



BIOMASSA NA INDÚSTRIA DE ENERGIA: POTENCIAL DO ESTADO DE MATO GROSSO

NIPE - Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP

MAURO DONIZETI BERNI

mberni@unicamp.br

Cuiabá, 24/05/2016



NIPE-UNICAMP



POTENCIAL DA GERAÇÃO DE MATERIAIS LIGNOCELULÓSICOS (derivados da Biomassa) -Estado de MATO GROSSO-

Mato Grosso principal polo brasileiro de produção agropecuária.

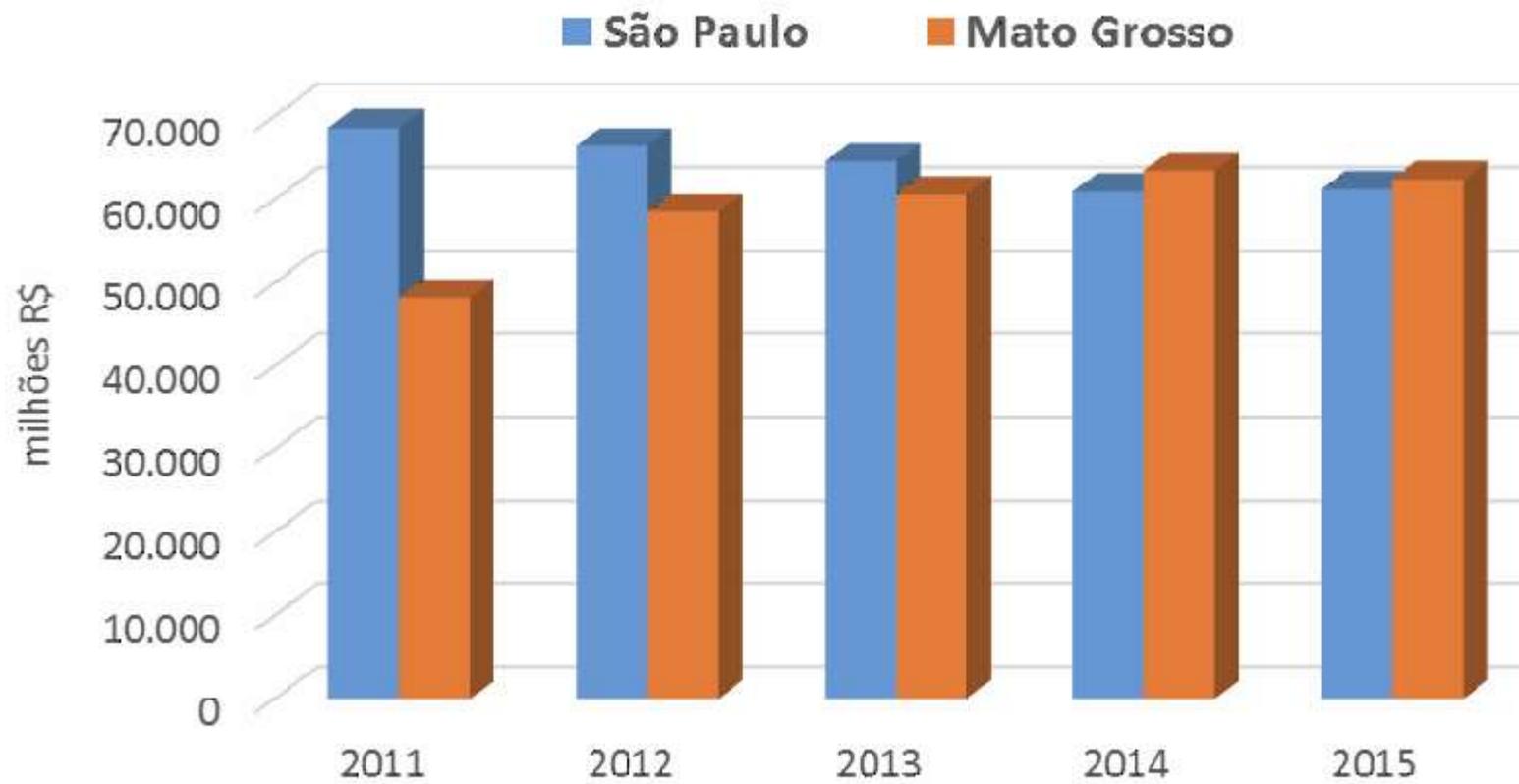
Mato Grosso lidera o ranking do Valor Bruto da Produção Agropecuária (VBP) Maior que estado S. Paulo.



VBP Agropecuária MT e SP

MT (2015) VBP = R\$ 62,37 bilhões

SP (2015) VBP = R\$ 61,21 bilhões



Fonte: SPA/MAPA



MT – Potenciais Fontes de Biomassa -

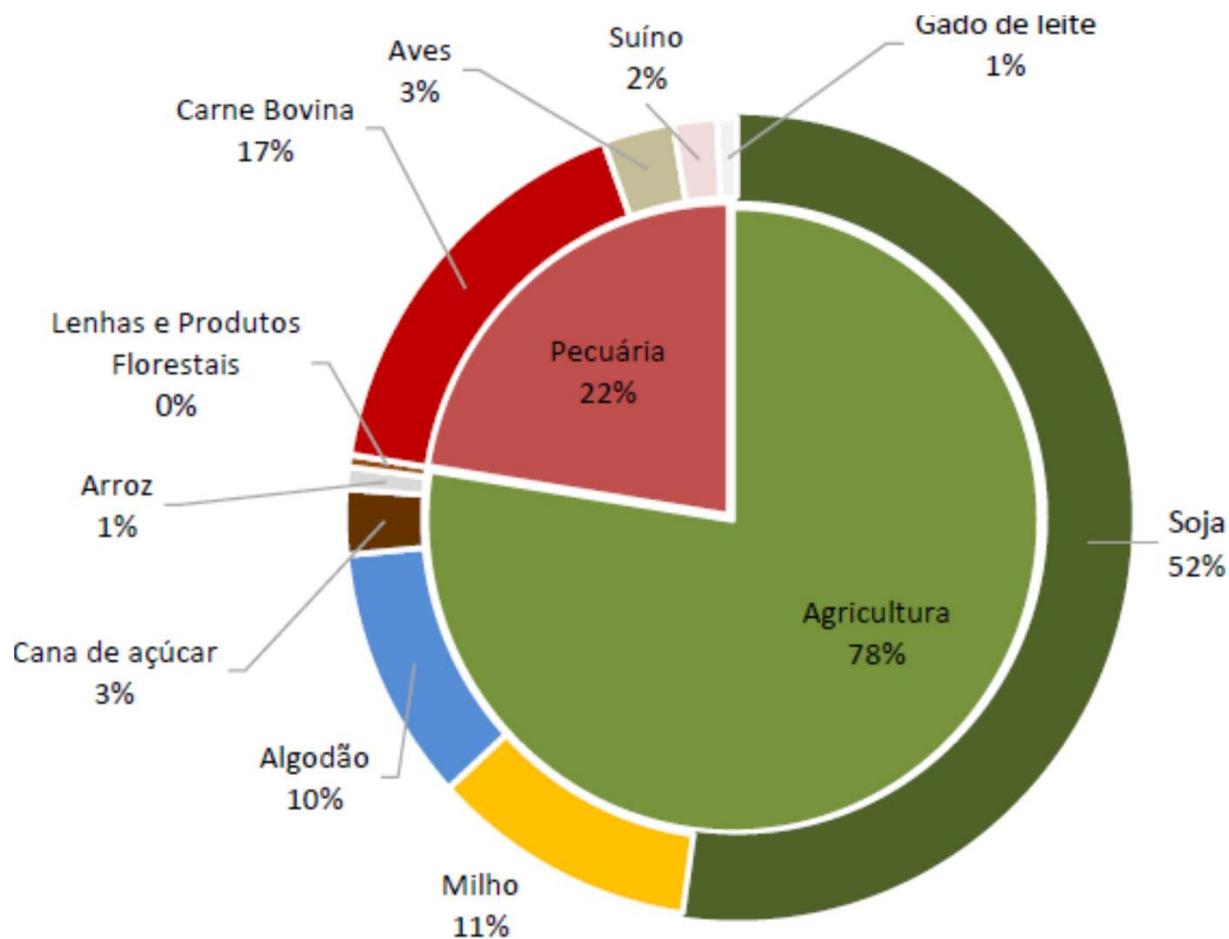
Soja, milho, algodão, cana de açúcar e arroz representaram 72% do VBP em 2015 .

