



Seminário Combustíveis Alternativos para a Aviação

29 e 30 de novembro de 2011

Realização



**Organização Brasileira
para o Desenvolvimento
da Certificação Aeronáutica**





DESAFIOS PARA O USO DE BIOMASSAS NÃO-CONVENCIONAIS NA PRODUÇÃO DE BQAV

Flávio dos Reis Gonçalves (INPI)

Marco André Fraga (INT)

Luiz Eduardo Pizarro Borges (IME)





IMPOSIÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS AO BQAV



Hidrocarbonetos $\text{C}_9\text{-C}_{16}$

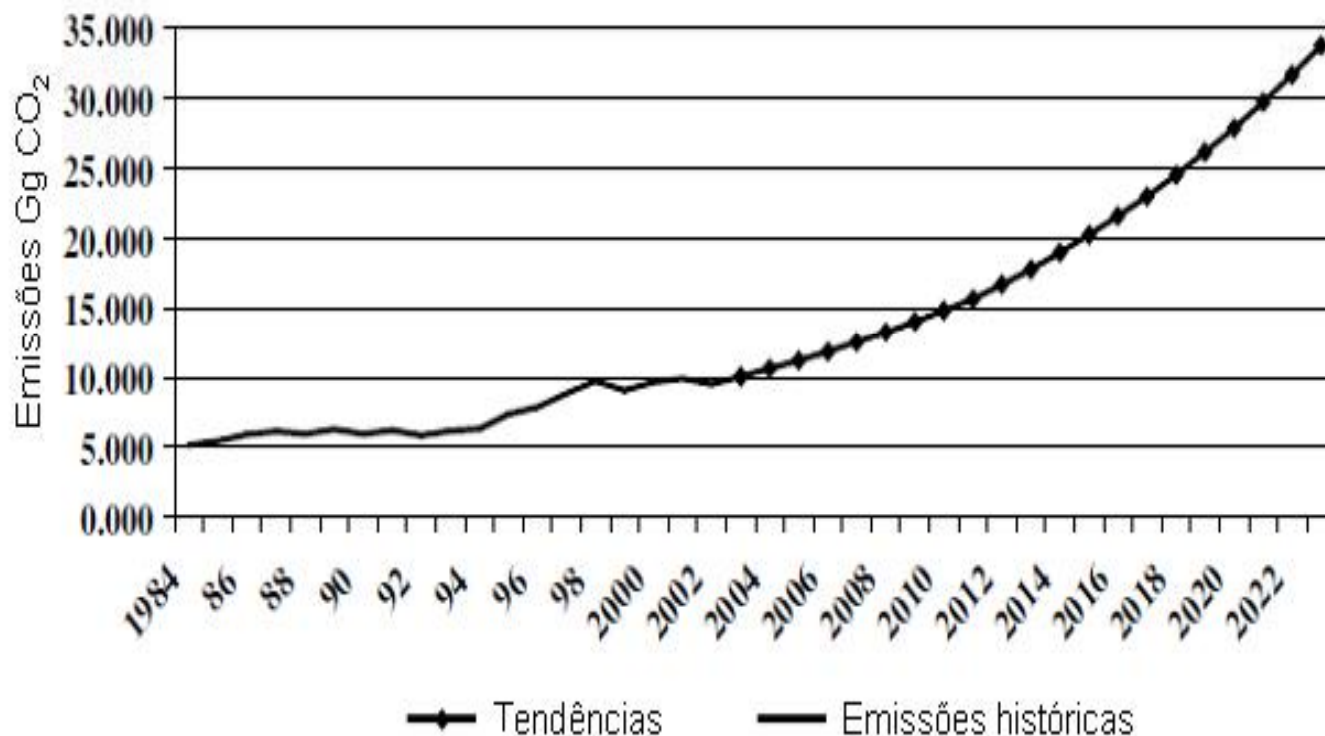
$d = 771\text{-}836 \text{ Kg/m}^3$

$\text{pto. fulgor}(\text{min}) = 38\text{-}40^{\circ}\text{C}$



IMPOSIÇÃO AMBIENTAL

ESTIMATIVA DE EMISSÕES CO₂ (BR)



FONTE: *Evolução histórica das emissões de CO₂ no setor de transporte aéreo no Brasil (série histórica e projeções futuras) (Adaptado de Simões e Schaeffer, 2005)*



MERCADO (BR) DE QAV-1 (ANOS 2000)

