

PROJETO DE PESQUISA E AVALIAÇÃO



RELATÓRIO FINAL

PERSPECTIVAS DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO SETORIAL:

INDÚSTRIA DE BENS DE CAPITAL PARA ENERGIA RENOVÁVEL

P D T S - I B K E R

GRUPO DE INDÚSTRIA E COMPETITIVIDADE

GIC-IE/UFRJ

UFRJ



Universidade Federal
do Rio de Janeiro



Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial

PROF. DAVID KUPFER (IE/UFRJ)
PROF. FABIO STALLIVIERI (FE/UFF)
PROF. RICARDO NAVEIRO (POLI/COPPE/UFRJ)
PROF. RODRIGO SABBATINI (IE/UNICAMP)



EQUIPE DE COORDENAÇÃO

O PROJETO PDTS-IBKER

RESULTADOS DO TRABALHO DE CAMPO

A ECONOMIA INDUSTRIAL DA IBKER



ROTEIRO

A PESQUISA

O ESCOPO

METODOLOGIA DA PESQUISA

MATRIZ DE RESULTADOS



O PROJETO PDTS-IBKER

A P E S Q U I S A

Avaliar as perspectivas de **desenvolvimento tecnológico** da Indústria de **Bens de Capital** para **Energia Renovável** (IBKER), esperadas no **horizonte** dos próximos **15 anos**, para subsidiar iniciativas posteriores da **ABDI** visando construir uma agenda tecnológica para essa **indústria**.

E S C O P O

Equipamentos relacionados à **geração de energia elétrica** originada das seguintes fontes renováveis:

- ✓ Eólica
- ✓ Solar e fotovoltaica
- ✓ Tradicionais: Biomassa, PCH

PREMISSA: MAPEAMENTO DE TENDÊNCIAS TECNOLÓGICAS POR MEIO DE CONSULTAS A ESPECIALISTAS



ATRIBUIÇÕES DO COMITÊ TÉCNICO

Seleção da lista de **Tecnologias Emergentes**

Sugestão de integrantes para **Painel de Respondentes**

Consistência e avaliação dos **Resultados**

A PESQUISA

O ESCOPO

 **METODOLOGIA**

DA PESQUISA

PROCESSAMENTO

DOS RESULTADOS

MATRIZ DE RESULTADOS

- Laboratório de Energia Solar da UFRGS
Núcleo de Tecnologia em Energia Solar da PUCRS
- Centro Nacional de Referência em Pequenas Centrais Hidrelétricas da UNIFEI
- Núcleo de Excelência em Geração Termelétrica e Distribuída da UNIFEI
- Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito – CRESESB/CEPEL
- Laboratório de equipamentos e processos térmicos da COPPE/UFRJ
- Empresas do setor

ESPECIALISTAS DO COMITÊ TÉCNICO ELABORARAM LISTAS DE **TECNOLOGIAS EMERGENTES** (UMA PARA CADA FONTE DE ENERGIA EM ESTUDO)

Tecnologias Emergentes: novos produtos, novos usos de produtos já existentes, novos processos produtivos ou novos materiais e componentes em fase pré-comercial, de desenvolvimento ou pesquisa exploratória em horizonte de 15 anos

O Painel de Respondentes da pesquisa de campo foi elaborada com base em:

- **Sugestões do Comitê Técnico**
- **Levantamento (coordenação do projeto) junto a Empresas e representantes da indústria e Núcleos acadêmicos de pesquisa**
- **Buscou-se manter o equilíbrio entre representantes de empresas, associações, governo e acadêmicos**
- **Aplicação do questionário de campo por meio do site da pesquisa <http://www.ie.ufrj.br/gic/ibker/>**

QUESTIONÁRIO

ELABORAÇÃO DE **QUESTIONÁRIOS** (PARA CADA FONTE DE ENERGIA)

“LINHAS”

- **Tecnologias emergentes** indicadas pelo **Comitê Técnico** e adequadas à regra de redação do estudo (listas de tecnologias)

“COLUNAS”

- Conhecimento do **Respondente** sobre o Tópico
- **Factibilidade (técnica)**
- Viabilidade do **uso comercial** no mundo até 2025
- **Difusão esperada** do tópico no Brasil
- Potencial para **produção** no Brasil

QUESTIONÁRIO



Projeto Perspectivas para o Desenvolvimento Tecnológico Setorial
Indústria de Bens de Capital para Energia - IBKER



HOME PAINEL LOGOUT

Respondente: fabio

Questionário de Energia Solar

RESPONDIDAS **0** DE 50

CONHECIMENTO DO RESPONDENTE SOBRE O TÓPICO	FACTIBILIDADE TÉCNICA	VIABILIDADE DO USO COMERCIAL NO MUNDO ATÉ 2025	DIFUSÃO ESPERADA DO TÓPICO NO BRASIL		POTENCIAL PARA PRODUÇÃO NO BRASIL ATÉ 2025
			EM 5 ANOS	EM 15 ANOS	

1. Uso de rota química para purificação do silício para produção de células solares

<input type="text"/>					
----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

2. Uso de rota metalúrgica para purificação do silício para produção de células solares

<input type="text"/>					
----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

A PESQUISA

TECNOLOGIAS EMERGENTES: novos produtos, novos usos de produtos já existentes, novos processos produtivos ou novos materiais e componentes em fase pré-comercial, de desenvolvimento ou pesquisa exploratória em horizonte de 15 anos.

O ESCOPO

TECNOLOGIAS NÃO FACTÍVEIS: são tecnologias “irrealizáveis”, por demandarem desenvolvimentos futuros de novos materiais e / ou de novos componentes e / ou de novos processos, etc.. Assume-se que estas tecnologias não podem ser produzidas diante do atual estado da arte e da perspectiva para os próximos 15 anos.

 **METODOLOGIA
DA PESQUISA**

TECNOLOGIAS FACTÍVEIS: são tecnologias emergentes viáveis de serem produzidas diante do atual estado da arte e da perspectiva para os próximos 15 anos.

PROCESSAMENTO
DOS RESULTADOS

TECNOLOGIAS NÃO VIÁVEIS: são tecnologias inviáveis diante de uma análise de custo e benefício em horizonte de 15 anos, seja diante de outras tecnologias concorrentes ou pelas características da própria tecnologia emergente analisada.

MATRIZ DE RESULTADOS

TECNOLOGIAS VIÁVEIS: são tecnologias emergentes que possuem um resultado favorável diante de uma análise de custo e benefício em relação as suas próprias características ou diante de outras tecnologias.