Previsão

2016:

Soja, milho, algodão, cana de açúcar e arroz : 77% do VBP em 2016.

Lenhas e produtos florestais = 0%



Biomassa e Bioenergia -biorrefinaria-

A biomassa é matéria-prima para a bioenergia

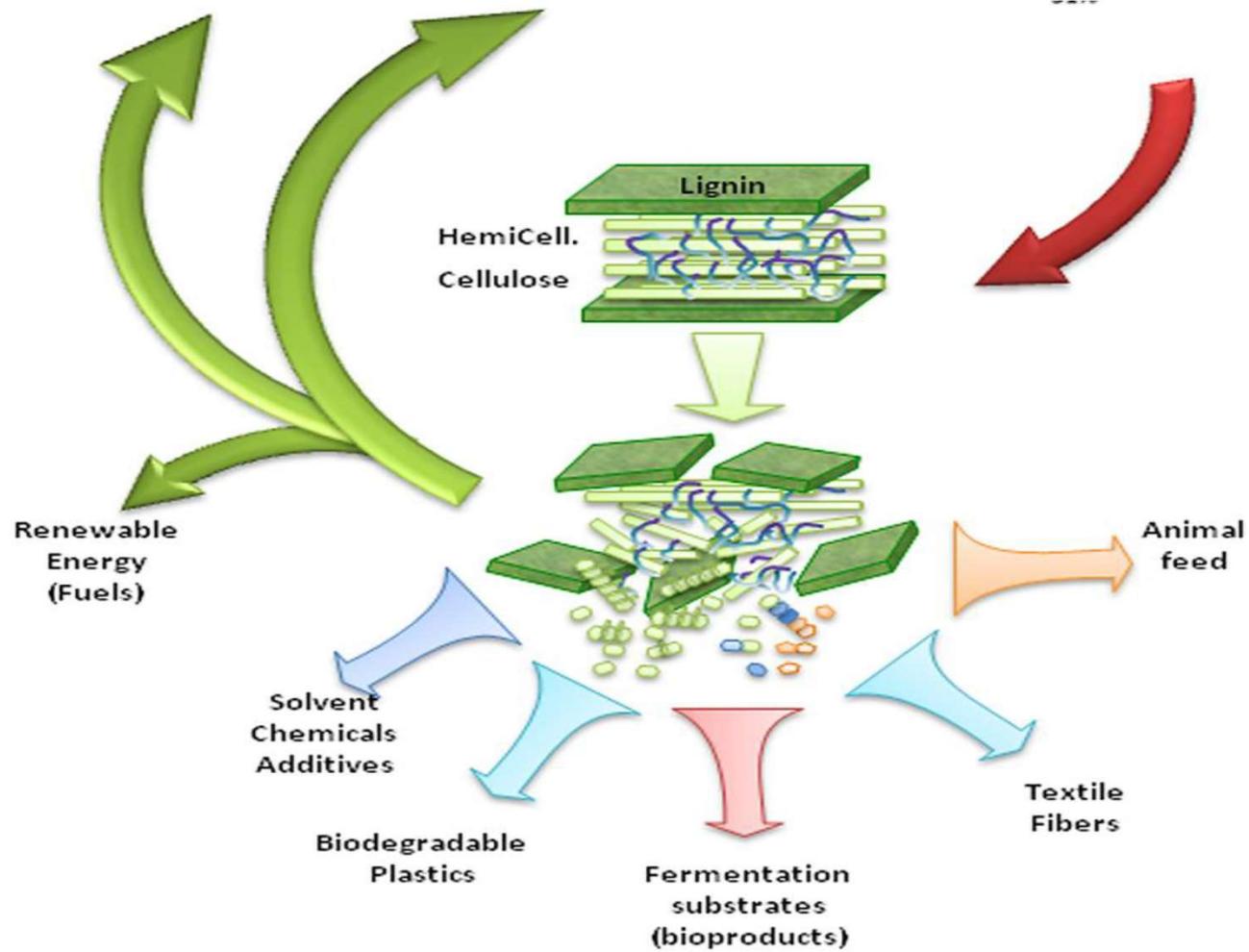
Transformações até o uso final da energia: biocombustíveis (biodiesel e álcool/etanol), biogás (resíduos agrícolas ou urbanos), carvão vegetal ou mesmo blocos aglomerados de resíduos vegetais (briquetes e pellets).

MT: A questão relevante situa-se no contexto de acesso e uso final da energia (térmica, elétrica e outras) em regiões isoladas e com potencial de resíduos derivados da BIOMASSA.

MT : tem a vantagem de um setor agrícola que pode suprir de matéria-prima lignocelulósica a produção de calor e potência no conceito de BIORREFINARIA com GD.

MT: papel ímpar em atividades do setor primário da economia do país, através da produção de Soja, Milho, Algodão, Cana de Açúcar e Arroz.

