

# 1. PROJETO MG-LSN-002 – PROVA DE CONCEITO PROCESSO TCR80 LAGOA SANTA/CONFINS-BH AIRPORT

## CONTEXTUALIZAÇÃO

### PLANO DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS

O desenvolvimento sustentável é um dos maiores desafios para a sociedade moderna, tendo a ONU aprovado em sua assembleia a Agenda 2030 - Metas do Desenvolvimento Sustentável. No que tange a Gestão dos Resíduos Sólidos, o desafio começa na conscientização ambiental, promovendo a redução do consumo e diminuição da geração excessiva dos resíduos sólidos, evitando desperdícios, e orientando sobre a disposição final ambientalmente correta do que não se pode ser aproveitado.

Devido à grande geração de resíduos, sua adequada separação e coleta segregada é de fundamental importância para que ocorra a diminuição do volume de resíduos destinados ao aterro sanitário. Com isso, torna-se essencial seguir as normas estabelecidas pelas legislações vigentes e mecanismos propostos pelos municípios, dando um fim correto a todos os tipos de resíduos, de forma a minimizar os problemas ambientais.

A gestão de resíduos sólidos deve ocorrer para resíduos de diferentes origens: domiciliares, de limpeza urbana, comerciais e de prestadores de serviços, de serviços públicos de saneamento, industriais, de serviços de saúde (RSS), de construção civil (RCC), agrossilvopastoris, de serviços de transportes e de mineração.

Os resíduos constituem-se em fontes de degradação para o meio ambiente, podendo trazer riscos à saúde e à vida, caso não sejam destinados corretamente. Os aterros públicos, mesmo que planejados, muitas vezes não comportam a grande geração de lixo, tornando este método muitas vezes ineficaz. Nos países desenvolvidos já há uma conscientização sobre a redução da geração dos resíduos, sendo a coleta seletiva o principal esforço empreendido (MOREIRA, 2001).

Desta forma, torna-se cada vez mais evidente que o gerenciamento adequado dos resíduos sólidos e a produção sustentável podem minimizar significativamente os impactos ao ambiente e à saúde.



A Lei nº 11.445/2007 define manejo de resíduos sólidos como um conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas.

O Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos - PGIRS - é um dos mais importantes instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos, definida pela Lei nº 12.305 de 05 de agosto de 2010.

Com o advento da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), a partir do ano de 2010, regulamentado pelo Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010, o Brasil começou a dispor de uma base constitucional que tem por objetivo incorporar os diferentes setores tanto econômicos quanto empresariais envolvidos na gestão de resíduos sólidos, além de garantir maior destaque aos catadores de materiais recicláveis e reutilizáveis (PHILIPPI, 2012).

Além disso, a PNRS dispõe da seguinte ordem de prioridade no gerenciamento dos resíduos: não geração; redução; reutilização; reciclagem; tratamento dos resíduos; e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Essa Política reúne o conjunto de princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações adotadas pelo Governo Federal, isoladamente ou em regime de cooperação com Estados, Distrito Federal, Municípios ou particulares, com vistas à gestão integrada e ao gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos (Art. 4º, lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010).

Ao se avaliar o conceito original proposto pela PNRS, tem-se uma abordagem voltada para a busca de soluções direcionadas aos resíduos sólidos, abrangendo questões de ordem política, econômica, ambiental, cultural e social, tendo como enfoque principal o desenvolvimento sustentável (PHILIPPI, 2012).



Segundo a (PNRS), consumidores, fabricantes, distribuidores, comerciantes, importadores e governo são responsáveis pelos produtos desde a produção até o descarte, ou seja, pelo ciclo de vida dos produtos. Os fabricantes, distribuidores, comerciantes e importadores terão o desafio de implementar a Logística Reversa.

A Logística Reversa é um instrumento de desenvolvimento econômico e social que permite a coleta do que foi consumido e sua restituição ao setor empresarial, para reaproveitamento no mesmo ciclo produtivo ou em outros. Trata-se do caminho de volta que o produto percorre após ser vendido e consumido.

A PNRS definiu no artigo 33 os seguintes sistemas de logística reversa obrigatórios: 1) agrotóxicos, seus resíduos e embalagens; 2) pilhas e baterias; 3) pneus; 4) óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens; 5) lâmpadas fluorescentes, e vapor de sódio, mercúrio e de luz mista; 6) produtos eletroeletrônicos e seus componentes; 7) embalagens em geral (plásticas, metálicas ou de vidro).



Referências:

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PGRS: Instrumento de Responsabilidade Socioambiental na Administração Pública**. Brasília, 2014.  
MOREIRA, Maria Suely. **Estratégia e Implantação do Sistema de Gestão Ambiental**. Modelo ISO 14000. Belo Horizonte: Editora DG, 2001.  
PHILIPPI JR, Arlindo. **Política nacional, gestão e gerenciamento de resíduos sólidos**. Barueri-SP: Manole, 2012.

## 1.1. OBJETIVO

Prova de conceito para introdução de tecnologia inovadora no tratamento do lixo municipal, processo TCR – Reforma Termo Catalítica, visando a redução do custo operacional das prefeituras no atendimento às exigências do Plano Nacional de Resíduos Sólidos, o prolongamento da vida útil dos aterros sanitários existentes, e a redução do custo de iluminação pública.

