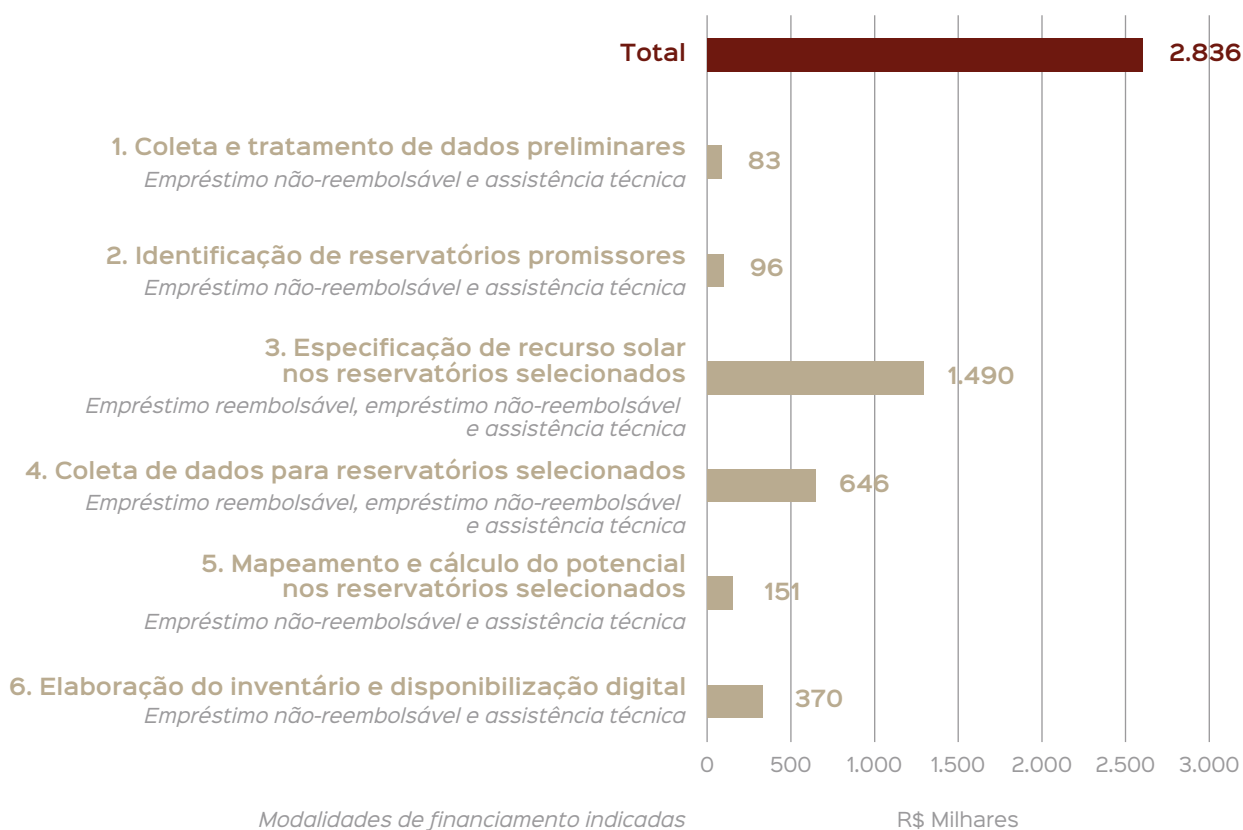
- Cruzamento dos dados dos reservatórios com restrições espaciais;
- Definição das áreas disponíveis para instalação dos painéis solares FV;
- Desenvolvimento de pré-projeto;
- Cálculo do potencial de geração de energia.

6 Elaboração do Inventário e disponibilização digital

- Elaboração do inventário do potencial de energia solar FV flutuante;
- Criação de plataforma digital para disponibilização da base de dados e resultados finais do inventário;
- Transferência da plataforma para Instituto Federal de Pesquisa.

Custo de implementação e modalidades de suporte indicadas

Figura 12 | Custo do PAT de energia solar fotovoltaica flutuante



Informações complementares

EPE: Solar Fotovoltaica Flutuante

World Bank Group: Where Sun Meets Water: Floating Solar Handbook for Practitioners

Para mais informações acessar o documento “Plano de Ação Tecnológica para os setores do sistema energético, agricultura, florestas e outros usos da terra”.

Acesse também os documentos “Diretrizes de financiamento para as tecnologias e Plano de Ação Tecnológica do Projeto TNA_BRAZIL” e “Guia eletrônico das opções de financiamento para as tecnologias priorizadas no Projeto TNA_BRAZIL”.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. Diretrizes de financiamento para as tecnologias e plano de ação tecnológica do projeto TNA_BRAZIL. Brasília: MCTIC, 2021a. Disponível em: http://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/ciencia/SEPED/clima/tna_brazil/tna_brazil.html. Acesso em: 10 jan. 2021.

MCTIC, 2017. Trajetórias de mitigação e instrumentos de políticas públicas para alcance das metas brasileiras no acordo de Paris.

_____, 2017. Modelagem integrada e impactos econômicos de opções setoriais de baixo carbono.

_____, 2017. Modelagem setorial de baixo carbono para Agricultura, florestas e outros usos do solo (Afolu).

_____, 2017. Modelagem setorial de baixo carbono para o setor de biocombustíveis.

_____, 2018. Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação para o Clima.

MCTI, 2021a. Plano de Ação Tecnológica para o desenvolvimento e difusão de tecnologias mitigadoras de emissões dos setores do sistema energético, agricultura, florestas e outros usos do solo. In press. Brasília: MCTI, 2020.

_____, 2021b. Diretrizes de financiamento para as tecnologias e Plano de Ação Tecnológica do Projeto TNA_BRAZIL. In press. Brasília: MCTI, 2020.

MCTI, 2021c. BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. Guia eletrônico das opções de financiamento para as tecnologias priorizadas no projeto TNA_BRAZIL. Brasília: MCTIC, 2021b. Disponível em: http://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/ciencia/SEPED/clima/tna_brazil/tna_brazil.html. Acesso em: 10 jan. 2021.

_____, 2021. Guia eletrônico das opções de financiamento para as tecnologias priorizadas no Projeto TNA_BRAZIL. Disponível em: <sirene.mctic.gov.br>.



www.sitawi.net