

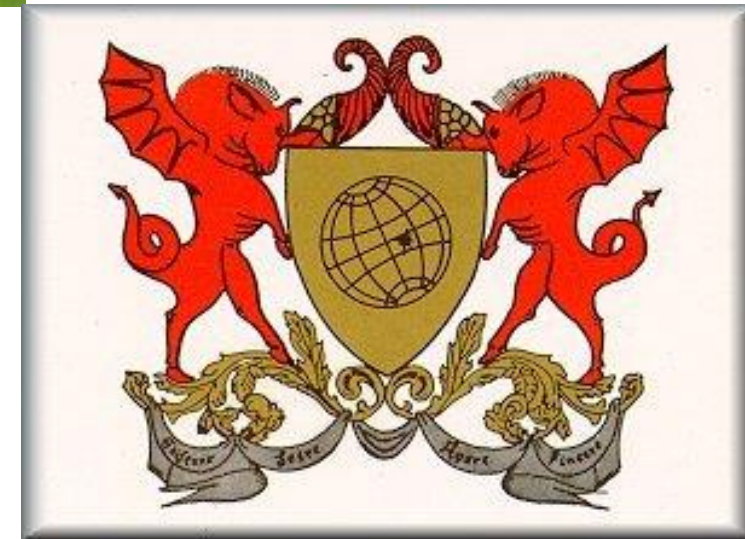


Biorrefinaria da Madeira: Desafios e Tendências

Jorge L. Colodette, UFV

colodett@ufv.br

www.lcp.ufv.br



SUMÁRIO

1. Energia

2. Biorrefinarias

- Conceitos
- Biorrefinaria integrada a indústria de polpa celulósica
- Biorrefinaria autônoma

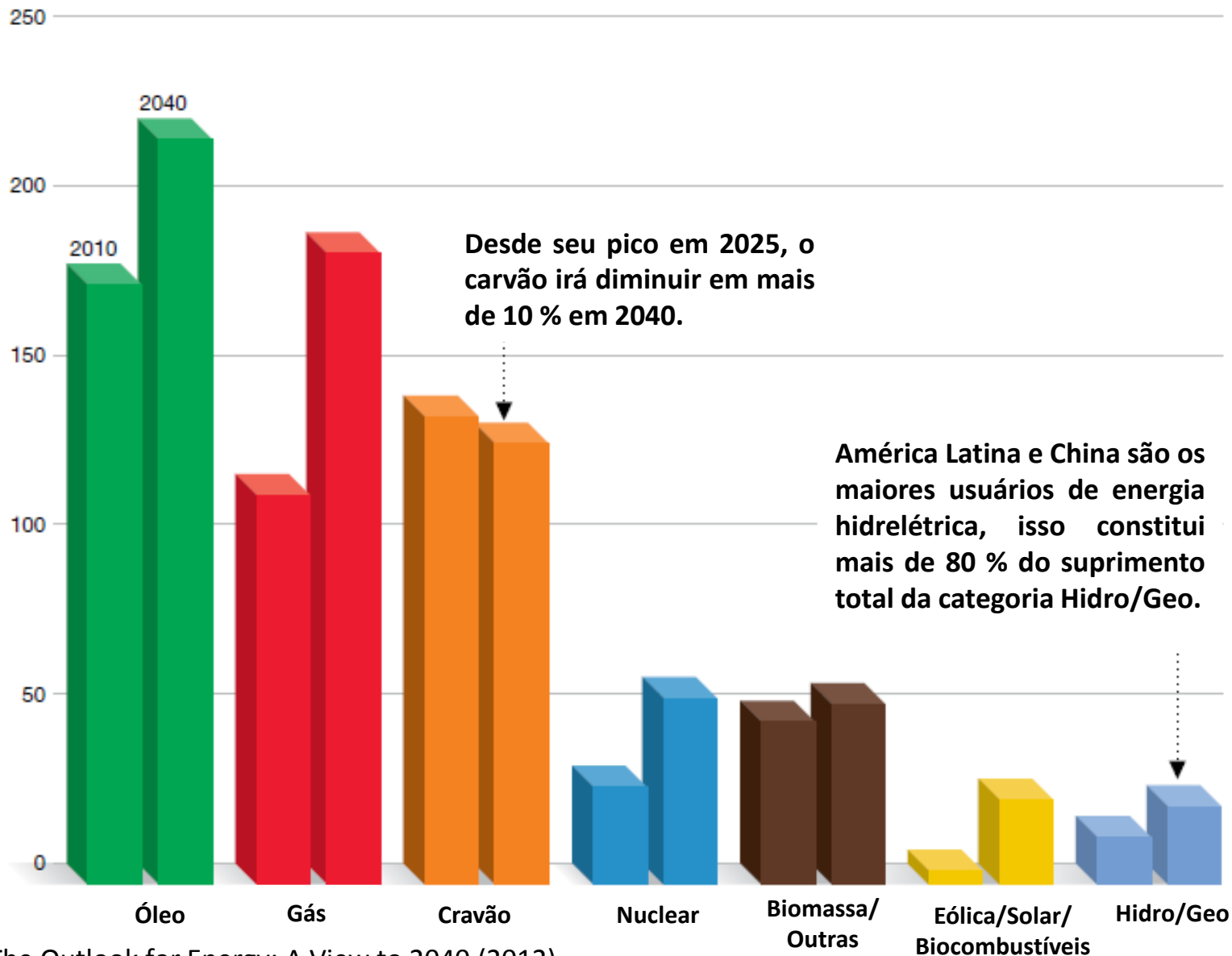
3. Desafios e tendências para a indústria de polpa celulósica