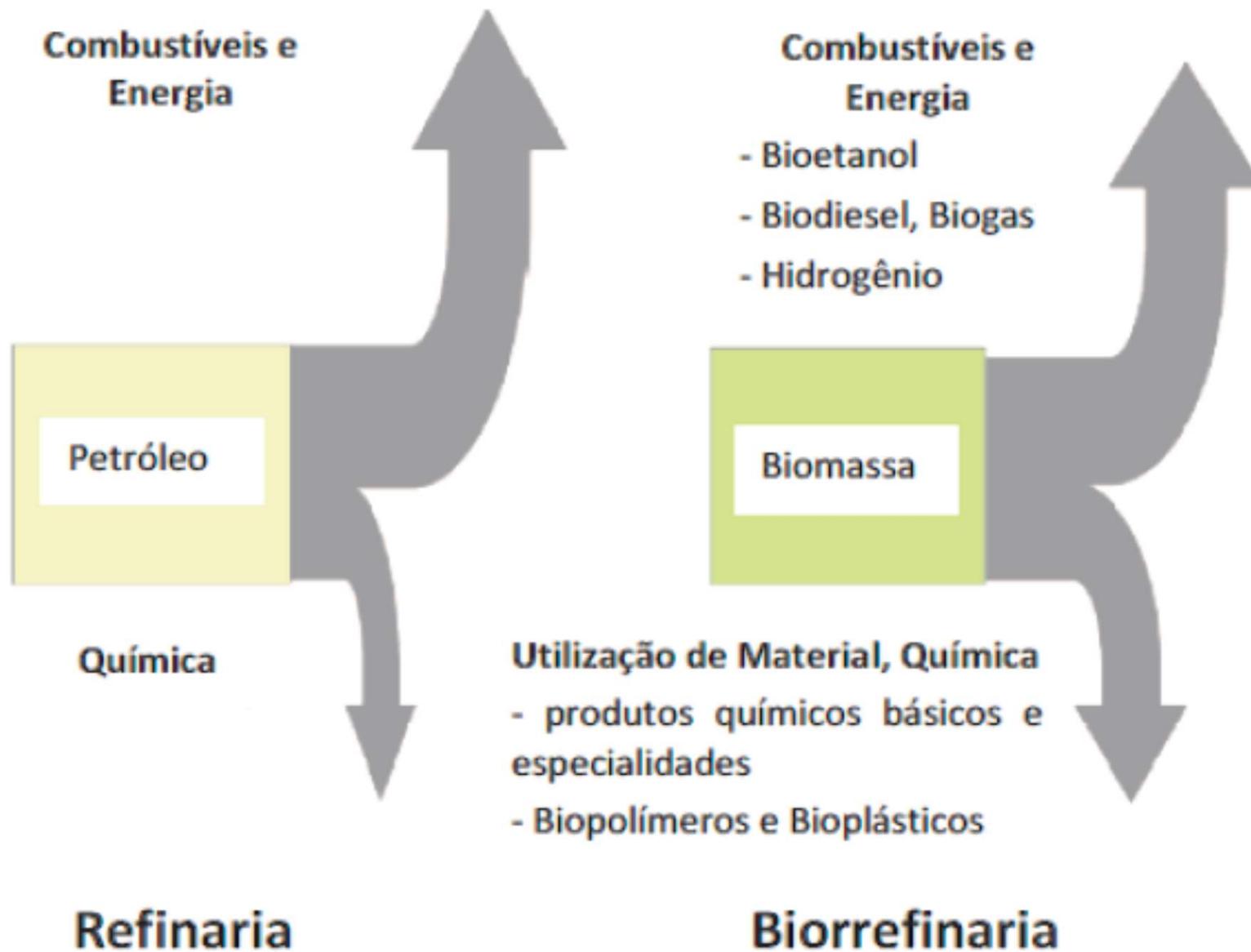




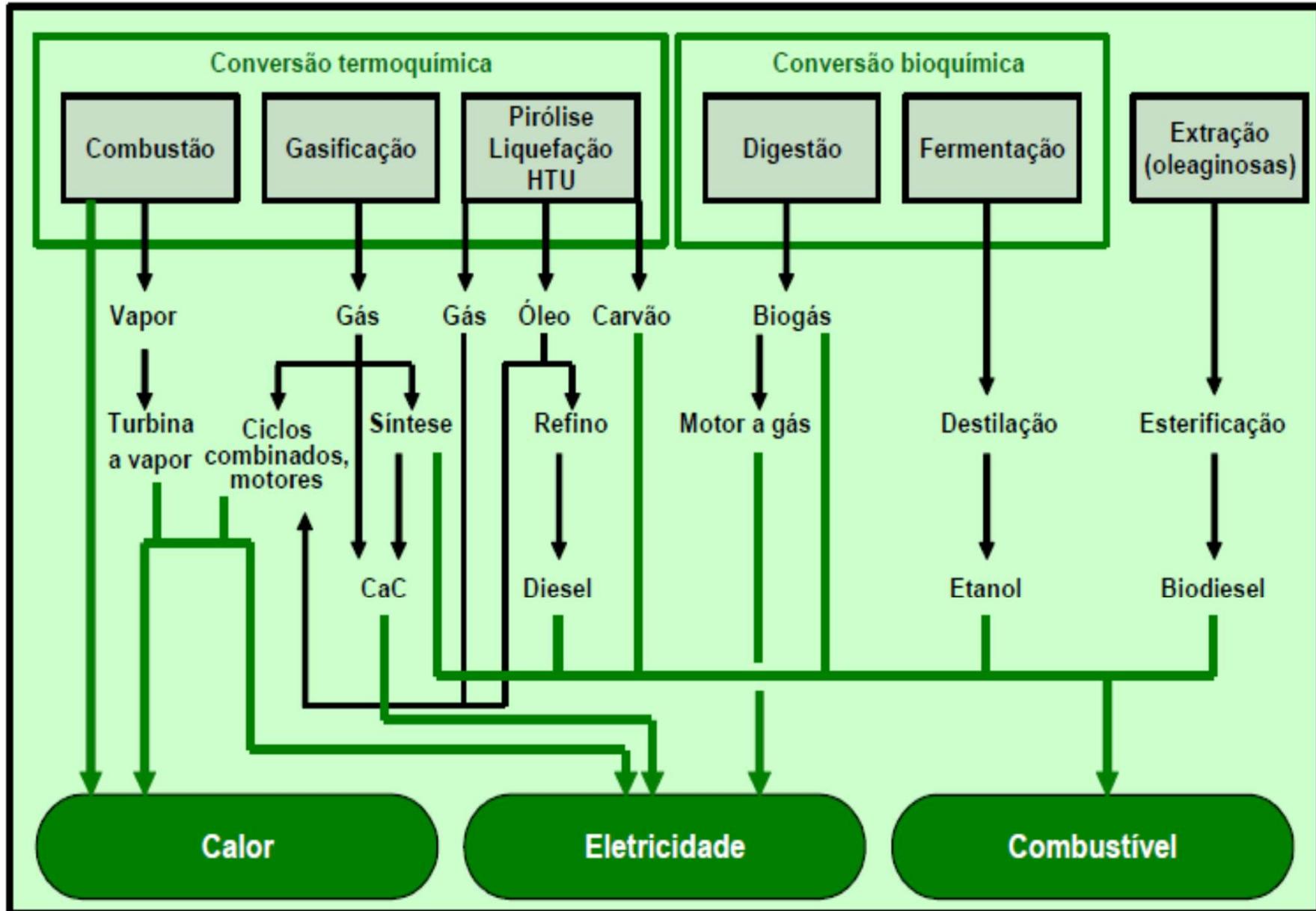
BIOREFINERIES

integrated process that involves conversion of biomass into fuel, energy and chemicals





Principais rotas tecnológicas para a utilização da bioenergia



ESTIMATIVAS

Potencial Geração de Resíduos Rurais (PGRR)

Culturas e PGRR:

soja, milho, algodão, cana de açúcar e arroz

Estimativas da disponibilidade de resíduos (DA) agrícolas considera necessidades agronômicas e características edafoclimáticas.

Base de dados para a estimativa bruta dos resíduos rurais (RR) no MT:

- i) dados estatísticos de produção agropecuária e produtos (IMEA e Embrapa); e
- ii) estudos técnicos sistemas de produção (IBGE , IMEA, MAPA e PAM).

Metodologia Índice “PGRR”, baseada nas premissas de conceito do chamado “Índice de Colheita”.

Indicador PGRR ao ser aplicado sobre a base de dados existentes de produção física, fornece resultados de fácil interpretação.

Permite “agente decisor” escolher alternativas de aproveitamento econômico dos RRs.

Os RRs são resultantes das atividades de produção e colheita dos produtos agrícolas.

Valorização dos RRs é a utilização principais componentes lignocelulósicos (celulose, hemicelulose e lignina) em plataformas químicas, termoquímicas e bioquímicas - Biorrefinaria.



OBS: Mandioca: o IC é a relação entre o peso de raízes e o peso total da planta. PGRR é uma simplificação e, neste caso seria a quantidade de resíduos gerados pós-colheita.

PGRR

(umidade e DA)

SOJA:

PGRR = 2,05 t RR / t SO - Umidade de 15 a 20%; indicando-se que devem permanecer no campo 75% dos resíduos.

MILHO:

PGRR = 1,42 t RR / t MI - Umidade de 25 a 30%; indicando-se que devem permanecer no campo 70% dos resíduos.

ALGODÃO:

PGRR = 2,95 t RR / t AL - Umidade de 30 a 35%; indicando-se que devem permanecer no campo 30% dos resíduos.