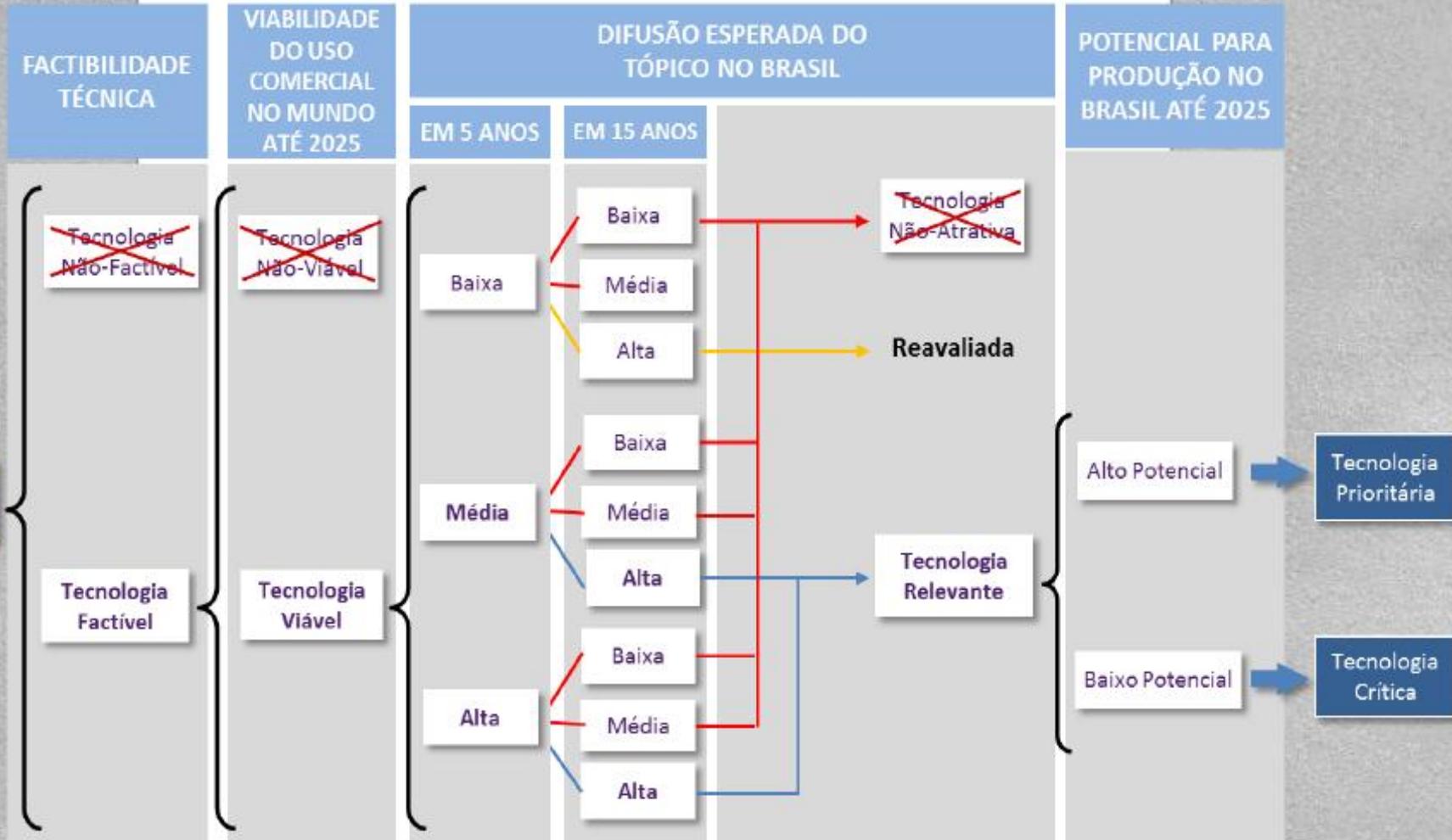
TECNOLOGIA NÃO ATRATIVA: são tecnologias que apresentam como características um lento / baixo grau de difusão esperada no Brasil em horizonte de 15 anos. Este lento / baixo grau é identificado através da curva de difusão tecnológica estimada para a tecnologia emergente em questão.

TECNOLOGIA RELEVANTE: são aquelas que terão um rápido / alto grau de difusão no Brasil nos próximos 15 anos.

TECNOLOGIA RELEVANTE CRÍTICA: são as tecnologias relevantes em que identifica-se que o país possui um baixo potencial de produção até 2025, demandando que, tanto a IBKER quanto as agências de fomento e desenvolvimento busquem soluções que permitam o desenvolvimento e produção destas tecnologias no Brasil.

TECNOLOGIA RELEVANTE PRIORITÁRIA: são tecnologias emergentes com alto potencial de produção no Brasil em horizonte de 15 anos, no sentido de que a IBKER deve direcionar seus esforços para a consolidação e desenvolvimento de suas capacitações nestas tecnologias.

SELEÇÃO DE TECNOLOGIAS



CRITÉRIOS ADOTADOS

- **Tecnologia Factível:** a tecnologia em questão é factível quando no **mínimo 70% dos especialistas** entrevistados a considerem assim.
- **Tecnologia Viável:** tecnologia é considerada viável **caso 70% dos especialistas** tenha esta opinião.
- **Tecnologia Relevante:** quando mais de **70% dos especialistas** consideram que a tecnologia vai ser **difundida em média / alta escala** nos próximos **5 anos** e em **alta escala** nos **próximos 15 anos**.
- **Tecnologia Relevante Prioritária:** mais de **50% dos especialistas** acredita que a tecnologia tem alto potencial de produção no Brasil.