O processo TCR permite a conversão de lixo urbano triado, resíduos agrícolas pré-tratados e lodo do esgotamento sanitário em três co-produtos: bio-óleo, gás de síntese e bio-carvão resíduos, contribuindo para as metas de mitigação dos gases efeito estufa (GEE) do NDC Brasil do Acordo de Paris, e criando condições propícias para transformação do BH Airport em “aeroporto verde”, com vôos internacionais de baixo carbono previstos no CORSIA – Carbon Offsetting Reduction Scheme for International Aviation da ICAO a partir de 2021.

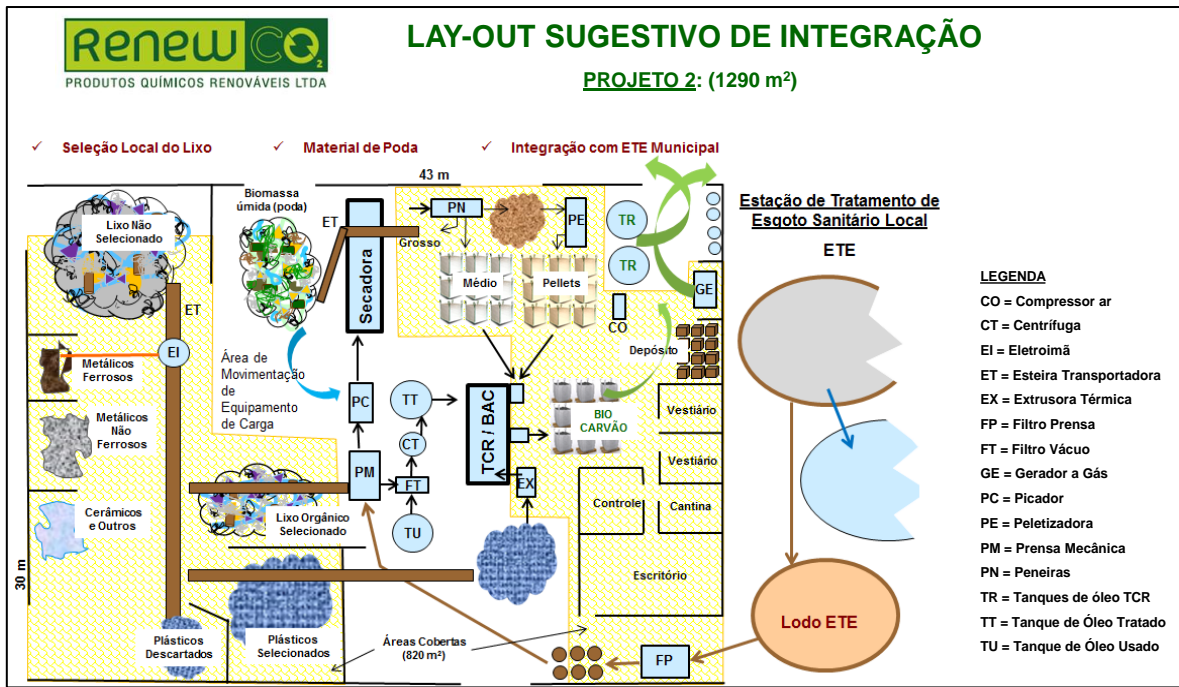
O projeto prevê a importação de um sistema TCR80 completo (TCR30, BAC50), e unidade de geração de energia a partir de gás de síntese em contêineres da

Susteen de Sulzbach-Rosenberg, Alemanha, como plataforma de pesquisa e desenvolvimento para validar a eficiência na destinação dos resíduos sólidos do lixo urbano, lodo do esgotamento sanitário, resíduos da poda municipal, resíduos agrícolas da região, e a introdução do conceito de Economia Circular e produção futura de “diesel verde” a partir de processo específico de biorefino do bio-óleo cru.

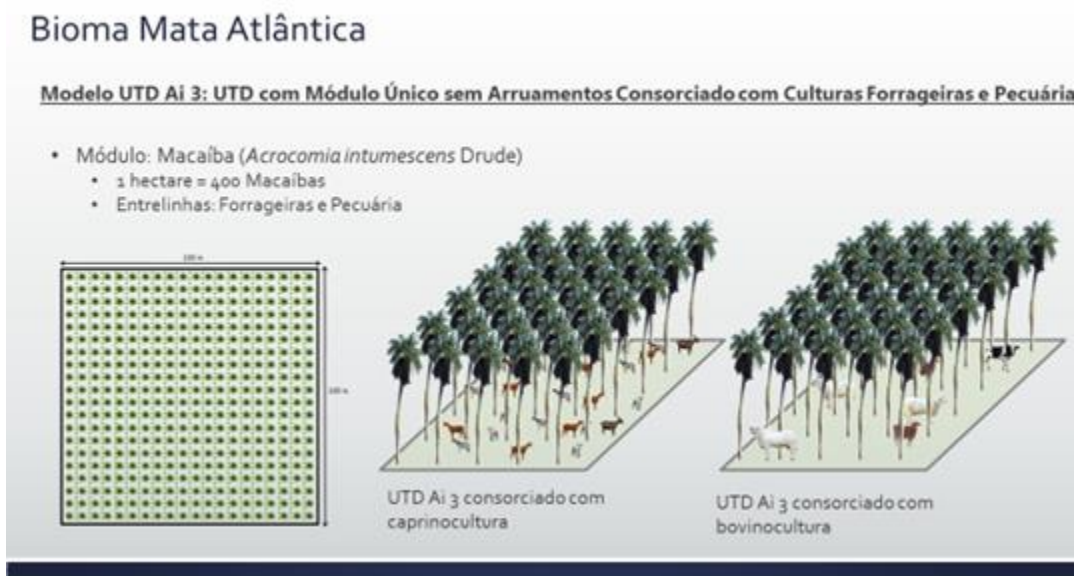
Nesta plataforma serão conduzidos testes de validação de matérias primas nacionais, e caracterização dos coprodutos e registro do rendimento do processo TCR por matéria prima/coprodutos por instituições de pesquisa parceiras do projeto (Embrapa Agroenergia e UFMG).