PGRR = 0,22 t RR/t CA - Umidade de 80 a 85%; indicando-se que devem permanecer no campo 50% dos resíduos, observando-se que em regiões frias este percentual pode ser de 30%.

ARROZ

PGRR = 1,49 t RR / t AR - Umidade de 18 a 23%; indicando-se que devem permanecer no campo 75% dos resíduos.



Disponibilidade Bruta de Resíduos Agrícolas: Brasil e Mato Grosso

Produto (10 ⁶ toneladas)	1	2	3	4	5	(1*2)	(1*3)	(1*4)	(1*5)	BR Tx. 09/10 a 19/20 %	MT Tx 09/10 a 19/20 %
	PGRR	BR Prod. 2009/10	MT Prod. 2009/10	BR Prod. 2019/20	MT Prod. 2019/20	BR Tot.RRs 2009/10	MT Tot.RRs 2009/10	BR Tot.RRs2 019/20	MT Tot.RRs 2019/20		
Soja	2,05	61,77	18,80	81,95	27,07	126,62	38,54	168,00	55,49	32,68	43,98
Milho	1,42	53,85	8,68	70,12	14,90	76,46	12,33	99,57	21,15	30,22	71,53
Algodão	2,95	1,27	1,19	2,01	2,21	3,74	3,51	5,92	6,51	58,29	85,47
Cana de Açúcar	0,22	714,31	16,55	893,00	21,58	157,14	3,64	196,46	4,75	25,02	30,49
Arroz	1,49	12,59	0,80	14,12	1,20	18,75	1,20	21,03	1,79	12,16	49,17

Fontes:

IMEA

MAPA, Projeções do Agronegócio – Brasil/15 a 2024/25.

www.agrlink.com.br/noticias/projeções



Potencial Técnico de Geração de Eletricidade

Exemplificar:

PT : cálculo para avaliar a quantidade de energia na casca de ARROZ utilizando diferentes eficiências de alguma rotas tecnológicas disponíveis comercialmente.

CENBIO, 2009 (Panorama Brasileiro).

$$Energia = \eta * PCI * Q_{ide\ arroz}$$

$$Potência = \frac{Energia(GJ)}{Tempo(h)} = \frac{\eta * PCI * (Q_{ide\ arroz})}{8322}$$

PT : safra 2009/10 – (15%,25%,35%), respectivamente, 85, MW; 127,6 MW; e 199,6 MW

PT : safra 2019/20 - - (15%,25%,35%), respectivamente, 127,6 MW; 210,3 MW; e 297,7 MW

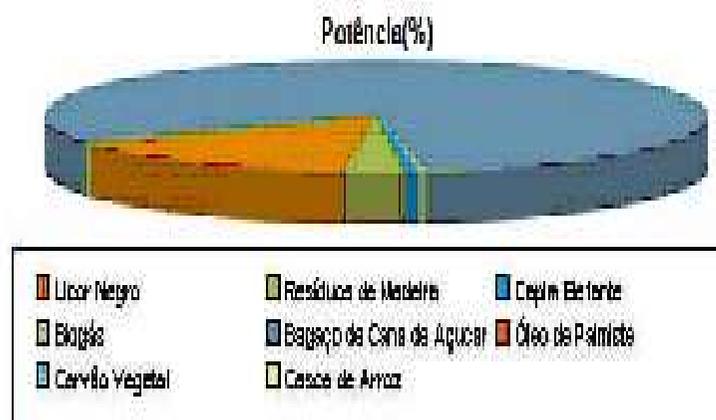


Combustível Biomassa

O Brasil possui investimentos nos seguintes tipos de combustível de classe Biomassa (ANEEL):

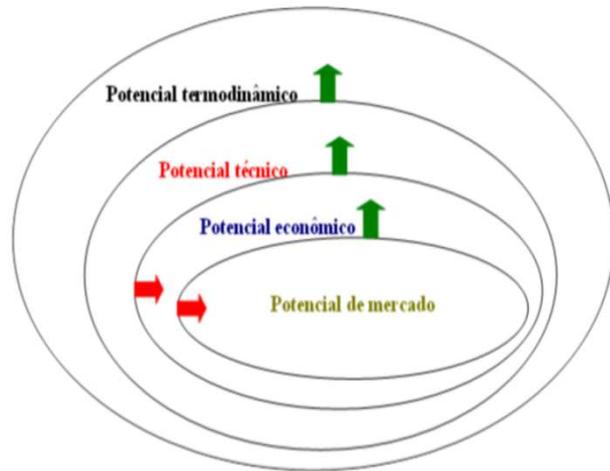
Carvão Vegetal, Resíduos de Madeira, Bagaço de Cana de Açúcar, Casca de Arroz, Licor Negro, Biogás, Capim Elefante, Óleo de Palmiste

Atualmente há empreendimentos utilizando os seguintes combustíveis - Operação			
Combustível	Quantidade	Potência (kW)	%
Licor Negro	17	1.978.136	14,96
Resíduos de Madeira	51	389.525	2,95
Capim Elefante	3	65.700	0,5
Biogás	14	83.699	0,63
Bagaço de Cana de Açúcar	394	10.604.460	80,2
Óleo de Palmiste	2	4.350	0,03
Carvão Vegetal	7	51.397	0,39
Casca de Arroz	12	45.333	0,34
Total	500	13.222.600	100



POTENCIAL TÉCNICO - ESTIMATIVA

GERAÇÃO DE ENERGIA



Potencial Técnico (PT): leva em conta apenas restrições tecnológicas para serem implementados.

Potencial Econômico (PE): consideram as restrições tecnológicas eventuais restrições econômicas (acesso à créditos vantajosos, eventuais incentivos fiscais, taxas de retorno almejadas, etc)

Potencial de Mercado (PM): $PM < PE$. É uma fração do PE, por contemplar restrições, freqüentemente de cunho comportamental dos decisores, adicionais à considerações puramente econômicas, mas que são determinantes para a implementação, de fato, de novos projetos no mercado. PM é mais realista.

Planejamento energético e a bioenergia no Brasil

Formulação de políticas energéticas, planejamento energético e regulação de mercados de energia

O governo/Estado pode atuar em quatro esferas, bem distintas e complementares, em relação ao setor energético:

- formulação de políticas energéticas;
- planejamento energético, indicativo ou determinativo; e
- regulação dos mercados de energia
- atuação direta no mercado através de empresas estatais

A formulação de políticas energéticas e a atuação através de empresas estatais são atividades de governo, a regulação é uma atividade de Estado, enquanto que o planejamento é uma atividade de apoio a ambas

Contextualização (Bajay, 2015).

POLÍTICAS ENERGÉTICAS : é reponsabilidade de GOVERNO.
REGULAÇÃO : é responsabilidade de ESTADO.

PLANEJAMENTO ENERGÉTICO: apoia ao GOVERNO e ESTADO

Estado: unidade administrativa de um território. Não existe **Estado** sem território. O **Estado** é formado pelo conjunto de instituições públicas que representam, organizam e atendem (ao menos em tese?) os anseios da população que habita o seu território. Instituições como o governo, as escolas, as prisões, os hospitais públicos, o exército, etc. **Estados** são permanentes.

Governo é apenas uma das instituições que compõem o Estado, com a função de administrá-lo. **Governos** são transitórios e apresentam diferentes formas.

Nação, tem seu conceito ligado à identidade, à cultura e aos aspectos históricos.

Contextualização (Bajay, 2015).

O **planejamento energético (PE)** objetiva, para um dado sistema energético, promover uma **utilização racional** dos diversos energéticos e **otimizar** o seu suprimento, dentro das **políticas econômica, social e ambiental** vigentes (GOVERNOS), e em sintonia com a realidade dos outros sistemas energéticos que com ele interagem.