GRUPO DE INDÚSTRIA E COMPETITIVIDADE

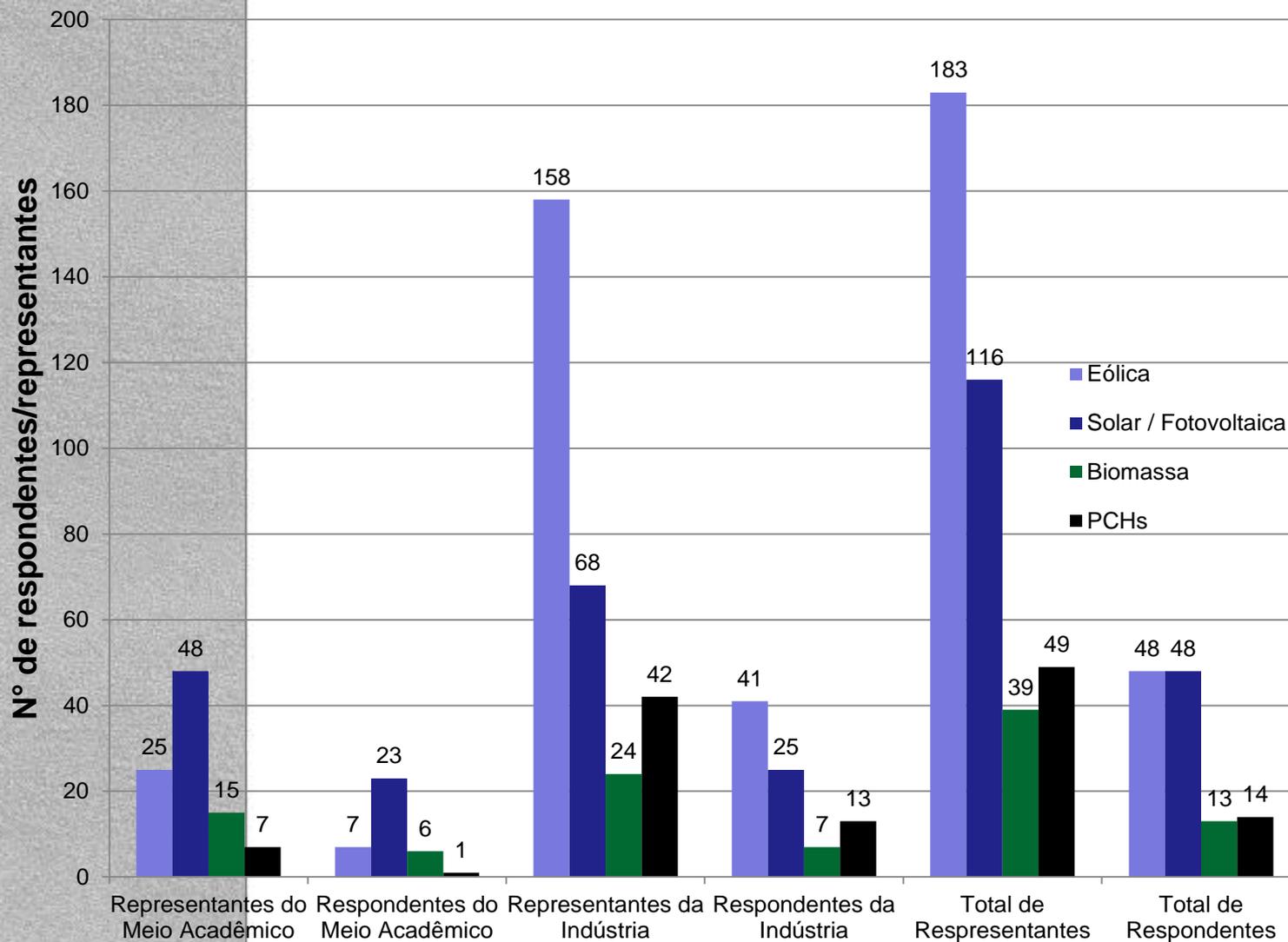
GIC-IE/UFRJ

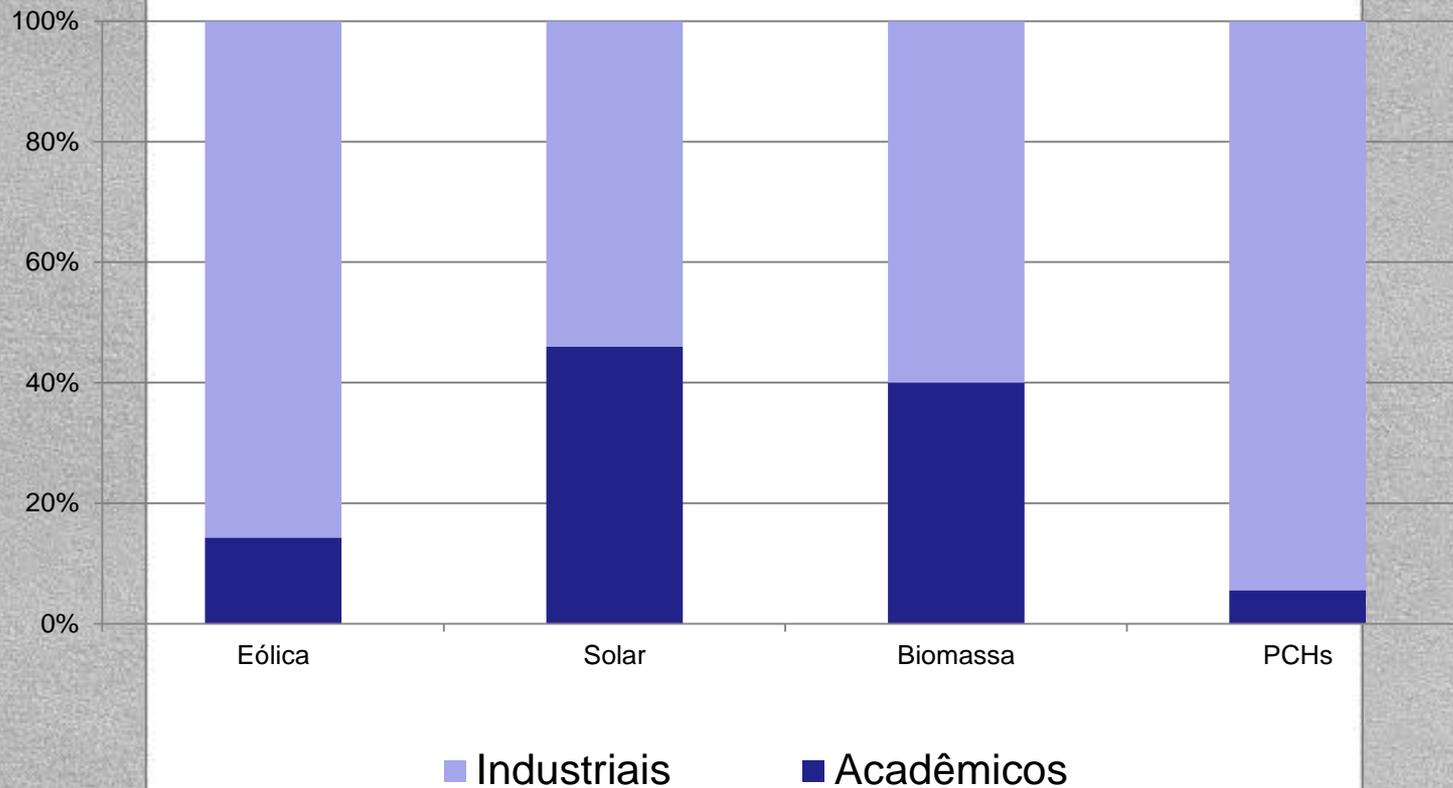
PROGRAMA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