O bio-óleo cru resultante do processo será testado em um veículo da frota terrestre do BH Airport, e em um veículo da frota do Centro de Manutenção da GOL Linhas Aéreas Inteligentes junto ao BH Airport, para validação de seu uso em mistura com o diesel fóssil, o gás de síntese do processo com alto teor de hidrogênio será validado para geração de energia elétrica para o “grid” visando redução dos custos da iluminação pública de Lagoa Santa, Confins, ou custos de energia do BH Airport, e o bio-carvão para fertilização do solo em projetos de consorciamento da Macaúba com culturas alimentares junto à Agricultura Familiar dos Municípios de Lagoa Santa e Confins.

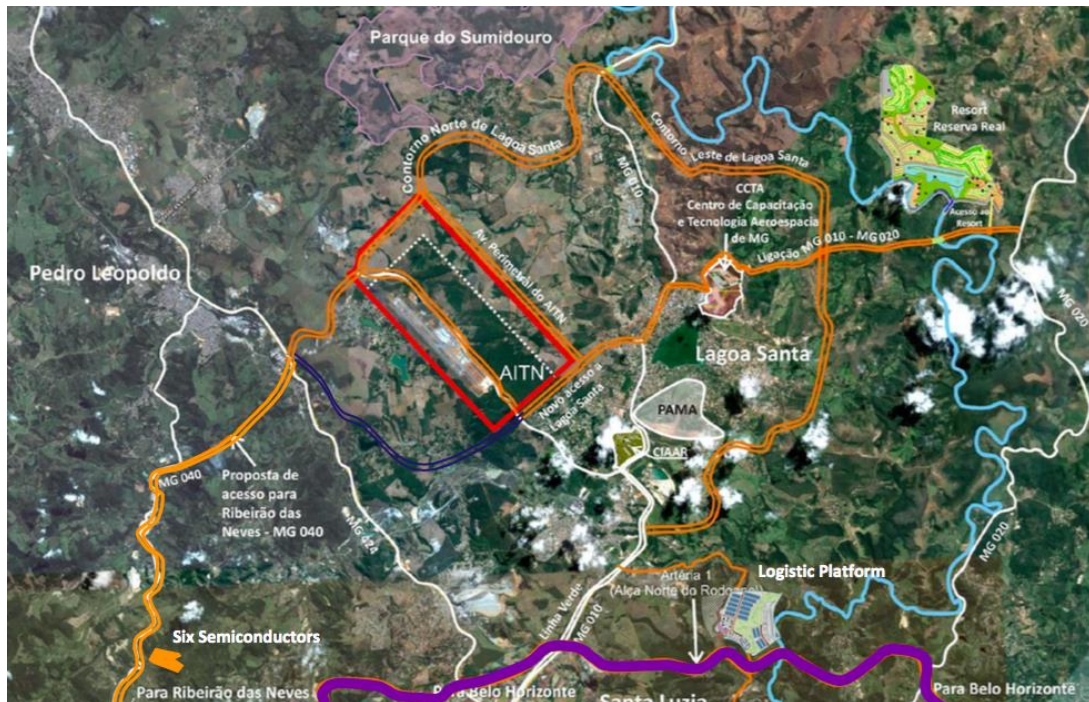
Objetivando otimizar o processo de coleta, triagem e beneficiamento de cada biomassa, será desenvolvido um sistema de pré-tratamento e condicionamento da biomassa com tecnologia nacional para ampliação do escopo da ASCAMARE, gerando novos empregos, estabelecendo o modelo de um sistema de tratamento de resíduos sólidos e líquidos, com definição do rendimento a partir de um “mix” local de matérias primas residuais para o desenvolvimento regional sustentável através da bioeconomia.



Para integração com a cadeia de produção de biomassa sustentável da Plataforma Mineira de Bioquerosene e Renováveis, o projeto prevê a implantação de uma UTD – Unidade Técnica de Demonstração, consorciando a Macaúba (*Acrocomia aculeata*) com culturas de ciclo curto e o uso intensivo da Tecnologia da Informação e Comunicação para inclusão digital das comunidades e utilização de IoT – Internet das Coisas na gestão dos processos.