PE:

- i) Possibilitar a elaboração de metas quantitativas realistas para as políticas energéticas do governo; e
- ii) Balizar o comportamento dos mercados de energia e a atuação dos seus agentes (produtores, transportadores, armazenadores, distribuidores, comercializadores, governo e órgãos reguladores)



SISTEMAS HÍBRIDOS.

UTE biomassa e gerador Fotovoltaico são aplicações conhecidas. Nos últimos aumentou. As vantagens são mais evidentes em plantas cujo funcionamento é comum (aplicações stand-alone ou associada).

Análise termodinâmica de uma planta termoelétrica a biomassa assistida por energia solar

Os sistemas híbridos de geração termoelétrica biomassa/solar são uma opção promissora para a diversificação da matriz energética brasileira, aproveitando o grande potencial da energia solar com a vasta disponibilidade de biomassa. O sistema é analisado para cada hora do ano típico meteorológico, considerando a cidade de Santa Maria - RS como referência.

Galante, Renan
ANÁLISE TERMODINÂMICA DE UMA PLANTA TERMOELÉTRICA A
BIOMASSA ASSISTIDA POR ENERGIA SOLAR. / Renan Galante ;
orientador, Edson Bazzo - Florianópolis, SC, 2015.
121 p.



DESDOBRAMENTOS REGIONAIS

Conversão de pastagem em agricultura.

Intensificação do uso do solo na pecuária (confinamento, semi-confinamento e suplementação a pasto).

Intensificação do uso do solo por meio de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF).

UTES flex (por ex. cana de açúcar + milho).

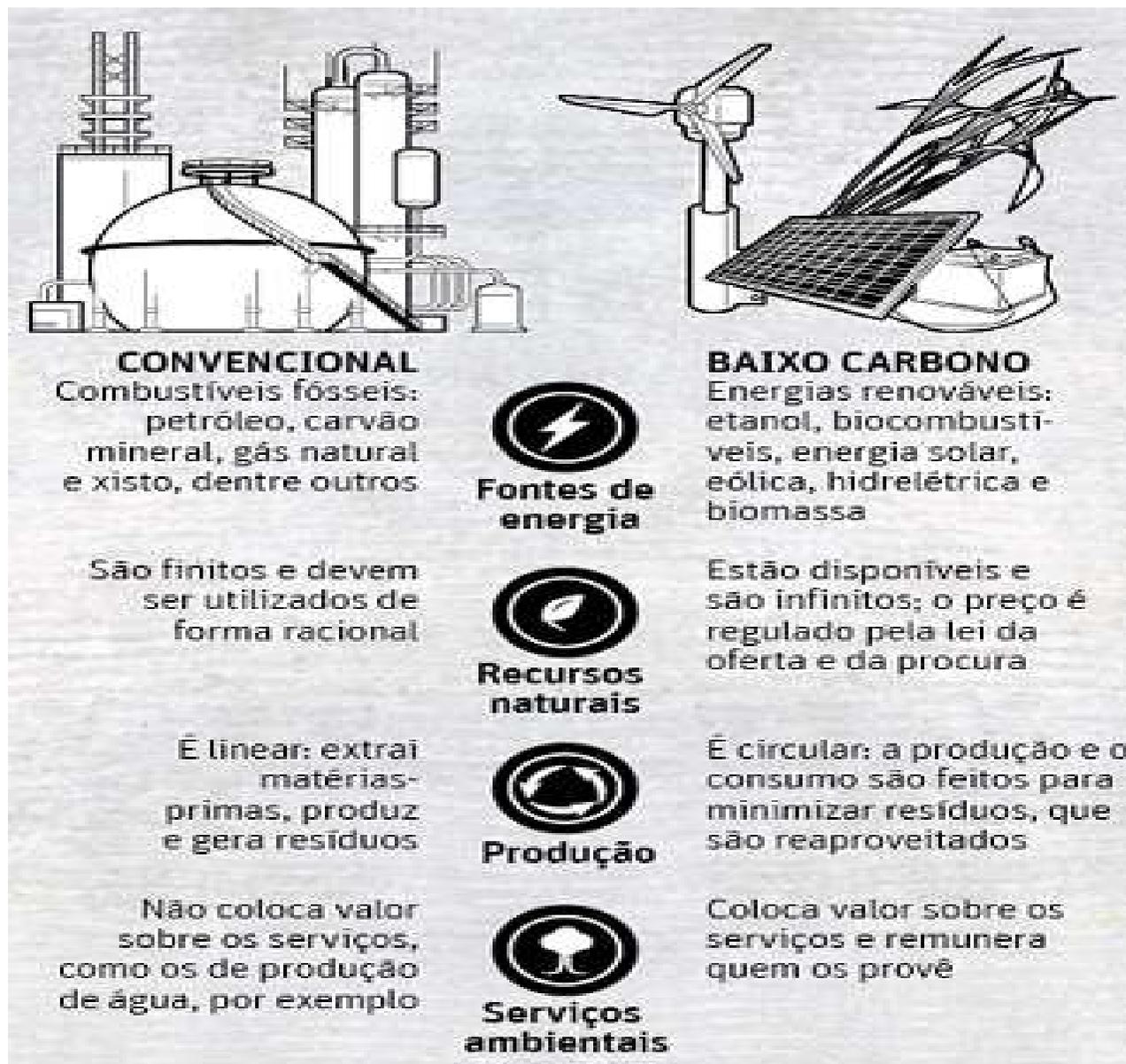
Aumento das florestas plantadas.

Disseminar as possibilidades de aproveitamento de fontes renováveis de energia em locais e processos diversos em várias escalas, tornando a matriz energética mais diversificada e robusta para situações de escassez dos recursos energéticos.

O provimento de fontes de energia naturais tornam as atividades rurais e agroindustriais parceiros para o desenvolvimento regional, capaz de atender as suas próprias necessidades de energia de processo em quaisquer lugares do Brasil.

MT oferece em abundância biomassa, que em sistemas híbridos deve trazer ganhos sociais, ambientais e econômicos.

SUMÁRIO - DOIS CAMINHOS: ECONOMIA TRADICIONAL E ECONOMIA VERDE



Estratégias para o PE – MEB

Brasil enfrenta grandes desafios p/ alterar MEB. Temos que responder perguntas:

- i) Como reduzir drasticamente emissões por conta da luta contra as mudanças climáticas, sem prejudicar o crescimento econômico?
- ii) Como buscar inovação, eficiência energética, fontes derivadas da biomassa, resíduos, etc., em um momento que os orçamentos de P&D do Governo Federal estão limitados?
- iii) Como continuar atraindo investimentos de todo o mundo e criar oportunidades de empregos em uma época de forte competição nos mercados sem uma infraestrutura energética “limpa”?

Respostas exigirão ferramentas que perpassam pelo Planejamento Energético.

OBS:

- 1) O Padrão de Combustíveis Renováveis (RFS) nos EUA foi criado para atender a determinação do Executivo (GOVERNO) para implementar a política de incentivo à produção e uso de etanol de milho para adição a gasolina. A baixa produtividade em litros de etanol impactou a demanda por milho. Questionamento sobre segurança alimentar foi imediato.
- 2) Estado São Paulo pensou em propor de forma compulsória usar 12% de biogás com GN. Isto seria um “tiro no pé” não tem biogás suficiente (Bajay, 2015).
- 3) Da Academia o PE deve –se alicerçar de pesquisas científicas acreditadas e propor alternativas sustentáveis.