COPPE/UFRJ

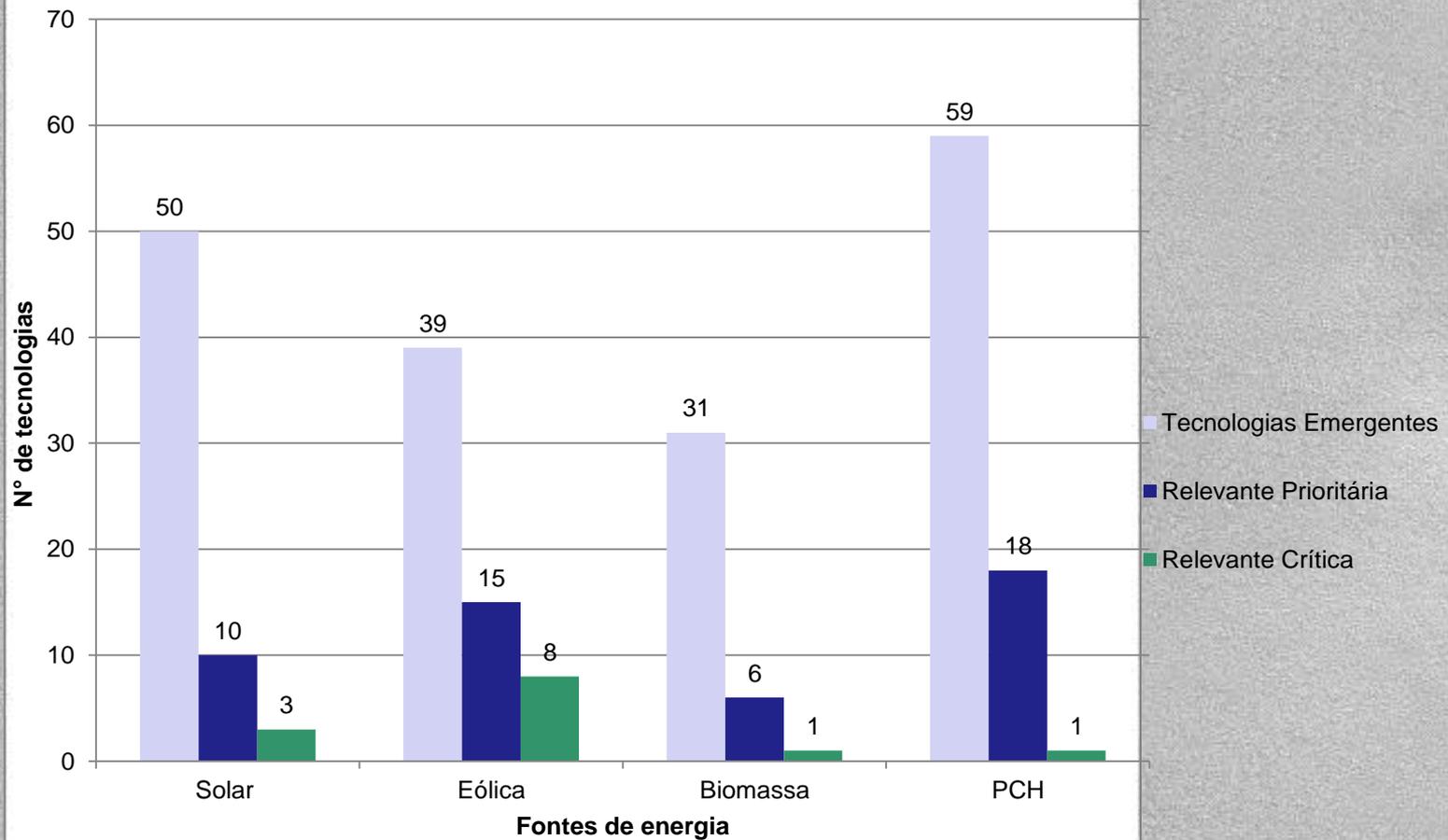


RESULTADOS DO TRABALHO DE CAMPO





CLASSIFICAÇÃO
DAS TECNOLOGIAS
AVALIADAS



TECNOLOGIAS PRIORITÁRIAS SOLAR

SEGMENTOS TECNOLÓGICOS	MATERIAIS E INSUMOS	SISTEMAS ELETROME CÂNICOS	SISTEMAS ELETRÔNICOS	SISTEMAS AUXILIARES E DE CONTROLE
CAPTAÇÃO				
USO DE ROTA METALÚRGICA PARA PURIFICAÇÃO DO SILÍCIO PARA PRODUÇÃO DE CÉLULAS SOLARES	X			
USO DO MÉTODO CZOCHRALSKI PARA A PRODUÇÃO DE LINGOTES DE SILÍCIO.	X			
USO DO SILÍCIO CRISTALINO (MONOCRISTALINO E MULTICRISTALINO) PARA FABRICAÇÃO DE CÉLULAS E MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.	X			
USO DE EIXO HORIZONTAL COM ORIENTAÇÃO NORTE-SUL EM SISTEMAS DE SEGUIMENTO COM ROTAÇÃO.		X		
TRANSFORMAÇÃO				
BATERIAS CHUMBO-ÁCIDO COM GEL				X
BATERIAS CHUMBO-ÁCIDO COM ELETRÓLITO LÍQUIDO				X
LIGAÇÃO À REDE				
USO DE INVERSORES AUTOCOMUTADOS E CHAVEADOS POR TRANSISTORES IGBT PARA LIGAÇÃO À REDE ELÉTRICA (CR).				X
USO DE INVERSORES AUTOCOMUTADOS SEM TRANSFORMADOR PARA LIGAÇÃO À REDE ELÉTRICA (CR).				X
USO DE INVERSORES AUTOCOMUTADOS COM SAÍDA EM BAIXA TENSÃO (100 VCA A 400 VCA) PARA LIGAÇÃO A REDE ELÉTRICA (CR).				X
USO DE INVERSORES BASEADOS EM MODULAÇÃO SENOIDAL POR LARGURA DE PULSO (PWM) PARA SISTEMAS ISOLADOS.				X

TECNOLOGIAS PRIORITÁRIAS EÓLICA

SEGMENTOS TECNOLÓGICOS	MATERIAIS E INSUMOS	SISTEMAS ELETROMECAÑICOS	SISTEMAS ELETRÑNICOS	SISTEMAS AUXILIARES E DE CONTROLE
CAPTAÇÃO				
USO DE TORRE AUTOPORTANTE PARA AEROGERADORES ACIMA DE 10 kW VISANDO MINIMIZAR CUSTOS	X			
USO DE TINTAS ESPECIAIS EM EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS E MECÂNICOS OFFSHORE (PARTES ACIMA DO NÍVEL DA ÁGUA E PARTES SUBMERSAS) PARA PROTEÇÃO ATMOSFÉRICA	X			
USO DE NAVIOS ESPECIAIS PARA TRANSPORTE E INSTALAÇÃO DE AEROGERADORES PREVIAMENTE MONTADOS E COMISSIONADOS	X			
USO DE MODELOS DE PÁ MAIS ADEQUADO AO PERFIL DE VENTO BRASILEIRO VISANDO UM MELHOR APROVEITAMENTO DE VELOCIDADES MAIS BAIXAS	X			
USO DE CONTROLE ATIVO DE POSICIONAMENTO EM AEROGERADORES DE PEQUENO PORTE PARA AUMENTANDO DE EFICIÊNCIA NA CAPTAÇÃO DO VENTO (AEROGERADORES SEM RABETA/LEME)		X		
TRANSFORMAÇÃO				
USO DE IMÃ PERMANENTE EM NEODÍMIO PARA MAQUINAS ELÉTRICAS DE ALTO DESEMPENHO	X			
USO DE AEROGERADORES DE 10 kW EM SISTEMAS ISOLADOS		X		