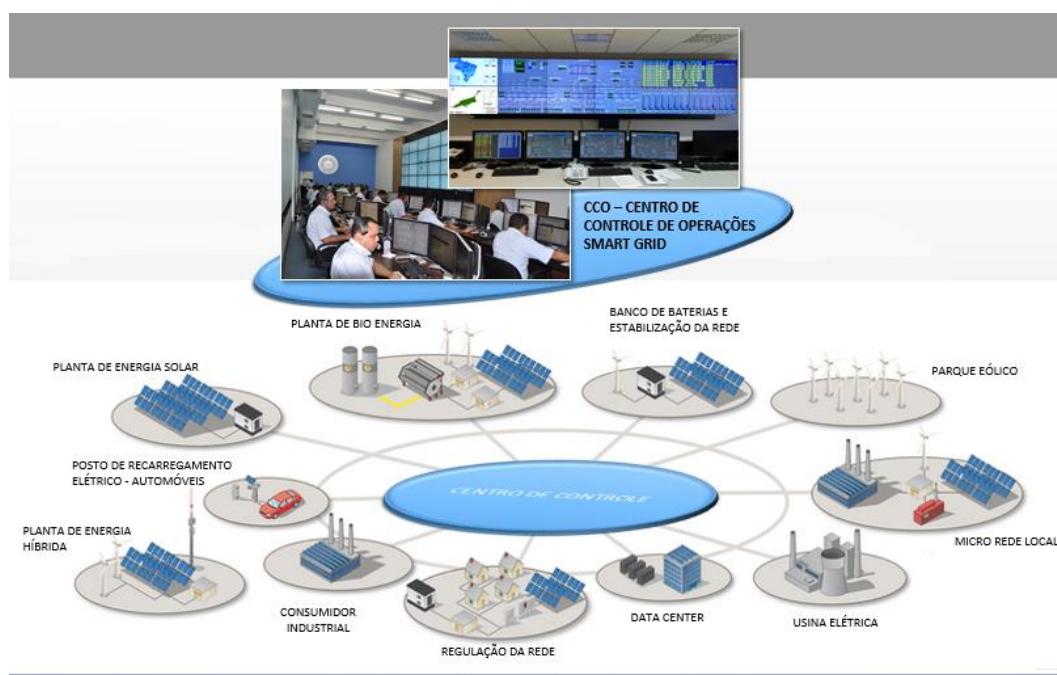


Tendo em vista a necessidade de compensações ambientais do BH Airport geradas pela ampliação do complexo aeroportuária, o projeto propõe a implantação de um hectare no modelo de UTD, e o estudo do uso da Macaúba na remediação ambiental da área de compensação prevista pela construção da segunda pista do complexo. Esta alternativa permitiria desenvolver cooperativa da agricultura familiar regional para implantação, manejo e trato da área de compensação, com exploração extrativista do plantio da Macaúba, em projeto a ser submetido ao IEF para aprovação.