Contextualização do Planejamento Energético

O planejamento energético tradicional acompanha a mesma coerência do planejamento econômico (consumo de energia e o desenvolvimento econômico).

Consumo de Energia x Desenvolvimento Econômico - ruptura ocasionada pelos choques do petróleo.

Questionamento do mecanismo tradicional e deu passagem para um novo paradigma de análise dos padrões de utilização da energia.

A variável custo, no planejamento tradicional, limita-se às circunscrições financeiras de oferta de energia:

- i) não sendo contemplado aspectos de ordem social ou ambiental relacionado com uma alternativa de suprimento.
- ii) A dinâmica de substituição de fontes não era ponderada, resultando em uma rigidez que servia de justificativa para a setorialização do planejamento (Bajay, 2004).

Quando se pensar em PE o conceito mais adequado é o que considera a incorporação de alternativas energéticas, o que torna a questão do insumo energia importante, ampla e complexa.

PE não se trata de uma ação isolada, mas de um conjunto de ações por parte de governos, empresas e da sociedade como um todo em um território.

Emergência de uma economia de baixo carbono – Mundo - (1)

*2013: (*IEA, 2015; IPCC, 2014; Romero, 2015).

* 80% demanda energética mundial atendida por petróleo, GN e carvão

*IPCC grande parte da elevação de 0,85 C da temperatura mundial média, resulta das emissões de GEE da atividade antropogênica.

*IPCC elevação de 2 C acima do nível pré-industrial levará ao aumento da ocorrências de eventos climáticos extremos e elevação nível dos oceanos.

CO₂ na atmosfera estimada em 270 ppm (pré industrial), 400 ppm atualmente, não pode ultrapassar 450 ppm (< ou =).

Emergência de uma economia de baixo carbono – Mundo (2)

INDCs (Intended Nationally Determined Contributions) para a COP 21:

IDÉIA:

países signatários da Convenção de Clima da ONU precisarão apresentar suas próprias metas, que oficializam o comprometimento de cada governo com ações capazes de limitar o aumento da temperatura média global em até 2°C.

Tecnicamente é possível se ficar no limite de 2 graus, considerando um custo marginal de abatimento entre 50-100 USD/tCO₂ eq reduzida.

Produção e Consumo de energia fósseis respondem por 2/3 das emissões mundiais de GEE

EUA – reduzir suas emissões até 2025 entre 26% e 28% do nível registrado em 2005.

EU – reduzir ao menos 40% de suas emissões, até 2030, em relação ao nível de 1990.

SETOR ENERGÉTICO - PROTAGONISTA - REVOLUÇÃO VERDE

Emergência de uma economia de baixo carbono – Brasil - (1)

- Tempo do corte barato das emissões de GEE pela redução do desmatamento está acabando.



Desmatamento anual da Amazônia segundo o sistema Prodes, do Inpe. O desmatamento caiu de mais de 27 mil km², em 2004, para cerca de 5,8 mil km² em 2013 (Foto: Reprodução / Inpe)

Emergência de uma economia de baixo carbono – Brasil - (2)

- A redução das emissões de GEE pelo Brasil dependerá da descarbonização da economia (políticas públicas (energética)).
- INDC brasileiro é fazer com que, até 2030, 45% da MEB seja composta por fontes renováveis. Meta conservadora (Gilberto Câmara, INPE).
- Grandes propriedades ainda são as que mais desmatam, mas a porcentagem dos pequenos produtores aumentou. Uma parte muito importante da estratégia brasileira para controlar o desmatamento foi a política de comando e controle.
- Monitorar o desmatamento por satélite, fiscalizar a derrubada de árvores e punir. É mais fácil e mais barato mandar a fiscalização para uma grande propriedade que desmata muito do que para vários pequenos produtores que, individualmente, desmatam pouco (INPE).

INDC – COP 21 - Brasil

Governo fala na ONU: **República Federativa do Brasil** tem a satisfação de comunicar ao Secretariado da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) sua pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada (INDC), no contexto das negociações de um protocolo, outro instrumento jurídico ou resultado acordado c/ força legal sob a Convenção, das Partes.

○ MITIGAÇÃO

- Contribuição: o Brasil pretende comprometer-se a reduzir as emissões de gases de efeito estufa em 37% abaixo dos níveis de 2005, em 2025.
- Contribuição indicativa subsequente: reduzir as emissões de gases de efeito estufa em 43% abaixo dos níveis de 2005, em 2030.
- Tipo: meta absoluta em relação a um ano-base.
- Abrangência: todo o território nacional, para o conjunto da economia, incluindo CO₂, CH₄, N₂O, perfluorcarbonos, hidrofluorcarbonos e SF₆.
- Ponto de referência: 2005.

- 1990 a emissão eq. de CO₂ era de 1,4 bilhões toneladas
- 2005 a emissão eq. de CO₂ era de 2,1 bilhões toneladas (37% = 1,32 bilhões de toneladas)

QUESTÃO a ser respondida:

Brasil em 25 anos Brasil terá mesmo nível de 1990 ?

- PLANEJAMENTO -



Reflexões para Brasil

- Redimensionamento da matriz energética brasileira (MEB), diminuindo a participação dos combustíveis fósseis.
- O fato de o Brasil já ter um dos maiores e mais bem-sucedidos programas de biocombustíveis no mundo, incluindo a cogeração de energia elétrica a partir da biomassa, pode facilitar o aumento da participação de fontes renováveis na MEB e contribuir para a “descarbonização” da economia do país. Só com diminuição do desmatamento não dá mais.
- Promover o redimensionamento da MEB e possibilitar que a meta de redução de GEE estipulada pelo Brasil (INDC) seja atingida, será preciso: i) recursos financeiros e a implementação de políticas públicas eficientes, etc.
- Instituto Acende Brasil/Monteiro, 2015) diz:
“Meta brasileira é factível, mas dependerá de legislação forte e clara, privilegiando o uso de fontes de energias renováveis. Também será preciso aumentar a eficiência energética na indústria com sendo uma nova fonte de suprimento. Sedimentação de uma política firme de regulação da geração descentralizada de pequeno, mas, sobretudo vencer desafios da de grande porte”.

Reflexões para Brasil

O Governo/Empresas/Sociedade precisam encontrar formas de tornar a economia como um todo:

- i) mais eficiente no consumo de recursos naturais;
- ii) mais socialmente inclusiva.

Principais ferramentas disponíveis de Governo: Ações de Fomento, Políticas Públicas, Instrumentos Regulatórios, etc. devem induzir Mercado para Inovação, Diferenciação de Produtos, Responsabilidade Ambiental.

Planejamento Energético é o desafio:

Atualmente, a ênfase do debate acadêmico sobre o enfoque energético tem sido pautada no meio ambiente e na diminuição uso recursos naturais, o que tem instigado tanto a ampliação de pesquisas sobre a temática, como também demandado das empresas e do poder público ações para a exequibilidade de novas formas de gestão e de **planejamento energético**, tanto para os sistemas de geração de energia quanto para os de transmissão e fornecimento.

Conceitos - Definição

Balanco Energético - instrumento do PE

Balanco Energético: relatório estatístico de energia, no qual são consolidados através de uma estrutura cronológica e seqüencial, os dados energéticos de uma região (nacional, estadual, regional), considerando informações de oferta, transformação e consumo de energia, discriminados por fonte e setor, comercializados ao longo de um ano.

Matriz Energética - instrumento do PE

Matriz Energética: Consolida as projeções energéticas de uma região (nacional, estadual, regional), a partir de uma modelagem técnico-econômica, por ex. LEAP), na qual são quantificadas e adotadas uma série de premissas e parâmetros para a elaboração de cenários futuros de oferta e demanda energética, dentro de um período pré-estabelecido de tempo.