TECNOLOGIAS PRIORITÁRIAS

EÓLICA

SEGMENTOS TECNOLÓGICOS	MATERIAIS E INSUMOS	SISTEMAS ELETROME CÂNICOS	SISTEMAS ELETRÔNICOS	SISTEMAS AUXILIARES E DE CONTROLE
LIGAÇÃO À REDE				
USO DE SISTEMAS DE CONTROLE INTELIGENTES EM GRANDES PARQUES EÓLICOS PARA CONEXÃO A REDE ELÉTRICA				X
USO DE INVERSORES INTELIGENTES EM SISTEMAS HÍBRIDOS SOLAR-EOLICO-DIESEL PARA UM GERENCIAMENTO MAIS INTELIGENTE DAS FONTES DE GERAÇÃO E CONTROLE DE DEMANDA			X	
USO DE CONVERSORES DE POTENCIA PARA COMPENSAÇÃO DE REATIVOS EM GRANDES PARQUES EÓLICOS			X	
USO DE CONVERSORES DE POTENCIA NA CONEXÃO A REDE PARA REDUÇÃO DE PERDAS E FORNECIMENTO DE ENERGIA EM ALTA QUALIDADE			X	
USO DE ANALISADORES DE QUALIDADE DE ENERGIA INTEGRADOS AOS MEDIDORES DE ENERGIA PARA MELHOR MONITORAMENTO DA GERAÇÃO E DE SEU DESEMPENHO NA REDE			X	
USO DE BATERIAS NÍQUEL				X
USO DE BATERIAS CHUMBO				X

SEGMENTOS TECNOLÓGICOS	MATERIAIS E INSUMOS	SISTEMAS ELETROME CÂNICOS	SISTEMAS ELETRÔNICO S	SISTEMAS AUXILIARES E DE CONTROLE
CAPTAÇÃO				
USO DE TURBINA FRANCIS, PARA CENTRAIS DE MÉDIAS ROTAÇÕES ESPECÍFICAS (FRANCIS NORMAL)		X		
USO DE TURBINA FRANCIS, PARA CENTRAIS DE ALTAS ROTAÇÕES ESPECÍFICAS (FRANCIS RÁPIDA)		X		
USO DE TURBINA AXIAL TIPO KAPLAN (PÁS MÓVEIS) DE ALTAS ROTAÇÕES ESPECÍFICAS (5 A 6 PÁS) COM PÁS DO ROTOR MÓVEIS E PÁS DO DISTRIBUIDOR FIXA		X		
USO DE TURBINAS KAPLAN DO TIPO EM "S" COM GERADOR EXTERNO A MONTANTE		X		
USO DE TURBINAS KAPLAN DO TIPO EM "S" COM GERADOR EXTERNO A JUSANTE		X		
USO DE TURBINA COM CAIXA ESPIRAL DE AÇO		X		
USO DE EXCITATRIZ ROTATIVA		X		
TRANSFORMAÇÃO				
USO DE GERADOR CONVENCIONAL DE ROTAÇÃO CONSTANTE SÍNCRONO, COM ROTAÇÕES SUPERIORES A 600 RPM		X		
USO DE GERADOR CONVENCIONAL DE ROTAÇÃO CONSTANTE DO TIPO HIDROGERADOR (GERADOR SÍNCRONO, COM BAIXAS ROTAÇÕES)		X		

SEGMENTOS TECNOLÓGICOS	MATERIAIS E INSUMOS	SISTEMAS ELETROME CÂNICOS	SISTEMAS ELETRÔNICOS	SISTEMAS AUXILIARES E DE CONTROLE
TRANSFORMAÇÃO				
USO DE SISTEMA DIGITAL EM REGULADOR DE VELOCIDADE			X	
USO DE SISTEMA DIGITAL INTEGRADO (VELOCIDADE E DE TENSÃO) EM REGULADOR DE VELOCIDADE			X	
USO DE REGULADOR DE TENSÃO		X		
LIGAÇÃO À REDE				
USO DE OPERAÇÃO DESASSISTIDA NO SISTEMA DE SUPERVISÃO DA CENTRAL				X
USO DE OPERAÇÃO DESASSISTIDA REMOTA NO SISTEMA DE SUPERVISÃO DA CENTRAL				X
USO DE TECNOLOGIA CLP NO SISTEMA DE SUPERVISÃO DA CENTRAL		X		
USO DE TECNOLOGIA TOTALMENTE DIGITAL NO SISTEMA DE SUPERVISÃO DA CENTRAL			X	

SEGMENTOS TECNOLÓGICOS	MATERIAIS E INSUMOS	SISTEMAS ELETROME CÂNICOS	SISTEMAS ELETRÔNICOS	SISTEMAS AUXILIARES E DE CONTROLE
CAPTAÇÃO				
-	-	-	-	-
TRANSFORMAÇÃO				
-	-	-	-	-
LIGAÇÃO À REDE				
USO DE INVERSORES AUTOCOMUTADOS E CHAVEADOS POR MOSFET PARA LIGAÇÃO À REDE ELÉTRICA (CR).				X
USO DE INVERSORES AUTOCOMUTADOS COM TRANSFORMADOR DE BAIXA FREQUÊNCIA PARA LIGAÇÃO À REDE ELÉTRICA (CR).			X	X
USO DE CONTROLADORES DE CARGA COM SEGUIDOR DO PONTO DE MÁXIMA POTÊNCIA (MPPT) PARA BATERIAS.			X	X

SEGMENTOS TECNOLÓGICOS	MATERIAIS E INSUMOS	SISTEMAS ELETROMECÂNICOS	SISTEMAS ELETRÔNICOS	SISTEMAS AUXILIARES E DE CONTROLE
CAPTAÇÃO				
USO DE FIBRA DE CARBONO VISANDO CONFECÇÃO DE PÁS MAIS LEVES E RESISTENTES	X			
TRANSFORMAÇÃO				
USO DE MATERIAIS DE ALTO DESEMPENHO PARA CAIXAS DE REDUÇÃO	X			
USO DE MATERIAIS DE ALTO DESEMPENHO EM SISTEMAS DE FREIO DE EMERGÊNCIA	X			
USO DE LUBRIFICANTES ESPECIAIS PARA CAIXAS DE REDUÇÃO	X			
USO DE AEROGERADORES DE 50 kW	X	X	X	
LIGAÇÃO À REDE				
USO DE CONTROLADORES DE CARGA INTELIGENTES NO CONTROLE CARGA E DESCARGA DAS BATERIAS PARA MAIOR EFICIÊNCIA E REDUÇÃO DE PERDAS			X	X
USO DE BATERIAS NÍQUEL-ZINCO				X

TECNOLOGIAS CRÍTICAS

BIOMASSA E PCH

BIOMASSA

SEGMENTOS TECNOLÓGICOS	MATERIAIS E INSUMOS	SISTEMAS ELETROME CÂNICOS	SISTEMAS ELETRÔNICOS	SISTEMAS AUXILIARES E DE CONTROLE
CAPTAÇÃO				
-	-	-	-	-
TRANSFORMAÇÃO				
USO EM MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA DE BIOGÁS OBTIDO A PARTIR DA DIGESTÃO ANAERÓBICA DE BIOMASSA		X		
LIGAÇÃO À REDE				
-	-	-	-	-

PCH

SEGMENTOS TECNOLÓGICOS	MATERIAIS E INSUMOS	SISTEMAS ELETROME CÂNICOS	SISTEMAS ELETRÔNICOS	SISTEMAS AUXILIARES E DE CONTROLE
CAPTAÇÃO				
USO DE TURBINA COM CAIXA ESPIRAL DE CONCRETO		X		
TRANSFORMAÇÃO				
-	-	-	-	-
LIGAÇÃO À REDE				
-	-	-	-	-