4. Biorrefinaria no LCP - UFV

ENERGIA

Previsões sobre a Demanda Global por Fonte Energética

BTUs (Quatrilhões)



Desafios para Substituir o Petróleo

- 70% do petróleo é usado para combustíveis, especialmente líquidos
- A conversão da biomassa em combustíveis líquidos parece ser a rota mais viável para substituir, parcialmente, o petróleo
- O desafio para substituir o petróleo com energia renovável é gigantesco, devido a barreiras tecnológicas e de suprimento de matéria prima

Alguns Cálculos: Petróleo

- 1.0 Barril Petróleo = 5.9 GJ
- $5.9 \text{ GJ} \times (91 \times 10^6) \times 365 = 1.96 \times 10^{11} \text{ GJ}$
- Cerca de 15% da energia é usada para extração, transporte e processamento. **Valor líquido = $1.67 \times 10^{11} \text{ GJ}$**

Madeira Necessária para Produzir

1.67×10^{11} GJ

- 1.0 tonelada de madeira seca (tas) = 19 GJ
- **20 tas/ha/ano** ou 2.000 tas/km²/ano
- Assumindo 51% de eficiência de conversão pela rota FT
- 38,000GJ x 0.51 = 19,380 GJ/km²
- 20,3 bilhões tas madeira /ano
- **10,2 milhões de km²**
- **Florestas plantadas (mundo): ~210 milhões de ha = 2 milhões de km²**
- **Obviamente, biomassa continuará sendo apenas uma pequena parte do negócio da energia**

BIORREFINARIAS

Conceitos

Biorrefinagem: É o processamento da biomassa em uma gama de bio-produtos comerciais (combustíveis, materiais e químicos) e energia, de maneira sustentável.

Biorrefinaria: É uma unidade industrial que integra equipamentos e processos de conversão de biomassa, para produzir combustíveis, energia, materiais e produtos químicos.

Motivações para se Investir em Biorrefinarias

- Aumento da demanda de energia em países emergentes
- Eventual decréscimo do suprimento de energia proveniente do petróleo (futuro próximo)
- Preocupações ambientais – mudanças climáticas
- Segurança nacional
- **Queda de competitividade da indústria de polpa (em algumas países do mundo)**

Aspectos Importantes da Biorrefinagem

- Uso completo da biomassa
- Processamento otimizado obedecendo critérios técnicos, econômicos (sem subsídios), ambientais, sociais e de sustentabilidade
- Não competir com produção de alimentos
- Ser eficiente quanto a neutralidade de emissão de CO₂
- **Pelo menos parte dos bio-produtos deve ser de alto valor agregado**
- Geração de produtos renováveis

Classificação das Biorrefinarias quanto a Matéria-Prima

Biorrefinarias Verdes: principalmente gramíneas – ex: cana-de-açúcar, sorgo sacarínico etc.)