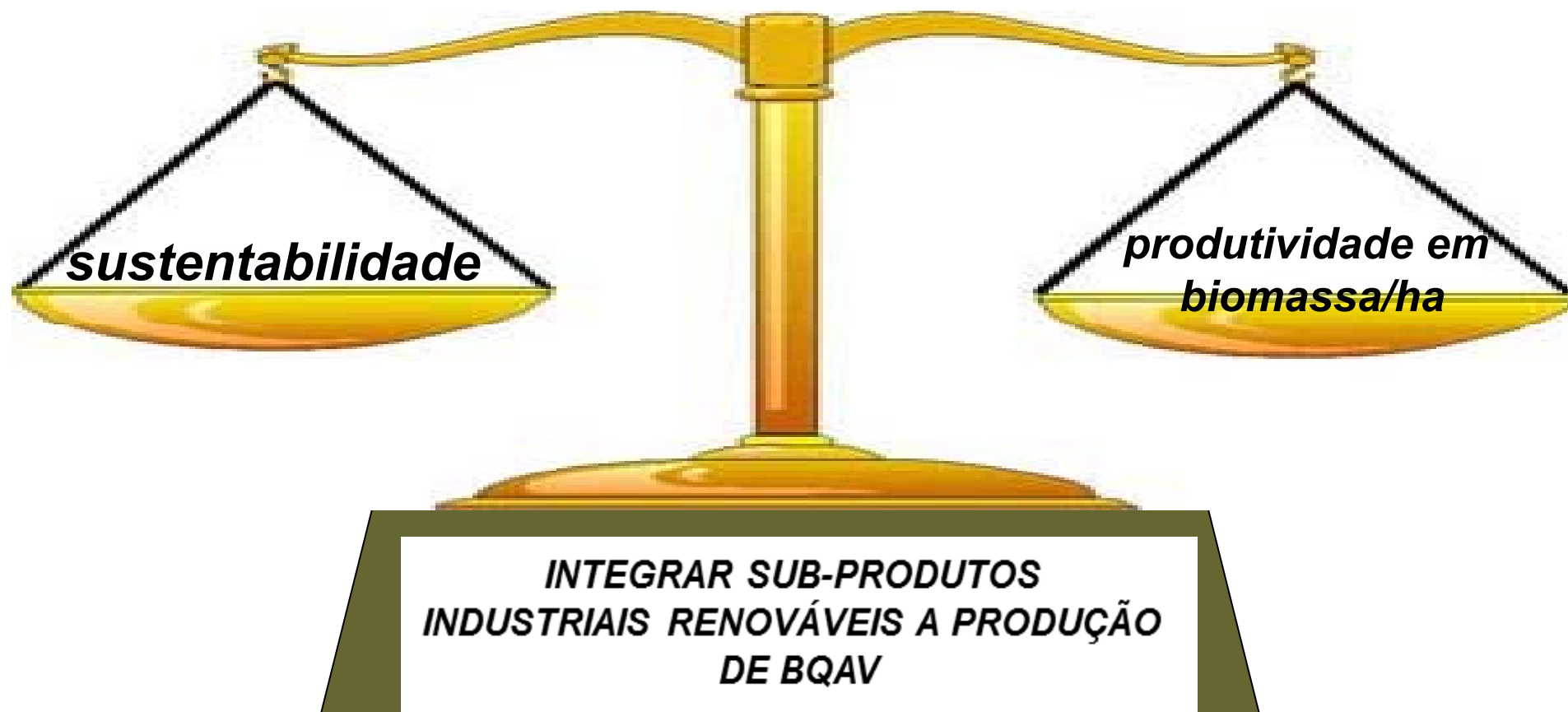
Qtidade QAV-1	2000	2009*	Variação na década
(milhões m ³) (BR)	3,74 (86%)	4,38 (81%)	~ 17%
(milhões m ³) (WO)	0,59 (14%)	1,05 (19%)	~ 78%
(milhões m ³) total vendida	4,33 (100%)	5,43 (100%)	~ 25%

último ano da série no anuário 2010 da ANP.
(BR) produzida nas refinarias brasileiras.
(WO) quantidade importada.