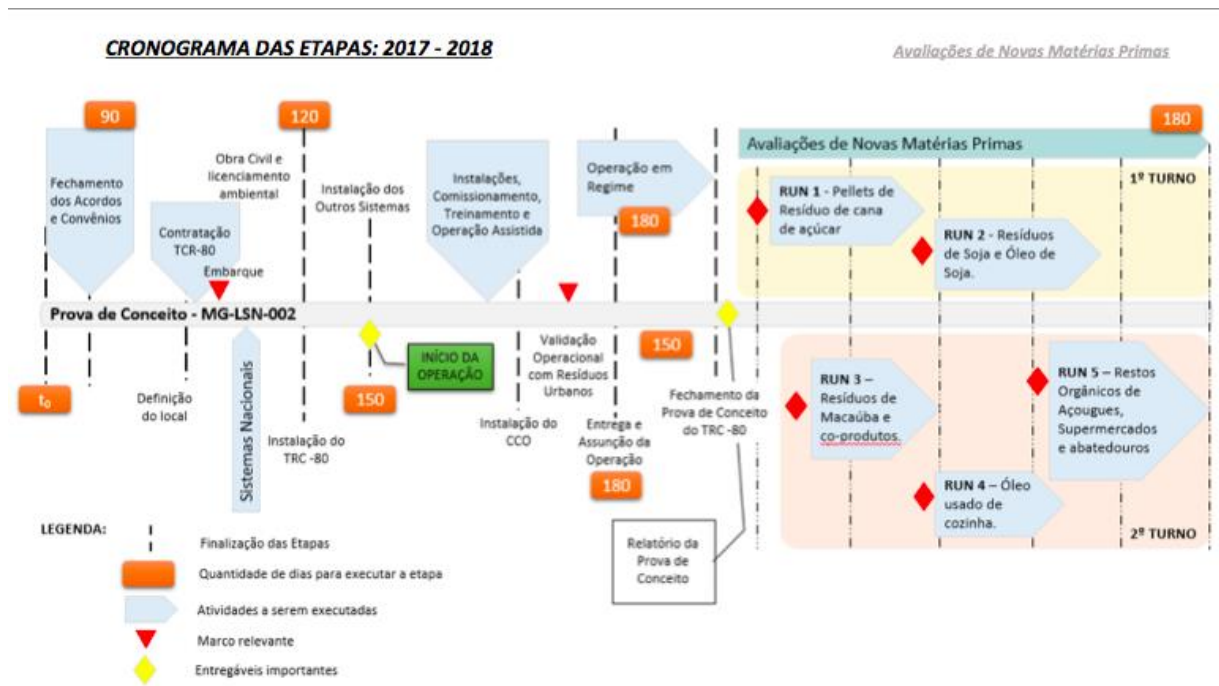
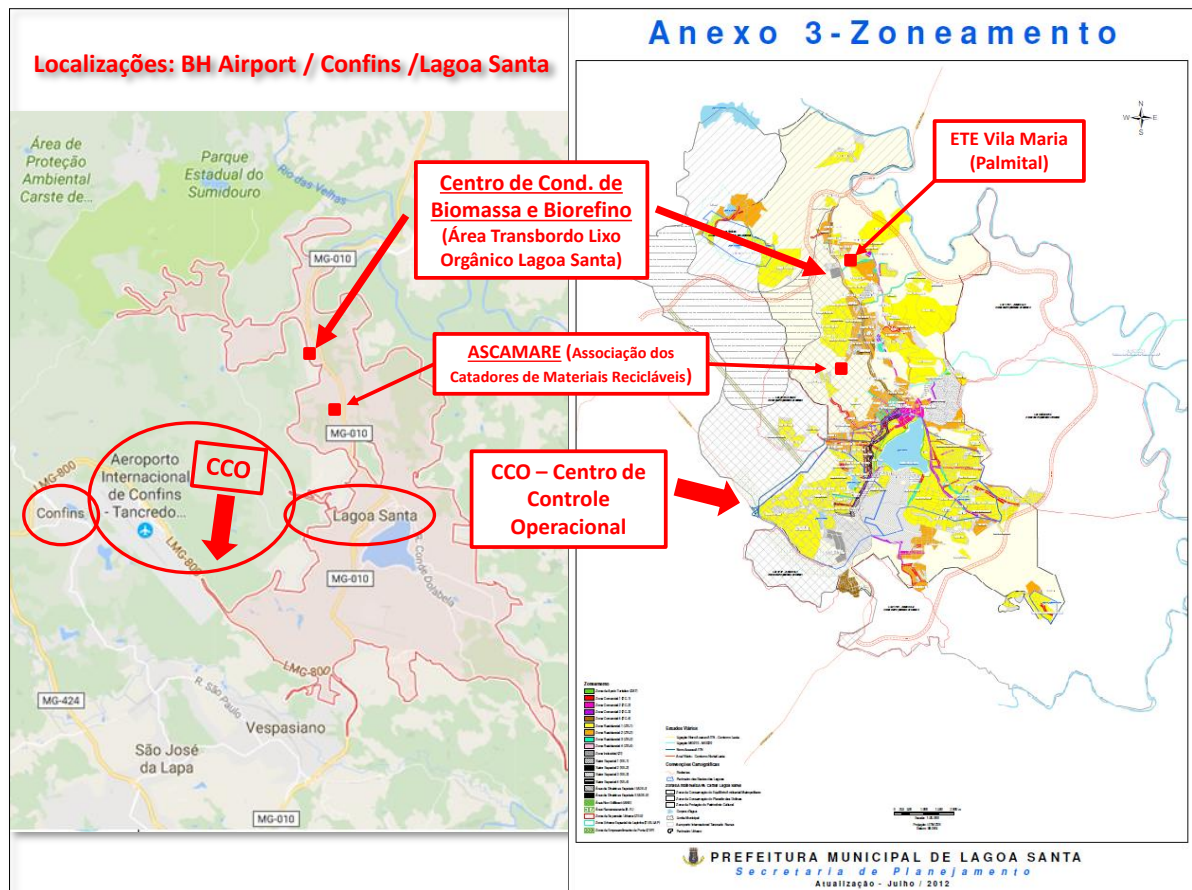
Capacitação e treinamento de mão de obra especializada na operação do sistema TCR80.

Para maior visibilidade do projeto, propõe-se a instalação de um Centro de Controle Operacional do projeto, no BH Airport, aberto à visitação pública, para demonstração do programa colaborativo BH Airport e comunidades, apoiando medidas ambientais e o desenvolvimento sustentável da região.



Baseado nas oportunidades desta transição da petroeconomia para a Economia Verde e na melhor aplicação do conceito da Economia Circular, este projeto visa a validação do processo TCR – Reforma Termo Catalítica da Fraunhofer/Susteen para:

- Processamento do lixo urbano e resíduos agrícolas de Lagoa Santa/ Confins, lixo do BH Airport, e de outros complexos industriais da região metropolitana de Belo Horizonte.
- Produção de hidrocarbonetos (diesel verde e bioquerosene de aviação) a partir do bio-óleo do processo, posicionando o projeto no uso de matérias primas residuais de baixo custo para viabilizar a produção competitiva do diesel verde e do bioquerosene de aviação.