Setores com Potencial de Redução entre 50 – 100 USD/tCO₂ eq

Sector	Emission reduction potential in 2020 (GtCO ₂ e)
Power sector	2.2 – 3.9
Industry	1.5 – 4.6
Transport*	1.7 – 2.5
Buildings	1.4 – 2.9
Forestry	1.3 – 4.2
Agriculture	1.1 – 4.3
Waste	around 0.8
Total (Full range)	10 – 23
Total	17 ± 3 (Assuming not all uncertainties at their high end simultaneously**)

Source: UNEP Bridging the Emissions Gap Report (UNEP, 2011)

* including shipping and aviation

** see footnote 30



Interdependência de Temas – PE e MEB

▪ **Macroeconomia:**

Definem a evolução da economia e dos setores econômicos, que implicam no crescimento do PIB, nível de atividade, nível de investimentos, nível de escolaridade, balança comercial, competitividade, renda per capita, demanda por produção, serviços, transportes e energia.

▪ **Evolução Tecnológica e Eficiência Energética:**

Definem a evolução tecnológica nos diversos segmentos de consumo e depende dos cenários econômicos. Ganhos tecnológicos possibilitam produzir mais com menos (eficiência energética) e possuem forte correlação com consumo de energia.

▪ **Oferta de Energia:**

Representa assunto estratégico para qualquer país ou nação, seja do ponto de vista do desenvolvimento regional e do aproveitamento sustentável de recursos naturais, seja do ponto de vista da segurança (e dependência) energética.

▪ **Planos e Políticas Públicas:**

Delimitam as fronteiras de oferta e demanda, compreendendo metas e prazos para implantação. No tocante a energia implicam em restrições ou incentivos a setores e recursos energéticos, que podem impulsionar ou limitar a expansão dos setores econômicos, da evolução tecnológica e da oferta de energia.