GRUPO DE INDÚSTRIA E COMPETITIVIDADE

GIC-IE/UFRJ

NÚCLEO DE ECONOMIA INDUSTRIAL

E DA TECNOLOGIA

NEIT/UNICAMP



A ECONOMIA INDUSTRIAL DA IBKER

EQUIPAMENTOS PARA ENERGIA SOLAR
EQUIPAMENTOS PARA ENERGIA EÓLICA
EQUIPAMENTOS PARA ENERGIA RENOVÁVEIS
TRADICIONAIS



A ECONOMIA INDUSTRIAL DA IBKER

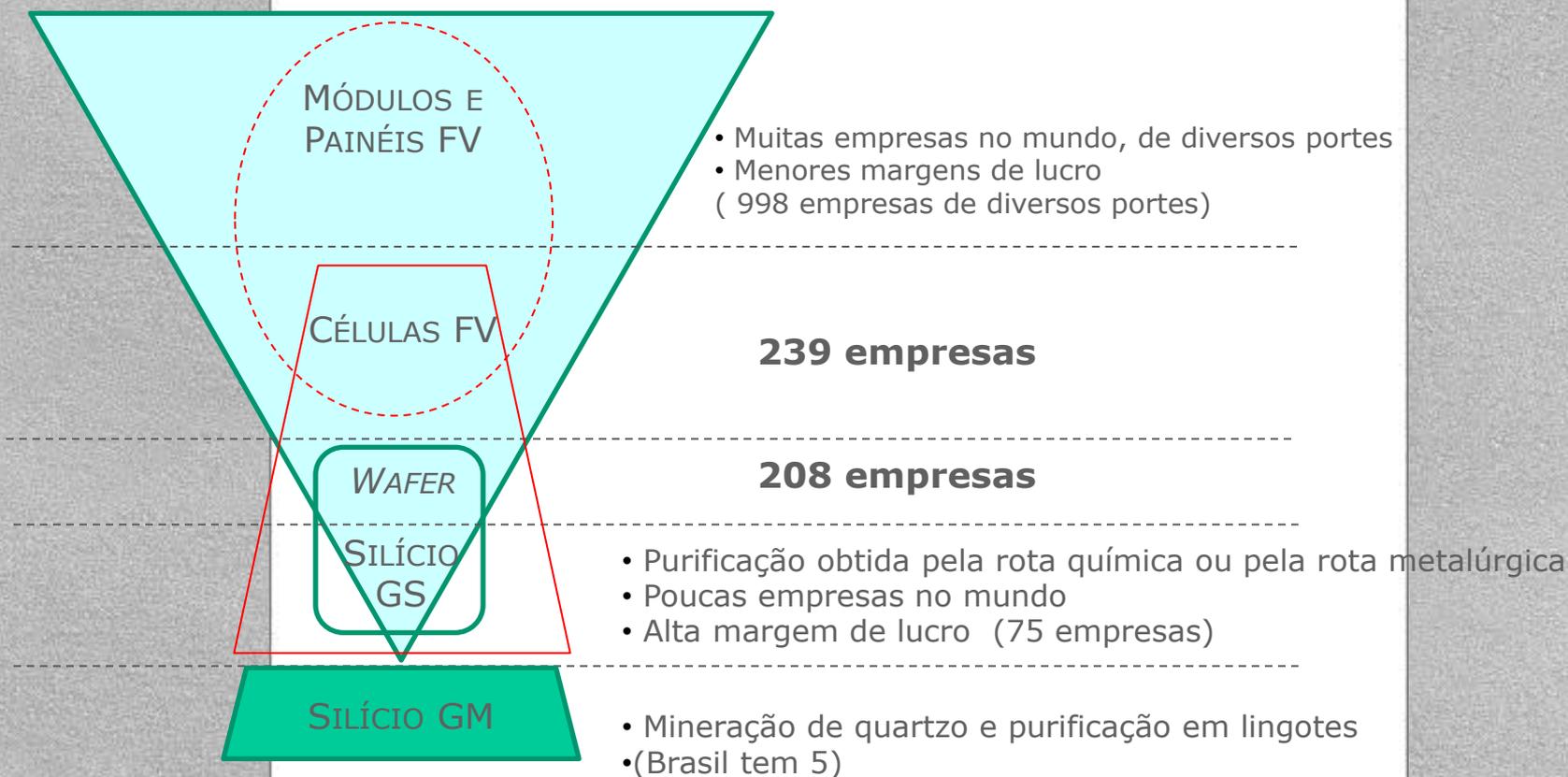
SOLAR FV
CADEIA PRODUTIVA
IMPACTOS SOBRE A IBK



EQUIPAMENTOS PARA ENERGIA SOLAR

SOLAR FV CADEIA PRODUTIVA

- Cadeia ligada aos segmentos **metalúrgico** e de **componentes eletrônicos**
- Cadeia **organizada hierarquicamente: verticalização é desejável** e perseguida pelas empresas líderes



SOLAR FV: CARACTERÍSTICAS E TENDÊNCIAS TECNOLÓGICAS

- Segmento fortemente dependente de políticas públicas
 - Apoio ao desenvolvimento tecnológico
 - Ampliação da demanda (política tarifária, *net metering* e outros incentivos)
- Presença significativa no segmento residencial, ligado à rede com *net metering* (Europa), mas crescimento de grandes parques solares
- Crescimento expressivo da demanda e da oferta: aumento da escala de produção e queda de preços
 - Produção concentrada na Ásia, com destaque para a **China**

SOLAR FV: IMPACTOS SOBRE A IBKER

VARIÁVEL	MODELO DE NEGÓCIO		
	Parques solares ligados à rede	Sistemas isolados/residenciais	Autogeração
Escala	Até cerca de 10 MW	Poucos módulos por unidade	Muitos módulos por unidade
Demandante	Grandes operadoras (geração e/ou distribuição)	Famílias (demanda social e demanda residencial)	Grandes edifícios comerciais (ex: shopping centers); estádios
Ofertante do equipamento	Instalação turn-key por grandes empresas estrangeiras	Pequenos fabricantes/montadores, empresas de serviços (compradoras de equipamentos no atacado, representante de grandes fabricantes mundiais)	Empresas estrangeiras, empresas de serviços (compradoras de equipamentos no atacado, representante de grandes fabricantes mundiais)
Competitividade	Ainda pouco competitiva, pode ser viável para autogeração	Pode ser viável com net metering (e algum incentivo para amortização)	Pode ser viável com net metering, e tem grande apelo de marketing
Investimento e comércio exterior	Pode atrair IDE, certamente aumentará importações	Aumento de importações	Aumento de importações