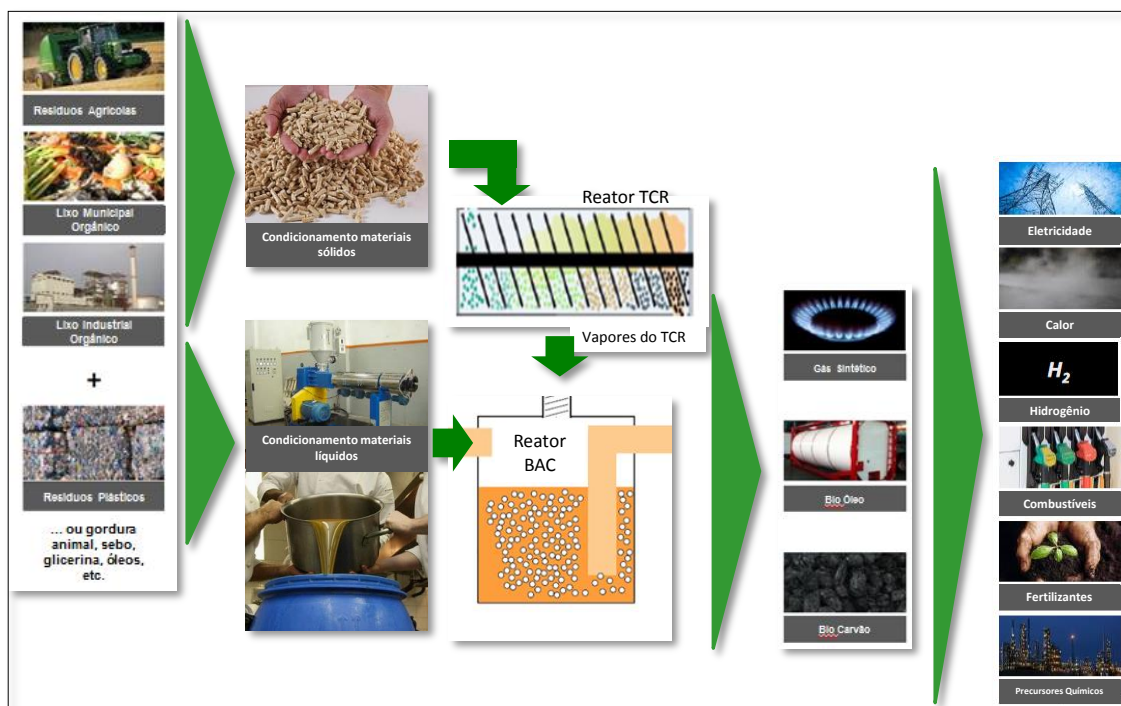
### ***1.1.1. TCR – Reforma Termo Catalítica***

No conceito da Economia Circular, resíduos vegetais de poda, resíduos agrícolas, juntamente com parcelas do lixo urbano dos municípios, podem ser aproveitados como matéria prima para processamento e conversão por sistemas de reforma catalítica TCR/BAC em bio-óleo, gás de síntese, e bio-carvão.

A RenewCo selecionou esta tecnologia inovadora pela sua tríplice função no desenvolvimento sustentável dos municípios:

- Resolução do problema dos lixões dos municípios processamento dos resíduos orgânicos do lixo urbano e dos resíduos agrícolas, incentivando a coleta seletiva, estendendo a vida útil dos aterros sanitários, eliminação do chorume, reduzindo o custo da disposição do lixo, com pleno atendimento das exigências do Plano Nacional dos Resíduos Sólidos;
- Redução do custo da iluminação pública pela geração de energia do gás de síntese produzido pelo processo
- Inclusão social pela geração de novos empregos na triagem do lixo orgânico para produção de energia renovável – geração de emprego e renda

Diante do interesse da Prefeitura e do BH Airport no projeto, e face ao apoio que BH Airport vem dando à Associação dos Catadores de Material Reciclável – ASCAMARE, propõe-se a instalação da prova de conceito em Lagoa Santa, MG, integrada ao conceito do Centro de Tecnologia e Capacitação Aeroespacial de Minas Gerais, criando um modelo colaborativo de desenvolvimento sustentável para ser replicado em outras regiões (MDS2030).