Biorrefinarias de Cereais: cereais tais como milho, trigo, arroz, centeio, cevada etc.

Biorrefinarias de Lignocelulósicos: fracionamento de biomassas lignocelulósicas (celulose, hemiceluloses, ligninas e extrativos)

Biorrefinarias Marinhas: Macro e microalgas (óleos, carboidratos, amido, proteínas etc.).

Lignocelulósicas:

Madeira *versus* Não-Madeira?

- Armazenamento no tronco (*“living inventory”*)
 - ✓ Baixo custo de armazenamento
 - ✓ Baixa perda por degradação
- Colheita durante todo o ano
 - ✓ Menor infra estrutura e capital para colheita e transporte
- Rotação multianual
 - ✓ Menor área plantada por ano
 - ✓ Períodos longos com pouco distúrbios na plantação (fertilização, irrigação, colheita, etc.) - menor impacto ambiental
- Mercado bem estabelecido
- Sistema de produção sustentável bem estabelecido
- Sistema de colheita e transporte muito desenvolvido

Lignocelulósicas:

Madeira *versus* Não-Madeira?

- Biomassa de madeira não compete com alimentos
- Pode ser muito produtiva:
 - ✓ 1ha de milho produz 3.400 L de etanol/ano
 - ✓ 1 ha de cana produz 8.000 L de etanol/ano (podendo chegar a 14.000 L/ano se forem usados o bagaço e a palha)
 - ✓ 1ha de floresta de eucalipto pode produzir 9.000 L de etanol/ano

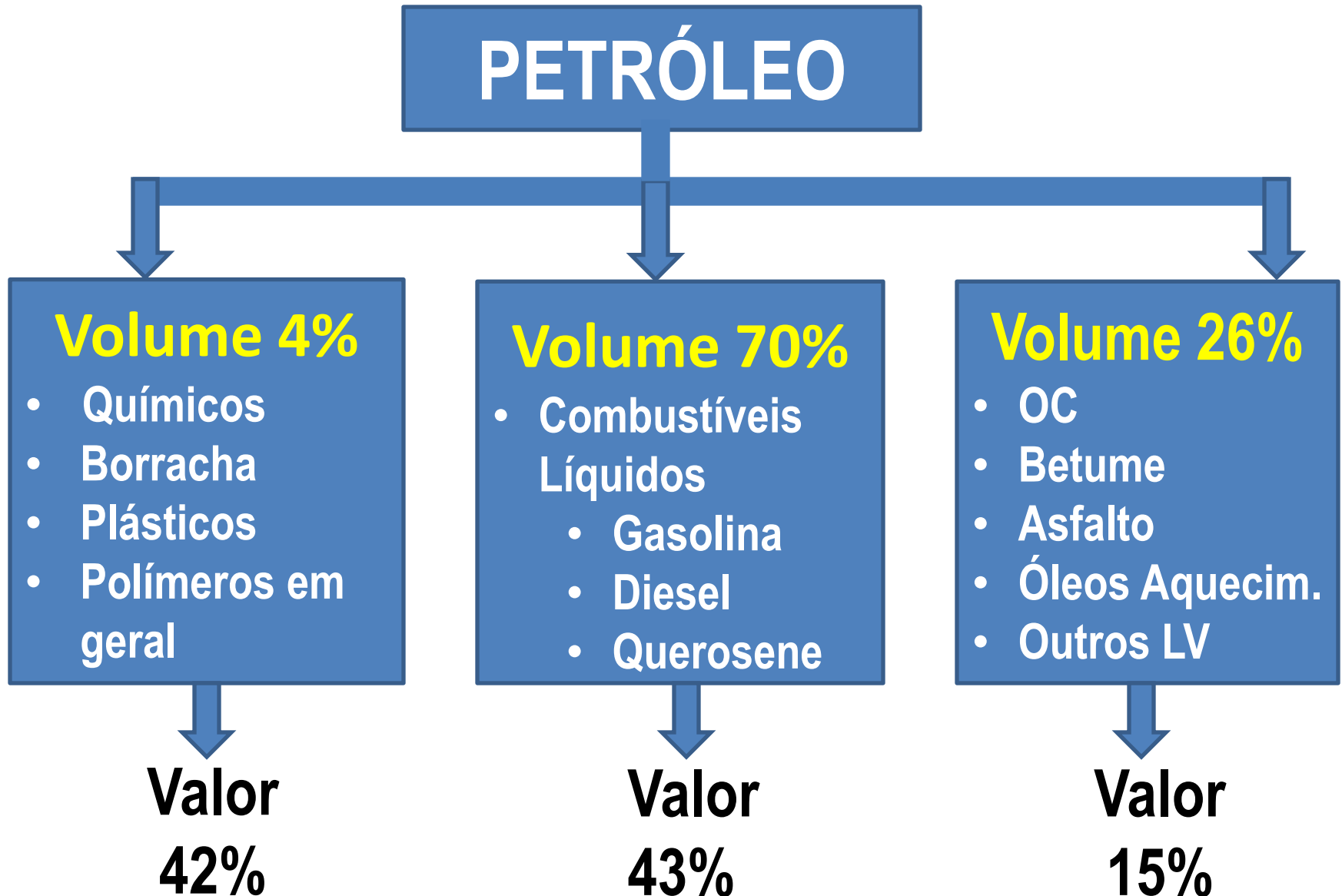
Porque a Indústria de Polpa Celulósica?