PE e MEB



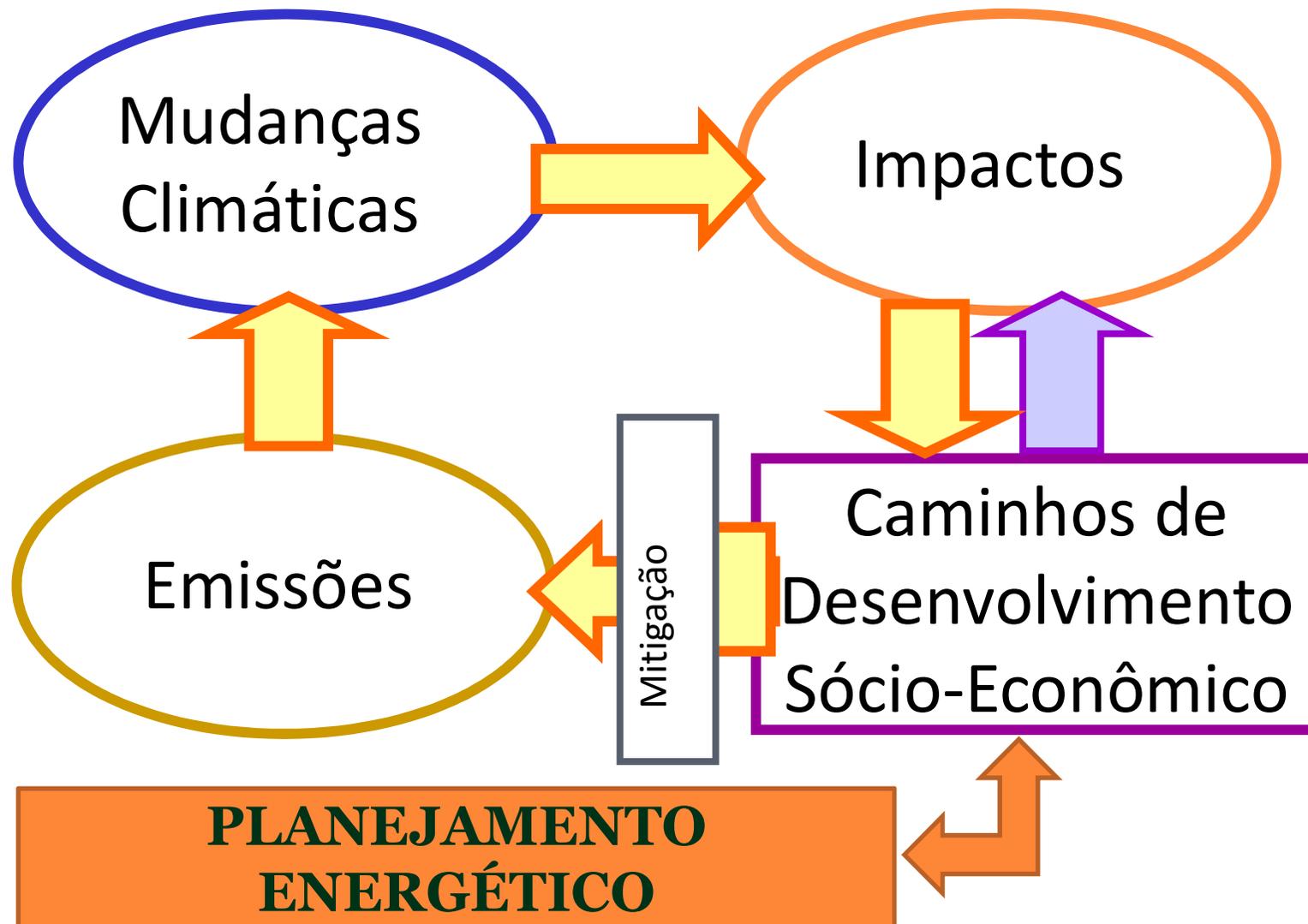
Planos e Políticas Públicas



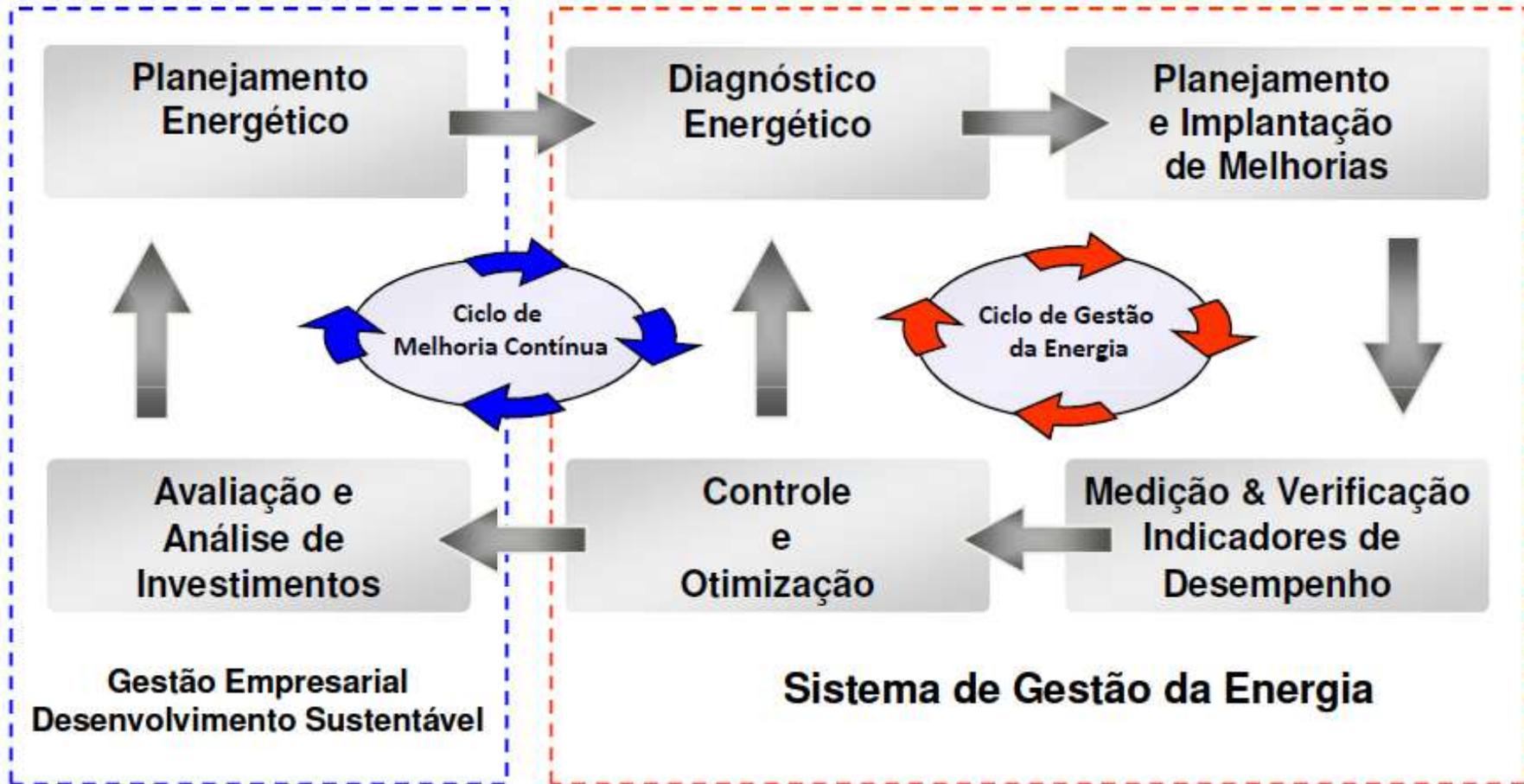
Políticas analisadas:

- Transportes: PDDT, PITU e PNLT
- Meio Ambiente: PEMC, PNMCM, ZAE
- Energia: PDE 2008-2017, PNE 2030, Descoberta Pré-Sal, CESPEG, Plangás, Implantação de Redes Inteligentes ("Smartgrid")
- Tecnologia: Energia Solar, Eficiência Energética e Conservação, Lei do Biodiesel
- Socioeconômico: políticas de inclusão social e distribuição de renda

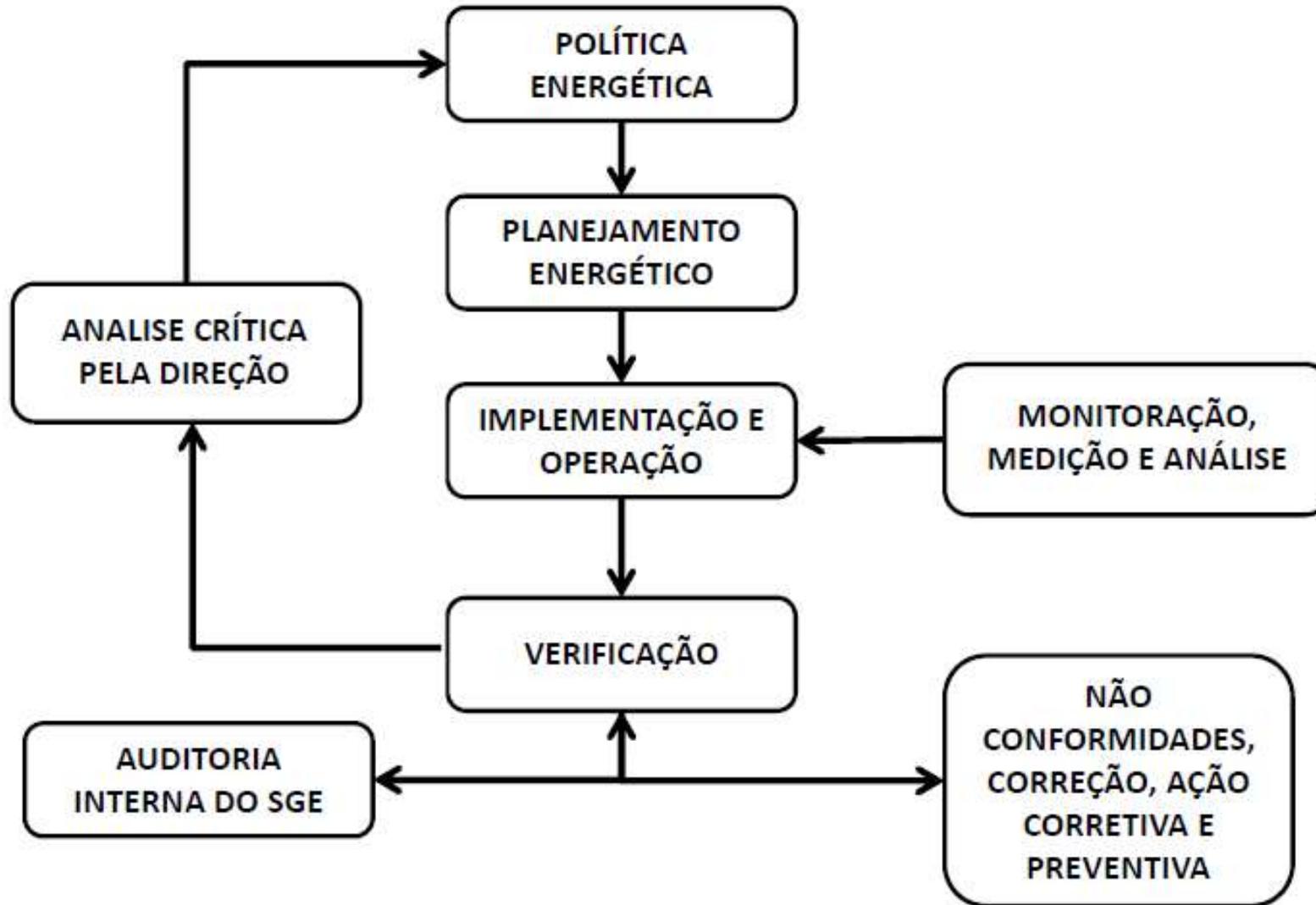
PE na Avaliação Integrada para considerar as Mudanças Climáticas Antropogênicas



PE e o Processo de Gestão Energética



ABNT NBR ISO 50001 - SGE



Biogás no Planejamento Energético



Considerações Finais

Desafios Transição - Economia Baixo Carbono

Sair do modelo tradicional de planejamento indo para o integrado com:

- a) projeção do crescimento da demanda;
 - b) planejamento da expansão (oferta);
 - c) Considerar atuação sobre demanda;
 - d) análise do custo de produção; e
 - e) satisfação da demanda pelo menor custo.
-
- Novas métricas e indicadores de desempenho econômico e socioambiental.
 - Superar a economia da quantidade, rumo a economia da qualidade.
 - Redução do desmatamento.
 - Capacidade inovativa em produtos e processos e MTD.
 - Ef. energética (rapidez e redução impactos) c/ fonte de suprimento.
 - Capacitação de gestores, públicos e privados.
 - Preparação para os riscos ambientais extremos.
 - Participação efetiva dos cidadãos no processo decisório
 - Sistema econômico gerar excedentes e conhecimento técnico em bases sustentáveis
 - Sistema social que possa resolver as tensões causadas pelo desenvolvimento não equilibrado

Considerações Finais

Desafios Transição - Economia Baixo Carbono





Obrigado!

Mauro D. Berni
mberni@unicamp.br