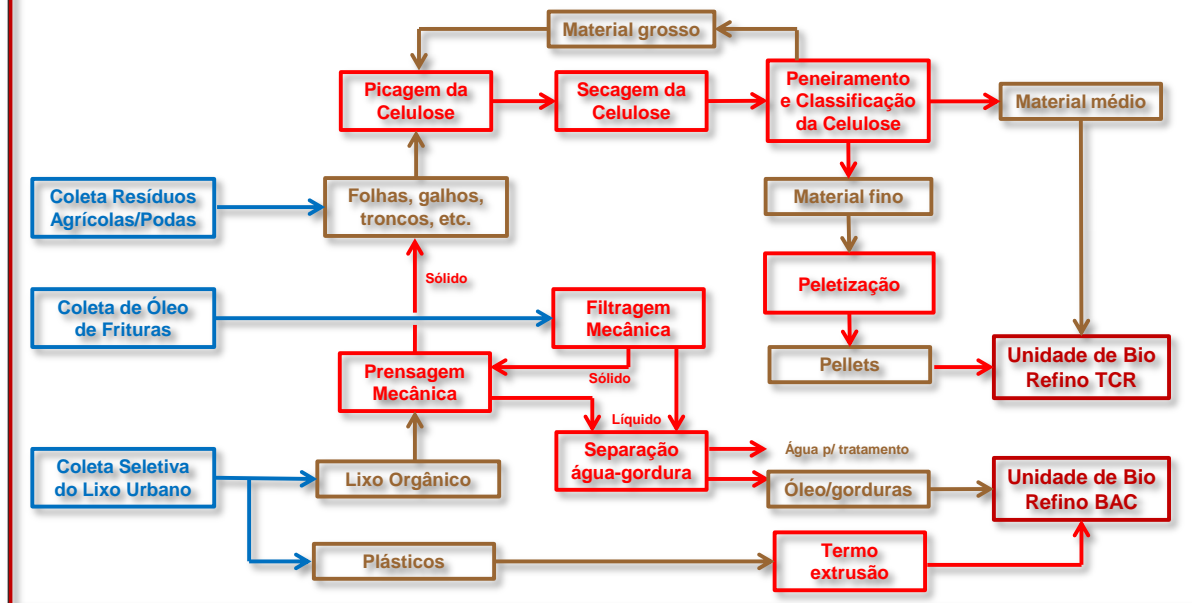


### 1.1.2. Centro de Processamento de Biomassa e Biorefinaria na Lagoa Santa, MG

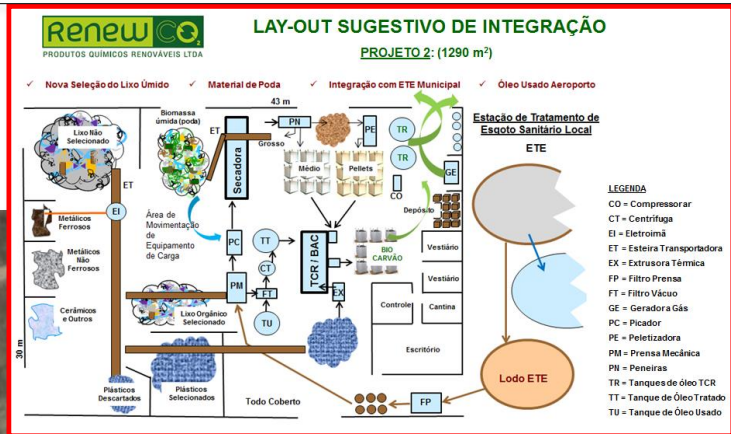
O Centro de Processamento de Biomassa visa o pré-tratamento dos resíduos sólidos e líquidos para adequá-los às necessidades do processo TCR e permitir o processamento pelo sistema TCR80.

- Alternativa A do site para abrigar o Centro de Processamento de Biomassa e Biorefinaria (CBB) de Lagoa Santa poderá provisoriamente no site de transbordo da CAVAN, coletora de lixo do Município de Lagoa Santa, para abrigar a seleção, trituração, secagem, peletização em uma Unidade de Pré-tratamento e Condicionamento de Resíduos para alimentar a Unidade de Biorefinaria Termo Catalítico TCR30 (30 kg / hora de material sólido) acoplado a um Reator de Craqueamento Biocatalítico (BAC) (50 kg/hora de material orgânico líquido).

**Unidade de Condicionamento de Resíduos Orgânicos**



**CAVAN: Área Industrial de Transbordo do Lixo Orgânico**  
(Instalação do Centro de Cond. de Biomassa e BioRefino)



- Alternativa B do site no terreno da Prefeitura de Lagoa Santa, previamente destinado ao aterro sanitário, com a vantagem de uma instalação definitiva para o Centro de Processamento, dentro de um acordo de comodato com a Prefeitura.



- Alternativa C – imóvel da CODEMIG na região

### ***1.1.3. Integração da ASCAMARE – Associação dos Catadores de Material Reciclável***

Propõe-se que a triagem e pre-tratamento da unidade de condicionamento de biomassa seja operada pela ASCAMARE dentro de um escopo de ampliação de sua coleta atual da material reciclável.



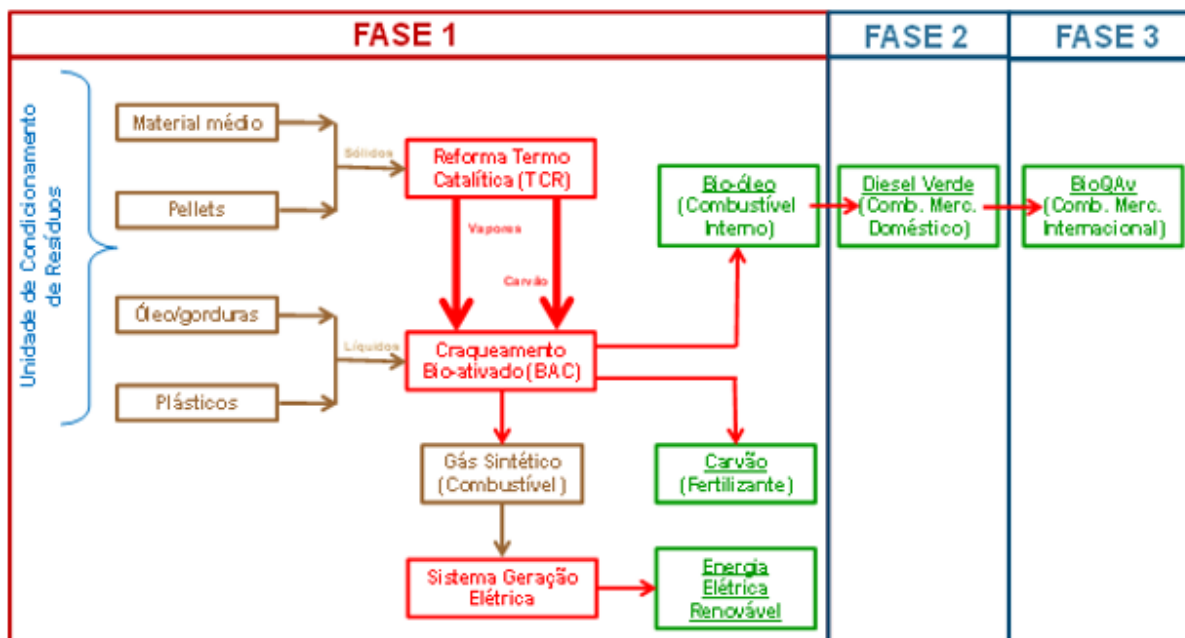
ASCAMARE – Associação dos Catadores de Materiais Recicláveis