- Tem grande experiência nas operações de produção, colheita, transporte e armazenamento de grandes volumes de biomassa
- Tem experiência e infra estrutura para processamento químico de biomassa, dentro de padrões e normas internacionais
- Está localizada em áreas rurais e pode obter importantes sinergias entre madeira e resíduos da agricultura (gramíneas)

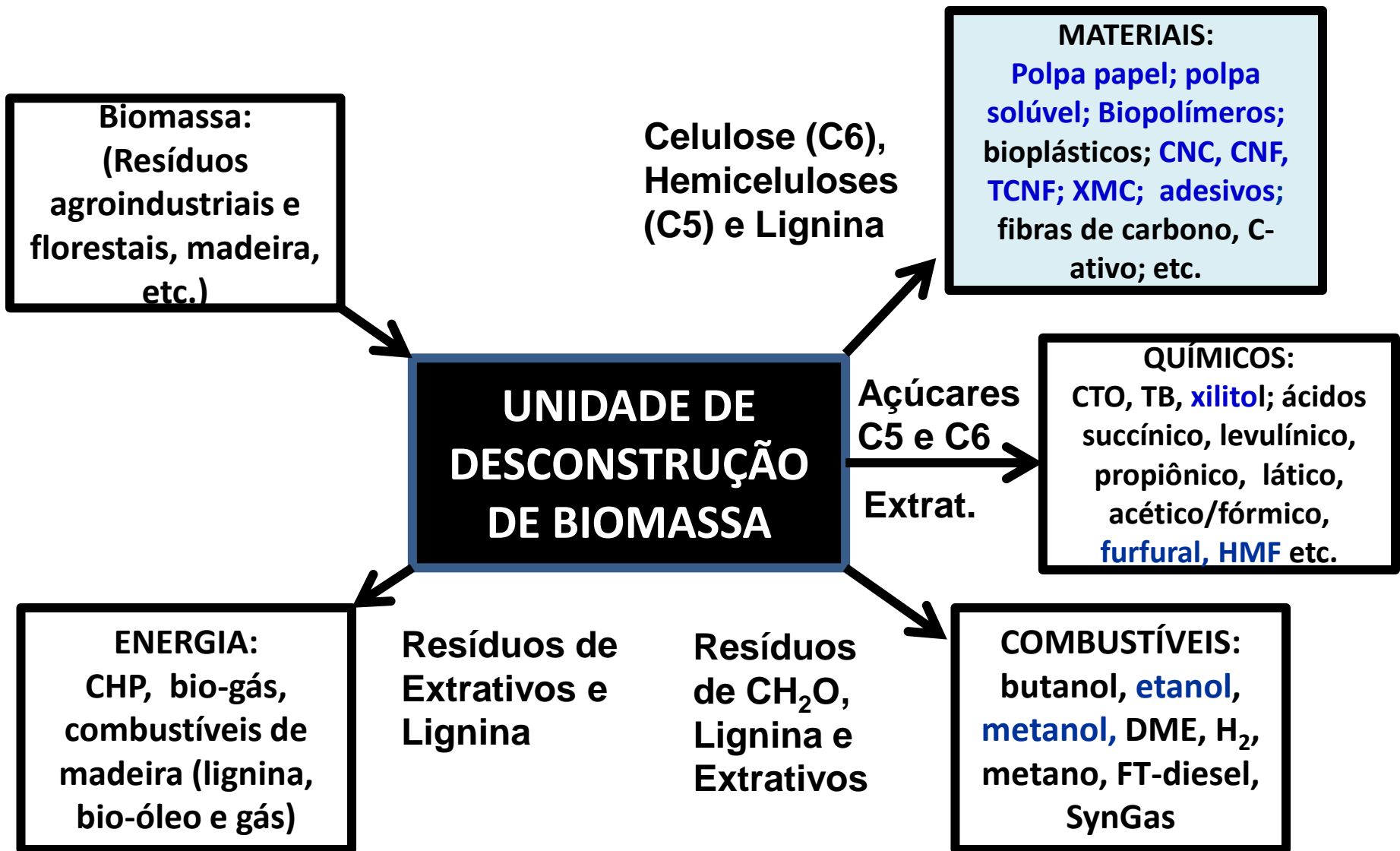
Biorrefinaria ou Bio-Mania???

- Biorrefinaria tem sido praticada por muitos anos, particularmente pela indústria de polpa sulfito, mas evolui pouco na grande indústria de polpa kraft
- Entretanto, os altos custos de energia e dos combustíveis tem levado a um aumento dos esforços no intuito de viabilizar esse conceito na indústria de polpa kraft e em outros segmentos industriais
- Diversas abordagens tem sido usadas; poucas sobreviverão devido a falta de competitividade
 - **Difícil competir com derivados fósseis aos preços atuais (“sand oil” no Canada”, “shale gas” nos EUA, pré-sal no Brasil, Oleo/gás Polo Norte, Rússia etc)**
- Algumas rotas de combustível certamente sobreviverão. O aumento do uso de petróleo excederá a taxa de extração (USA Federal Energy Council).