BASES PARA A PRODUZIR BQAV





BQAV DE MATÉRIAS-PRIMAS CONVENCIONAIS



Materias-primas (oleaginosas)	sucedâneos precursores	PCI (MJ/Kg) (ésteres etílicos)
<i>Pinhão-manso</i>	<i>Ácidos linoléico (C₁₈) e oléico (C₁₈)</i>	<i>~ 36,0 - 38,0</i>
<i>Babaçú</i>	<i>Ácidos láurico (C₁₂), mirístico (C₁₄) e palmítico (C₁₆)</i>	<i>~ 38,5 - 39,0</i>
<i>Camelina</i>	<i>Ácidos linolênico (C₁₈), linoléico (C₁₈) e oléico (C₁₈)</i>	<i>~ 36,0 - 38,0</i>
<i>Algas</i>	<i>Ácidos graxos C₁₄ a C₂₀</i>	<i>~38,0</i>
<i>Dendê</i>	<i>Ácido palmítico (C₁₆)</i>	<i>40</i>
<i>Côco</i>	<i>Ácidos láurico (C₁₂), mirístico (C₁₄), palmítico (C₁₆) e oleico (C₁₈)</i>	<i>~ 38,5 - 39,0</i>

Pto cong > -47°C para a maioria dos ésteres listados.

FONTE: KNOTHE, GERHARD; GERPEN, JON VAN; KRAHL, JÜRGEN; RAMOS, LUIZ PEREIRA.

Manual de biodiesel. Editora Edgard Blucher Ltda. 1ª edição. 339p. ISBN 978-85-212-0405-3, 2009



BIOMASSAS ALTERNATIVAS



Resíduos cítricos (terpenos)

- ✓ *Produtor de laranja;*
- ✓ *Indústria de cítricos*

Resíduos de eucaliptos (terpenóides)

- ✓ *Citriodora, Grandis, Urograndis, outros;*
- ✓ *Indústria papel e celulose, moveleira , siderúrgica e óleos essenciais*





RESÍDUOS CÍTRICOS

Segmento industrial	biomassa	sucedâneo precursor (%)	rendimento (%p)
CÍTRICOS	Laranja	91 a 93	0,2 a 0,92
	Limão	65 a 70	0,45 a 0,5
	Lima	~ 56	nd



n.d (não divulgado).

Fonte: Adaptado de SANTOS, 2002 , SHAW et al.,1971 e Benelli 2010.