O Lixo Orgânico passará por um sistema de prensagem mecânica separando o material sólido do líquido, composto por água e gorduras. O material sólido seguirá para o picador e a gordura, separada da água, se juntará no separador com o óleos e gorduras residuais (OGR) coletados na região. Todo esse material gorduroso (lipídios) será alimentado também ao reator BAC. Os resíduos vegetais advindos da agricultura regional e poda municipal, tais como folhagem, engaços troncos, etc., serão inicialmente picados e passarão por um processo de secagem (natural em um terreiro, ou usando o calor do processo) para um teor de até 20 % de umidade, peneirado e classificado para o tamanho médio ideal (2 a 13 mm) para uso no reator TCR.

O material sólido condicionado segundo as especificações em termos de tamanho e umidade é inserido no reformador termo catalítico (TCR) que produzirá vapores de hidrocarbonetos e carvão com alta porosidade que serão transferidos para o reator de craqueamento bio-ativado (BAC), alimentado complementarmente com a fração líquida de plásticos fundidos, óleos e gorduras residuais.

Os plásticos separados (excetuando o PVC) serão fundidos por uma extrusora térmica, alimentando diretamente o reator BAC.

### **Unidade de Biorefino Termo Catalítico: Fases de Obtenção dos Produtos**



**Fase 1** – uso do bio-óleo diretamente na frota terrestre do BH Airport e na planta de manutenção da GOL, em mistura até 20% com o fóssil (2018)

**Fase 2** – definição do mix de matérias primas para obtenção de bio-óleo com caracterização adequada para biorefinaria em diesel verde. Conduzir testes específicos com resíduos agrícolas da cultura da soja e óleo de soja, resíduos agrícolas da macaúba e óleo da macaúba, resíduos de eucalipto, resíduos da cana de açúcar, com parceiros locais (2019).

**Fase 3** – hidrotratamento do diesel verde para obtenção do bioquerosene (2023)

As fases 2 e 3 estão contempladas no projeto MG-LSN-003, na forma de uma plataforma colaborativa altamente integrada (“from research to fly”), para a produção de diesel verde e bioquerosene de aviação a partir do refino do bio-óleo produzido pelo projeto MG-LSN-002 para os segmentos de transporte aéreo, focando na aviação comercial e militar, apoiado pela P&D da Rede Brasileira de Pesquisa em Bioquerosene e Hidrocarbonetos Renováveis ora em gestação.

Para o TCR80 (30 +50), considerando uma operação de 2 turnos por 3 meses iniciais e a partir do 4 mês, entramos em operação com 1 turno, conforme quadro abaixo, gerando três produtos neste sistema de biorefinaria:

Capacidade de Produção	90 Dias	
	2 Turno	1 Turno
Carvão Vegetal (ton/mês)	4,44	2,22
Bio-óleo TCR (ton/mês)	9,44	4,72
Gás Sintético (ton/mês)	8,89	4,44

#### 1.1.4. Benefícios esperados:

- a) Redução dos custos de destinação dos resíduos sólidos das Prefeituras de Lagoa Santa e Confins, e pleno atendimento das exigências do Plano Nacional de Resíduos Sólidos;
- b) Redução dos custos de iluminação pública das prefeituras aproveitando o gás de síntese resultante da conversão de lixo urbano para geração de energia para o “grid”, no conceito da Economia Circular;
- c) Instalação do programa “Zero Waste to Landfill” no complexo aeroportuário do BH Airport e nos distritos industriais da região;
- d) “Road map Aeroporto Verde” para adequação da infraestrutura e procedimentos de “blending” com o consórcio distribuidor do BH Airport para atendimento ao programa CORSIA da ICAO, permitindo condições para voos internacionais de baixo carbono a partir de 2021;
- e) Modelo de cadeia altamente integrada, colaborativa, e participativa com todos os atores do governo, iniciativa privada, para o desenvolvimento regional sustentável baseado na bioeconomia, orientada segundo as Metas do Desenvolvimento Sustentável (MDS 2030) da ONU.