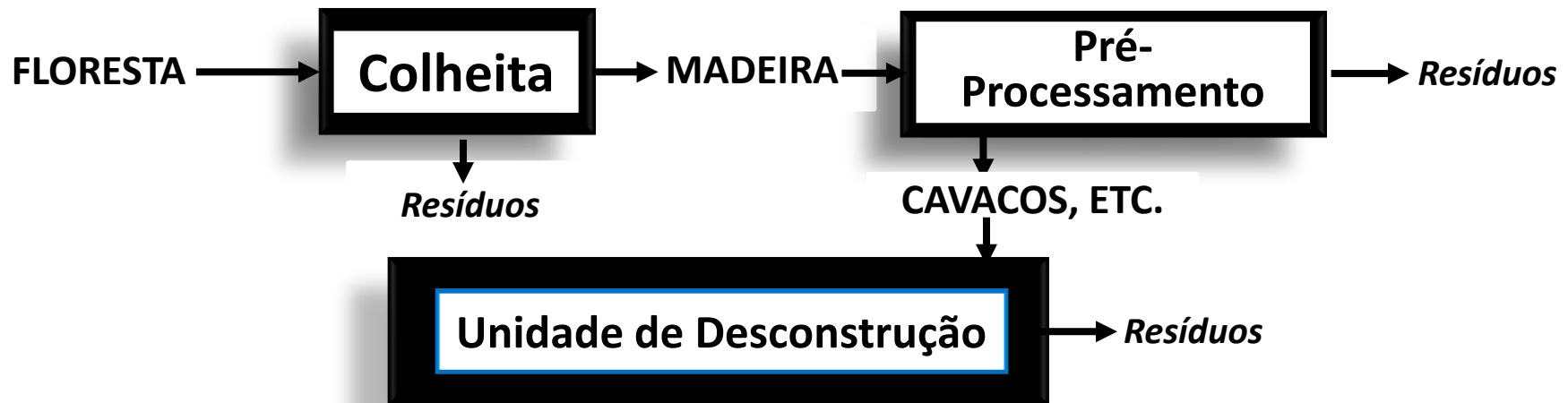
O Modelo da Petroquímica



Ex. Biorrefinaria Integrada a Indústria de Polpa



BIORREFINARIA FLORESTAL AUTÔNOMA



Celulose

- **Derivados**
- CF
- CNC/CMC
- CNF/CMF:
 - TCNF
- **Glicose:**
 - Químicos
 - **Combustíveis**
 - Materiais

Hemiceluloses

- **Polimérica:**
 - Biofilmes
 - Aditivos
 - Hydrog/Cmts
 - XMC, TMP
- **Mono/Oligo:**
 - Químicos (FNC)
 - **Combustíveis**
 - Materiais

Ligninas

- **Lignosulfonatos:**
 - 1001
- **Álcali-Lignina:**
 - Fenóis
 - Adesivos
 - Ligantes
 - C-fibra
- **Outras Ligninas:**
 - BTX
 - Jet fuel

Extrativos

- Terebentina
- CTO