SOLAR FV: IMPACTOS SOBRE A IBKER

VARIÁVEL	MODELO DE NEGÓCIO		
	Parques solares ligados à rede	Sistemas isolados/residenciais	Autogeração
Impacto sobre IBK brasileira, se o potencial se realizar	<ol style="list-style-type: none"> Equipamentos para Captação: demanda baixa, importações são mais prováveis, ainda que haja espaço para margem de preferência Equipamentos para Geração: idem Equipamentos de Ligação e Controle: demanda baixa por equipamentos nacionais 	<ol style="list-style-type: none"> Equipamentos para Captação: demanda baixa, espaço para margem de preferência, mas grande aumento de importações Equipamentos para Geração: idem Equipamentos de Ligação e Controle: demanda marginal por equipamentos nacionais 	<ol style="list-style-type: none"> Equipamentos para Captação: só importações Equipamentos para Geração: idem Equipamentos de Ligação e Controle: demanda marginal por equipamentos nacionais
Potencial no Brasil	Espaço para pequenos parques (efeito demonstração, e.g. Solaria/Cemig)	Isolados: bastante possível: substituição de geradores à diesel Residenciais: ainda pouco prováveis	Há espaço para crescimento: economia verde e estatuto da cidade
Ordenamento do potencial	3º	1º	2º

**EÓLICA:
CARACTERÍSTICAS E
TENDÊNCIAS TECNOLÓGICAS
IMPACTOS SOBRE A IBK**



EQUIPAMENTOS PAR ENERGIA EÓLICA

EÓLICA: CARACTERÍSTICAS E TENDÊNCIAS TECNOLÓGICAS

- Dependência decrescente de políticas públicas, graças à evolução tecnológica recente e os ganhos de escala
- Capacidade instalada apresenta crescimento global expressivo nos últimos anos (25% a.a. no período 2005 – 2010) com destaque para China, EUA, Índia, Espanha e Alemanha
- Crescimento expressivo da demanda e da oferta: aumento da escala de produção e queda de preços
 - Expansão do IDE e acirramento da concorrência
 - Participação crescente de empresas de origem chinesa
- Empresas líderes tendem a ofertar projetos *turn-key*, muitas delas se tornam sócias da operação

EÓLICA: CARACTERÍSTICAS E TENDÊNCIAS TECNOLÓGICAS

- Tendências tecnológicas: equipamentos para **Captação**
 - Foco no aumento da altura das torres (inclusive *offshore*) e diâmetro do rotor (e.g. 15m em 1985; 126m em 2010)
 - Incremental em pás (e.g. evitar congelamento)
- Tendências tecnológicas: equipamentos para **Transformação**
 - Foco no aumento da potência dos geradores
 - Esforço para o aumento da eficiência e/ou redução dos custos de manutenção na nacele
- Tendências tecnológicas: equipamentos de **Ligação e Controle**
 - Evolução incremental

EÓLICA: OFERTA NO BRASIL

- A estrutura de mercado de aerogeradores no Brasil nos últimos três anos evoluiu de um virtual monopólio a um mercado bastante competitivo.
- O Brasil tem recebido investimentos de empresas atraídas pelas perspectivas de expansão da geração eólica e também de exportações para a região.
- Não há empresa de capital nacional fornecedora de projetos completos (*turn-key*), mas há empresas com presença relevante na cadeia (inclusive uma grande exportadora de pás).

EÓLICA: IMPACTOS SOBRE A IBKER

VARIÁVEL	MODELO DE NEGÓCIO		
	Sistemas ligados à rede	Sistemas isolados/residenciais	Autogeração
Escala	5 a 50 MW	10 a 50 kW 0,5 – 2,5 kW (residenciais)	Indústrias eletrointensivas
Demandante	Grandes operadoras (geração e/ou distribuição)	Demanda social em comunidades isoladas Condomínios e residenciais	Empresas estrangeiras e nacionais, instaladas no Brasil (aerogeradores, torres, pás, partes e peças), com turn-key
Ofertante do equipamento	Empresas estrangeiras e nacionais, instaladas no Brasil (aerogeradores, torres, pás, partes e peças), com turn-key	Empresas de serviços (compradoras de equipamentos no atacado, representante de grandes fabricantes mundiais); oportunidade para empresas nacionais de base tecnológica	Viabilidade crescente com a redução nos custos Sazonalidade pode ser resolvida com o net metering
Competitividade	Bastante competitiva, em nível semelhante à das hidrelétricas de médio porte	A sazonalidade dos ventos é quase um impeditivo de sua viabilidade como fonte exclusiva	Atração de IDE (curto prazo) e expansão das exportações (médio prazo)
Investimento e comércio exterior	Atração de IDE (curto prazo) e expansão das exportações (médio prazo)	Aumento de importações	Indústrias eletrointensivas

EÓLICA: IMPACTOS SOBRE A IBKER

VARIÁVEL	MODELO DE NEGÓCIO		
	Sistemas ligados à rede	Sistemas isolados/residenciais	Autogeração
Impacto sobre IBK brasileira, se o potencial se realizar	<ol style="list-style-type: none"> Equipamentos para Captação: demanda elevada, com fornecedores já estabelecidos ou em estabelecimento no Brasil Equipamentos para Geração: idem Equipamentos de Ligação e Controle: idem, só que com menor intensidade no que se refere ao controle da energia 	<ol style="list-style-type: none"> Equipamentos para Captação: baixa demanda, mas com espaço para atendimento a partir da oferta local Equipamentos para Geração: idem Equipamentos de Ligação e Controle: demanda marginal 	<ol style="list-style-type: none"> Equipamentos para Captação: Atendimento pela produção doméstica Equipamentos para Geração: Aumento no índice de nacionalização Equipamentos de Ligação e Controle: potencialmente maior em caso de integração ao sistema interligado de energia
Potencial no Brasil	Elevado potencial, indústria em expansão em níveis competitivos inclusive quando comparada às fontes hidráulicas	Isolados: médio potencial (substituição/complementação de geradores à diesel ou painéis solares) Residencial: Limitado a segmento imobiliário de alta renda	Grande potencial. Prazos e dificuldades menores com relação às PCHs
Ordenamento do potencial	1º	3º	2º

**BIOMASSA:
CARACTERÍSTICAS
E TENDÊNCIAS TECNOLÓGICAS
BIOMASSA:
OFERTA NO BRASIL
BIOMASSA:
IMPACTOS SOBRE A IBK
PCH:
CARACTERÍSTICAS E
TENDÊNCIAS TECNOLÓGICAS
PCH:
OFERTA NO BRASIL
PCH:
IMPACTOS NA IBK
CONCLUSÕES
DESDOBRAMENTOS DO ESTUDO**



EQUIPAMENTOS PARA ENERGIAS RENOVÁVEIS TRADICIONAIS

BIOMASSA: CARACTERÍSTICAS E TENDÊNCIAS TECNOLÓGICAS

- Uso de equipamentos semelhantes às usinas termoelétricas
- Demanda crescente para arranjos de cogeração, em especial em usinas de açúcar e álcool, papel e celulose e outras
 - Estimulado pela consolidação do mercado livre de energia
- Existe potencial de demanda em pequena escala (estabelecimentos rurais, estabelecimento de tratamento de resíduos e de esgoto urbano)
- O Brasil tem fornecedores para equipamentos de produção de energia, inclusive em sistemas *turn-key*

BIOMASSA: CARACTERÍSTICAS E TENDÊNCIAS TECNOLÓGICAS

- Tendências tecnológicas: equipamentos para Captação
 - Há esforço inovativo na obtenção e manejo de resíduos