Potencial integração e sinergia com o setor citrícola

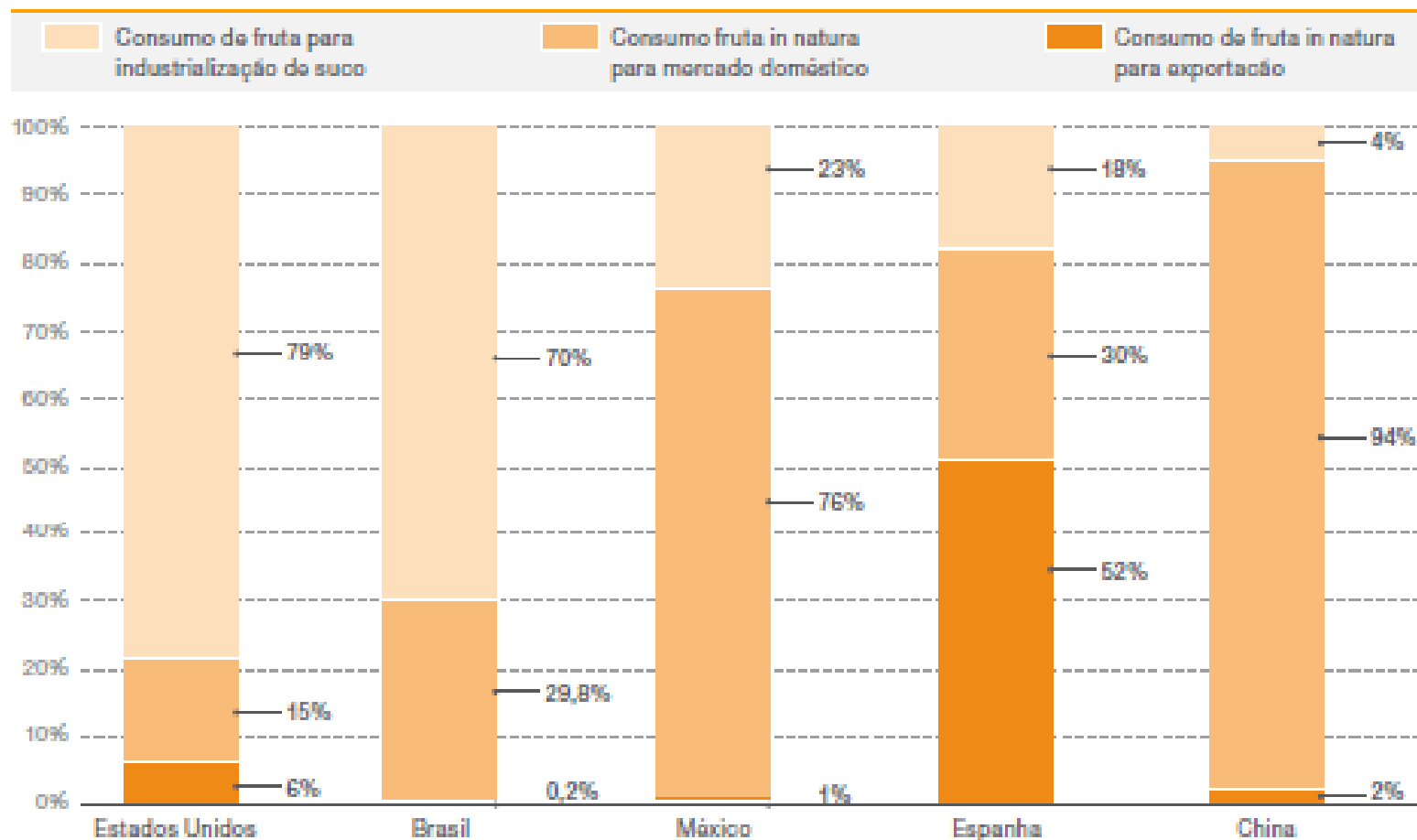


Fonte: Isto é dinheiro, Ed.681 (22/10/2010) (Suco de laranja um petróleo brasileiro).



CONSUMO DA LARANJA INDUSTRIALIZADA & *in natura* (BR e WO)

GRÁFICO 10: DESTINO DA LARANJA NOS PRINCIPAIS PAÍSES PRODUTORES NA SAFRA 2008/09



Fonte: Elaborado por Markstrat, a partir de dados do departamento de agricultura da Espanha, FAO, USDA e IBGE.

Dados: "O retrato da citricultura brasileira"; Neves, Marcos Fava –FEA/USP Ribeirão Preto



SAFRA DA LARANJA (BR) (ANOS 2000)

PRODUÇÃO ANUAL DE LARANJA (10 ⁶ t)								
2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
16,98	18,53	16,92	18,31	17,85	18,03	18,68	18,54	17,62

Fonte: Sidra-IBGE.





COMPOSIÇÕES DE BQAV, BIOMASSA: LARANJA

ESTIMATIVA PARA FORMULAÇÃO DE BQAV									
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
SUCEDÂNEO LARANJA (m³)	186009	202954	185288	200579	195538	197497	204645	203036	192981
QAV-1 (m³)	4818253	4436374	3972402	4209401	4429475	4465962	4890597	5227500	5428384
COMPOSIÇÃO BQAV (%) v/v	3,7	4,4	4,5	4,6	4,2	4,2	4,0	3,7	3,4

Fonte 1: Alicewed - preços médios para o sub-produto cítrico;

Fonte 2: Sidra-IBGE- produção anual de laranja;

Fonte 3: Anuário ANP 2010





BQAV PRODUZIDO COM MATÉRIAS-PRIMAS NÃO CONVENCIONAIS

PROPRIEDADES	Sucedâneo processado	QAV-1
<i>Acidez (mgKOH/g)</i>	<i>< 0,010 (estimada)</i>	<i>0,015 (máx.)</i>
<i>Aromáticos (% v)</i>	-----	<i>25,0 (máx.)</i>
<i>Enxofre Total (% m)</i>	-----	<i>0,30 (máx.)</i>
<i>Ponto de Fulgor (°C)</i>	<i>44,7</i>	<i>40,0 (min.)</i>
<i>Ponto final de Ebulição (°C)</i>	<i>170</i>	<i>300</i>
<i>Massa Específica (Kg/m³)</i>	<i>785</i>	<i>771,3 - 836,6</i>
<i>Ponto de congelamento (°C)</i>	-118	<i>- 47 (máx.)</i>
<i>Viscosidade Cinemática (cSt)</i>	<i>1,0 - 2,0 (estimada)</i>	<i>8,0 (máx.)</i>
<i>Poder Calorífico inferior (MJ/Kg)</i>	43,0	<i>42,8 (min.)</i>

Dados: Site Pubchem e Resolução N° 37 de 01/12/2009 da ANP.