 - RFA
 - DME
 - Breu
 - **Biodiesel**
- Borracha
- Suberina
- Taninos

Limitações para a produção de etanol celulósico



- Custo da biomassa
- Natureza recalcitrante



- Alto CAPEX
- Custo enzimático
- Custos com pré-tratamento
- Custos de conversão



- Baixo preço do etanol

DESAFIOS E TENDÊNCIAS NA INDÚSTRIA DE POLPA CELULÓSICA

TENDÊNCIAS INDÚSTRIA DE POLPA

- **PRESENTE:**

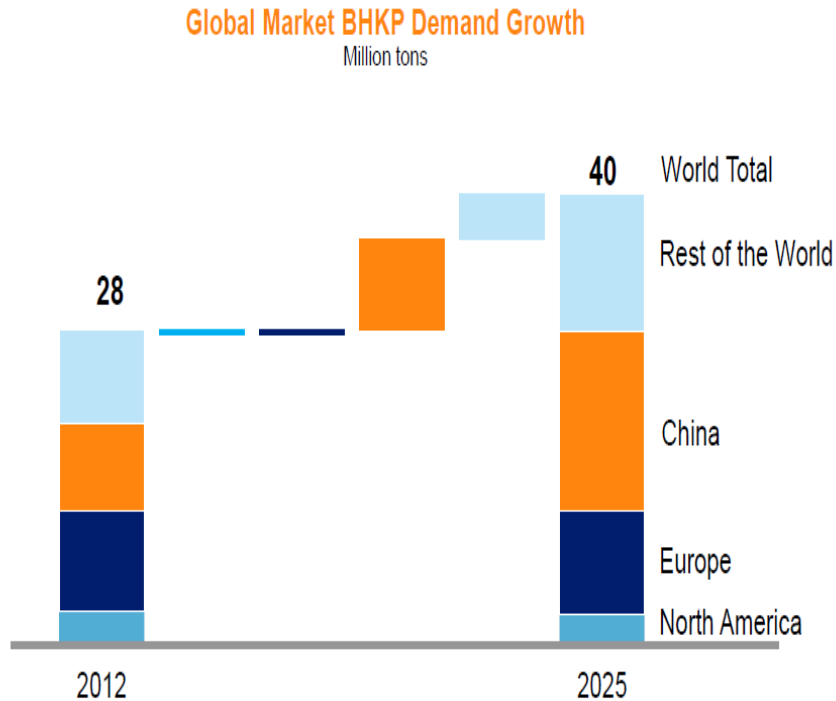
- Foco em grandes volumes – produtos de médio/baixo valor agregado (polpa e energia)
- Média eficiência energética
- Uso pouco eficiente dos recursos (muitas perdas)
- Tecnologia fechada