- Tendências tecnológicas: equipamentos para Transformação
 - Foco em sistemas de co-combustão: ampliação da flexibilidade (gás natural e biomassa de diversas origens orgânicas)
 - Incremental nos demais equipamentos

- Tendências tecnológicas: equipamentos de Ligação e Controle
 - Evolução incremental

BIOMASSA: IMPACTOS SOBRE A IBKER

VARIÁVEL	MODELO DE NEGÓCIO		
	Sistemas ligados à rede	Sistemas isolados/residenciais	Autogeração
Escala	Variável	Pequena, atendimento à demanda circunscrita	Variável
Demandante	Grandes operadoras (geração e/ou distribuição)	Demanda social	Usinas de Cana de açúcar, grandes consumidoras de energia com disponibilidade de biomassa como subproduto dos processos industriais (ex: empresas de papel e celulose)
Ofertante do equipamento	Empresas nacionais e estrangeiras	Empresas nacionais e estrangeiras	Empresas nacionais e estrangeiras
Competitividade	Em níveis de competitividade semelhantes à das PCH e inferior à energia eólica	Tarifa social	Competitiva, principalmente quando comparada ao custo de aquisição de energia via distribuidoras
Investimento e comércio exterior	Pouco impacto na atração de IDE e nas importações	Pouco impacto na atração de IDE e nas importações	Pouco impacto na atração de IDE e nas importações

BIOMASSA: IMPACTOS SOBRE A IBKER

VARIÁVEL	MODELO DE NEGÓCIO		
	Sistemas ligados à rede	Sistemas isolados/residenciais	Autogeração
Impacto sobre IBK brasileira, se o potencial se realizar	<ol style="list-style-type: none"> Equipamentos para Captação: demanda atendida por equipamentos nacionais, com crescente ameaça de equipamentos chineses Equipamentos para Geração: idem Equipamentos de Ligação e Controle: idem 	<ol style="list-style-type: none"> Equipamentos para Captação: demanda atendida por equipamentos nacionais, com crescente ameaça de equipamentos chineses Equipamentos para Geração: idem Equipamentos de Ligação e Controle: demanda marginal 	<ol style="list-style-type: none"> Equipamentos para Captação: demanda atendida por equipamentos nacionais, com crescente ameaça de equipamentos chineses Equipamentos para Geração: idem Equipamentos de Ligação e Controle: idem
Potencial no Brasil	Elevado, principalmente para consumo próprio e comercialização do excedente Ressalva: disputa pela biomassa da cana de açúcar em caso de efetivação comercial do processo de hidrólise enzimática	Com alguma viabilidade desde que haja disponibilidade suficiente e a custo próximo de zero de biomassa	Elevado potencial: retrofit e adoção de processos em grandes consumidores de setores específicos
Ordenamento do potencial	2º	3º	1º

PCH: CARACTERÍSTICAS E TENDÊNCIAS TECNOLÓGICAS

- Demanda aquém do potencial: marco regulatório não incentiva a expansão de sistemas de autogeração de maior porte
- Existe potencial de demanda em pequena escala (estabelecimentos rurais)
- O Brasil tem fornecedores para equipamentos de produção de energia, de vários portes (grandes empresas estrangeiras e pequenos produtores nacionais)

PCH: CARACTERÍSTICAS E TENDÊNCIAS TECNOLÓGICAS

- Tendências tecnológicas: equipamentos para Captação
 - Esforço significativo em sistemas de barragem e condução de água: obras civis e equipamentos sob encomenda
- Tendências tecnológicas: equipamentos para Transformação
 - Maior uso de turbinas “*fish friendly*”
 - Incremental para melhorar eficiência em quedas menores
- Tendências tecnológicas: equipamentos de Ligação e Controle
 - Evolução incremental

PCH: IMPACTOS NA IBKER

VARIÁVEL	MODELO DE NEGÓCIO		
	Sistemas ligados à rede	Sistemas isolados	Autogeração
ESCALA	De 1 MW até de 30 MW	Menos que 1 MW	De 1 MW até de 30 MW
DEMANDANTE	Operadoras (geração e/ou distribuição)	Fazendas, comunidades isoladas	Grandes consumidores de energia
OFERTANTE DO EQUIPAMENTO	Instalação turn-key por grandes empresas instaladas no Brasil, estrangeiras e nacionais	Pequenos e médios produtores	Instalação turn-key por grandes empresas instaladas no Brasil, estrangeiras e nacionais
COMPETITIVIDADE	Competitividade semelhante à energia oriunda da biomassa, inferior às energias de fonte eólica, e de médias e grandes centrais hidrelétricas	Relativamente competitiva	Competitiva, principalmente quando comparada ao custo de aquisição de energia via distribuidoras, mas menos que eólica
INVESTIMENTO E COMÉRCIO EXTERIOR	Pouco impacto na atração de IDE e nas importações	Baixo impacto	Pouco impacto na atração de IDE e nas importações

PCH: IMPACTOS NA IBKER

VARIÁVEL	MODELO DE NEGÓCIO		
	Sistemas ligados à rede	Sistemas isolados/residenciais	Autogeração
IMPACTO SOBRE IBK BRASILEIRA, SE O POTENCIAL SE REALIZAR	<ol style="list-style-type: none"> Equipamentos para Captação: demanda atendida por equipamentos nacionais, com crescente ameaça de equipamentos chineses Equipamentos para Geração: idem Equipamentos de Ligação e Controle: idem 	<ol style="list-style-type: none"> Equipamentos para Captação: baixo potencial de demanda por equipamentos produzidos no Brasil Equipamentos para Geração: idem Equipamentos de Ligação e Controle: idem 	<ol style="list-style-type: none"> Equipamentos para Captação: média demanda atendida por equipamentos nacionais, com crescente ameaça de equipamentos chineses Equipamentos para Geração: idem Equipamentos de Ligação e Controle: idem
POTENCIAL NO BRASIL	No atual marco regulatório e de apoio fiscal, tem baixo potencial de expansão	Baixo potencial	Há espaço para crescimento
ORDENAMENTO DO POTENCIAL	3º	2º	1º

CONCLUSÕES

- Tendência de maior participação de energias renováveis na Matriz Energética brasileira:
 - Diversificação das fontes de energia renováveis, com maior participação da eólica e solar
- Foi identificada uma quantidade relevante de novas tecnologias com elevado potencial de produção no país
- Necessidade de criar novas capacitações para a produção de tecnologias que ainda possuem um baixo potencial
 - Incentivo a pesquisa nas empresas e nas instituições de pesquisa

DESDOBRAMENTOS DO ESTUDO

- Incorporar as sugestões de ações nas agendas setoriais do PBM
- Identificar a capacitação tecnológica da cadeia produtiva para a produção de componentes para a IBKER (pesquisa corporativa)
- Identificação de focos de investimento que podem ser alvo de política de incentivo e financiamento por parte do BNDES, FINEP, MDIC e MME
- Estender a metodologia desenvolvida neste Estudo para outras cadeias produtivas, identificando as tecnologias relevantes para as mesmas e o potencial de produção local

Obrigado!

Valdênio Miranda de Araújo

varaujo@abdi.com.br

www.abdi.com.br