PCI E DENSIDADE DE ENERGIA DE BLENDAS A 10 E 20% (v/v) BQAV

<i>Produtos</i>	<i>Conteúdo Energético (MJ/Kg)</i>	<i>Densidade Energética (10³MJ/m³)</i>
<i>QAV-1 mineral (Típico)</i>	43,2	33,8
<i>BQVA10</i>	43,341	34,28
<i>BQAV20</i>	43,345	34,33

Dados: tese de doutorado “Produção de bioquerosene a partir de derivados de biomassa,; Gonçalves, Flávio dos Reis (2011) & Resolução Nº 37 de 01/12/2009 da ANP.





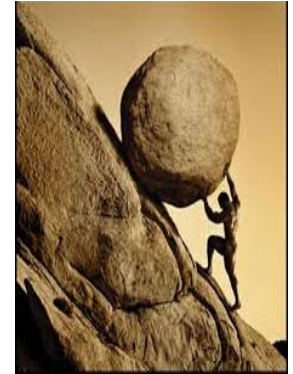
RESÍDUOS DE EUCALIPTOS

ESPÉCIE	APLICAÇÕES	COMPOSIÇÃO DO SUCEDÂNEO PREDOMINANTE(S)		RENDIMENTO (%) (EXTRAÇÃO DO OE)
		NOME	TEOR(%)	
<i>Eucalyptus citriodora</i>	higiene/perfumaria	citronelal	65 a 80	0,5 – 2,0
<i>Eucalyptus globulus</i>	higiene/medicinal	cineol	60 a 85	0,7 – 2,4
<i>Eucalyptus urograndis</i>	papel/celulose	cineol α -pineno cimeno	44 23 14	0,375
<i>Eucalyptus urophylla</i>	papel/celulose	cineol	36,7 a 72,5	0,39 – 1,24
<i>Eucalyptus staigerana</i>	higiene/perfumaria	citral	10 a 40	1,2 – 1,5
<i>Cymbopogon citratus</i> (capim-limão)	higiene/perfumaria	citral	80,2	0,39 – 1,67
<i>Mentha arvensis</i>	aromatizante	mentol	80 a 90	0,6 -1,0
<i>Eucalyptus dives</i>	higiene/perfumaria	felandreno	60 a 80	1,5 a 5,0

Fonte: adaptado de VITTI e BRITO, 2003; CASTRO, 2006; CZEPAK et al, 2007; MARTINS, 2000; SANTOS, 2002.



RESÍDUO DE EUCALIPTOS : DESAFIOS & PERSPECTIVAS



- *Pouca retenção oleosa nas folhagens (metabolismo secundário das plantas);*
- *Influência do clima na produção de óleo pelas folhagens (ventos, umidade, etc..);*
- *Manejo que favoreça maior produção de folhas que lenho;*
- *Espaçamento adequado para crescimento das copas;*
- *Seleção e obtenção de espécies modificadas que produzam mais óleo;*
- *Avaliação da produtividade das espécies (quantidade/ha);*



BQAV DE BIOMASSAS NÃO CONVENCIONAIS: VANTAGENS

- *Derivado alternativo ao produto fóssil;*
- *Redução de S, N e particulados na queima;*
- *Mitigação de gases de efeito estufa;*
- *Recuperação de áreas degradadas;*
- *Aproveitamento de extensas áreas de plantio e insolação durante todo ano;*
- *Uso de matérias-primas domesticadas ao clima brasileiro;*
- *Várias alternativas de biomassas;*
- *Redução de aromáticos na composição (carcinogênico);*
- *Redução da dependência do QAV-1 importado com desenvolvimento de tecnologias nacionais.*





CONCLUSÕES



- *BQAV produzido com biomassas não convencionais funcionou nas pesquisas de bancada (processo e especificações de qualidade das blendas produzidas);*
- *Grande volume de produção e processamento industrial sinalizam os subprodutos cítricos com grande potencial na produção de BQAV;*
- *Logística de processamento e disponibilização do BQAV a partir de cítricos é favorecida pela proximidade do parque citrícola e aeronáutico no Estado de São Paulo;*
- *Incentivo a utilização de resíduos da indústria de papel, siderúrgica (produção de carvão) e o crescimento na produção de terpinóides (óleos essenciais) para produção de BQAV;*
- *Em razão das restrições quanto a quantidade de matérias primas, **o emprego de biomassas não convencionais é apenas uma parte da solução** para obtenção de sucedâneos renováveis para a produção de Bqav.*



Obrigado

flaviorg@inpi.gov.br

marco.fraga@int.gov.br

l Luiz@ime.eb.br