- **FUTURO:**

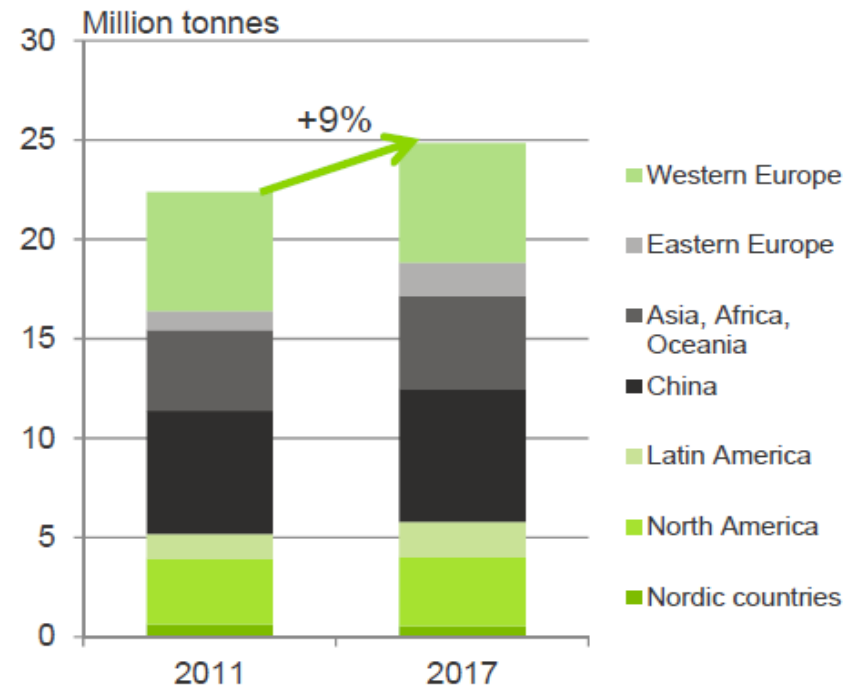
- Foco em pequenos/médios volumes – produtos de alto valor agregado (polpas especiais e bio-produtos);
- Alta eficiência energética
- Uso eficiente dos recursos (uso de todas as perdas potenciais)
- Tecnologia aberta (parcerias com pequenos e médios empreendedores inovadores)

Perspectivas de Crescimento Polpa

Fibra Curta



Fibra longa



Maior demanda por Fibra Longa na atualidade, mas haverá grande oferta de fibra curta nos próximos. Portanto, a contínua substituição de fibra longa por fibra curta é uma necessidade. **“DEMANDA POR FIBRA CURTA DIFERENCIADA VAI AUMENTAR”.**

Novos Projetos

COUNTRY	START UP	COMPANY	LOCALE	FC/FL	ADT/YR
Brasil	2015	CMPC	Guaíba - RS	FC	1.300.000
Brasil	2016	Klabin	Ortigueira - PR	FC/FL	1.500.000
Brazil	2016	Fibria	Três Lagoas - MS	FC	1.750.000
Indonésia	2016	OKI P&P (APP)	South Sumatra	FC	2.000.000
Chile	2016	Arauco	Arauco - CL	FC	1.500.000
Brasil	2017	ELDORADO II (JBS)	Três Lagoas - MS	FC	2.000.000
Brasil	2017	Lwarcell	L. Paulista - SP	FC	750.000
Finlândia	2017	Metsä Fiber	Äänekoski, Fi	FL	1.300.000
Brazil	2018	Eco Brazil Florestas	Tocantins -TO	FC	1.500.000
Brasil	2018	CRPE Holding	Ribas R.Pardo - MS	FC	2.000.000
Brasil	2020	BRAXCEL (GMR)	Gurupi - TO	FC	1.500.000
Brasil	????	StoraEnso/Fibria	Eunápolis- BA	FC	1.500.000
Brasil	????	Suzano	??? - PI	FC	1.500.000
Brasil	????	Cenibra	Belo Oriente, MG	FC	1.500.000

UM PRIMEIRO GRANDE PASSO

FÁBRICAS ATUAIS

- Madeira: Polpa Kraft STD
- Resíduos de Madeira: Energia
- Casca: Energia ou campo
- Lodo biológico: Energia ou descarte
- Dregs e cinzas: Descarte
- Sulfato de sódio: repor perdas de S e descarte
- Metanol: energia ou descarte
- Lignina: energia
- Hemiceluloses: energia
- CTO e terebintina : uso precário
- Combustível fóssil: ~50 kg/tsa
- Eficiência energética: média
- **FOCO ATUAL: maximizar produção de polpa e energia convencional**

BIORREFINARIAS

- Madeira: Polpa Kraft STD + polpas sob medida
- Resíduos de madeira: combustíveis de madeira (etanol, bio-óleo, gás)
- Casca: Energia + gás
- Lodo biológico: Biogás + fertilizantes
- Dregs e cinzas: Fertilizantes
- Sulfato de sódio: químicos do processo
- Metanol: químicos
- Lignina (parte): químicos e materiais
- Hemiceluloses: aditivos
- CTO e terebintina: químicos, materiais
- Combustível fóssil: Zero
- Eficiência energética: muito alta
- **FOCO BIORREFINARIA: Parcerias com pequenos e médios empreendedores para produzir bio-produtos inovadores e de alto valor agregado**

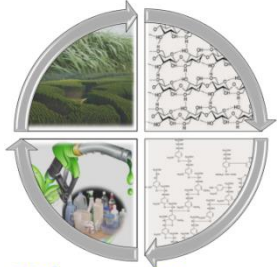
Biorrefinaria no LCP - UFV

LCP/UFV MAIN Research Goals IN BIOREFINERY

- **Establishing the significant biomass traits affecting physical, chemical and biochemical cell wall deconstruction**
- **Optimisation of pre-treatment methods (physical, chemical, biochemical and/or their combinations) for deconstructing biomass into its main components is paramount**
- **Development of advanced analytical tools for characterisation of the structural and non-structural biomass constituents and the study of their fate during the pre-treatment and deconstruction process**

LIGNODECO PROJECT (6 M USD)

Coordination: Jorge Colodette (www.lignodeco.com.br)



LignoDeco

- Consortium of seven Brazilian and European institutions, promoted by the Seventh Framework Program of the European Union.
- The main goal of the project is the development of new pre-treatments for an optimized deconstruction of fast-growing biomass.

The main results obtained so far include:

- production of pulp with 6 % higher yield by deposition of xylans onto eucalyptus kraft pulp in the oxygen delignification stage
- production of a high strength eucalyptus kraft pulp through fiber treatment with a specially designed cellulase blend
- development of a high biomass glucose-release LGF organosolv and soda-O₂ pretreatments for bioethanol production
- a high yield non-sulfur alkaline process adapted to lignin syringyl rich *Eucalyptus globulus* wood

GRADEIRA PROJECT : 1 M USD

Coordination: Jorge Colodette

- Consortium of 3 MG Universities and the MG State Secretary for Science and Technology (SECTES), financed by MG State Government (FAPEMIG)
- **Main Objectives:**
 - Producing biopolymers from sugar cane bagasse, elephant grass, bamboo and *eucalypt* species
 - Use of left over bits for biofuel and bioenergy purposes
- **Main Results:**
 - Production of a patented CMH biopolymer
 - Evaluation of the biopolymer as P&W paper additive (pilot plant)
 - Evaluation of the biopolymer for iron ore flotation in the mining industry

NOSSO TIME

