

Arranjo Básico de Investimentos Necessários para a Implementação da iNDC do Brasil

Setor Químico

Data: 12 de outubro de 2016



Kevassoriadns

Data do Relatório:

12/10/2016 – V1

Consultora:

- Natalia Pasishnyk

nataliap@keyassociados.com.br

Sumário

1. Objetivos.....	1
2. Caracterização do Setor	1
3. Emissões de GEE relacionadas às atividades da indústria química.....	2
4. Redução de emissões nos processo da indústria química	3
5. Cenários de crescimento e emissões.....	5
6. Redução de emissões por rota de produção	8
Conclusões e Recomendações	14

Sumário Executivo

1. Objetivos

O objetivo principal do presente estudo é de realizar uma projeção da demanda de investimento no setor Siderúrgico necessária para a redução de emissão prevista na INDC brasileira a ser realizada entre 2020-2030.

Dentre os objetivos específicos, destacam-se:

- 1). Fornecer subsídios técnicos ao Ministério do Meio Ambiente para amparar negociações e cooperações com o setor siderúrgico;
- 2). Identificar / estimar, por meio dos dados disponibilizados pelo setor, os custos de redução associados aos setores em estudo com relação ao atendimento das iNDCs;
- 3). Mapear as barreiras de implementação de novas tecnologias pelo setor;
- 4). Direcionar os esforços de captação de recursos externos, bem como sua aplicação direta no setor, para mitigar as barreiras existentes aos novos investimentos, por meio de mecanismos de redução de riscos e promoção da escalabilidade/replicabilidade.

2. Caracterização do Setor

O segmento químico é o terceiro setor industrial brasileiro em participação no PIB e é base para o processo de inúmeras outras indústrias de transformação. É constituído por segmentos industriais bastante heterogêneos, que produzem diversos químicos por diferentes rotas tecnológicas.

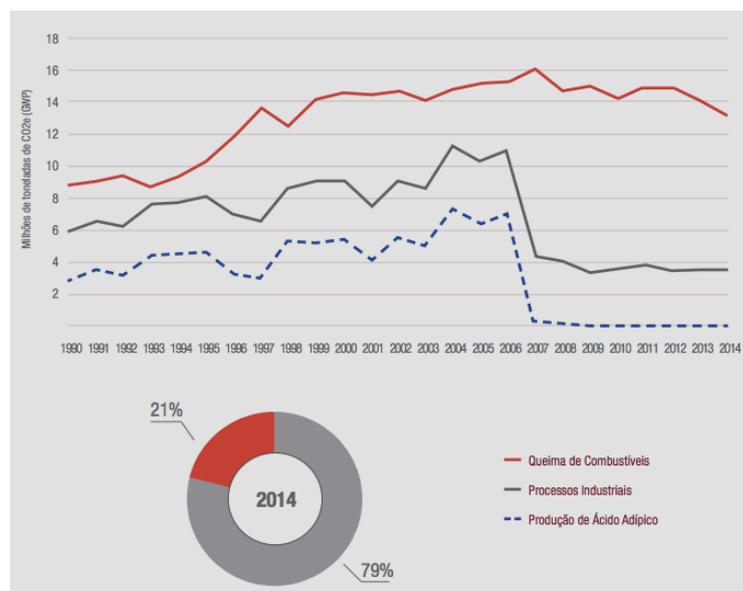
A indústria química é caracterizada por reunir um espectro amplo e pouco conexo de segmentos industriais, com elevado grau de heterogeneidade mesmo dentro de um segmento, produzindo cerca de 70 mil produtos diferentes. Dessa forma, a classificação da indústria química e de seus segmentos é tarefa complexa, por vezes dificultando ou até impossibilitando a compilação de dados referentes a tais segmentos, bem como a realização de comparações e análises estatísticas. Apesar de serem sintetizados cerca de 70 mil produtos químicos, em termos de emissões de carbono, o processo de síntese de doze produtos foi responsável por mais de 95% das emissões diretas de GEE no setor químico brasileiro em 2007 (ABDI, 2012). Em decorrência dessa característica da indústria química, os estudos que buscam avaliar as oportunidades de contribuição do setor para mitigação das emissões de GEE não focam em todo o conjunto de sua produção, mas em alguns produtos específicos. Os processos de produção incluem: produção de ácido adípico, ácido fosfórico, ácido nítrico, acrilonitrila, amônia, caprolactama, carbureto de cálcio, cloreto de vinila, eteno, metanol, negro-de-fumo, óxido de eteno, coque de petróleo calcinado e outros petroquímicos. (SEEG 2014/2015¹).

3. Emissões de GEE relacionadas às atividades da indústria química

De acordo com a Nota Metodológica¹ – Processos Industriais e Uso de Produtos, do Sistema de Estimativa de Emissão de Gases de Efeito Estufa (SEEG), divulgada em dezembro de 2014 e atualizada em novembro de 2015, as emissões de gases de efeito estufa relacionadas às atividades da indústria química estimadas no setor de Processos Industriais são aquelas denominadas como emissões de processo, ou seja, os gases estimados são subprodutos dos processos de produção de outras substâncias químicas. Dessa forma, o comportamento das emissões refletirá diretamente, ou quase, a produção física de cada uma dessas substâncias químicas. (SEEG PIUP 2016²).

As emissões associadas à indústria química, relacionados ao consumo final energético de combustíveis (representam 79%, conforme SEEG PIUP 2016) são estimados no “Setor de Energia” do SEEG.

Gráfico 1. Emissões de GEE associadas à indústria química por tipo de emissão



Em alguns dos processos que geram emissões de CO₂, o carbono presente nesse gás é proveniente de biomassa que é utilizada como matéria-prima; se assume que essas emissões tenham sido compensadas pela absorção de CO₂ ocorrida no processo de fotossíntese que gerou a biomassa. As emissões de CO₂ associadas a queima ou uso de biomassa são contabilizadas nos setores de Mudança de Uso da Terra e Agropecuária.

Devido a complexidade e variedade dos processos da indústria química, não existe um fator de emissão setorial médio por tonelada de produto, e os cálculos são feitos (no caso do SEEG) para cada processo produtivo de forma separada.

¹ <https://s3-sa-east-1.amazonaws.com/seeg.tracersoft.com.br/notas2015/Nota+Metedologica+-+SEEG+3.0+-+PROCESSOS+INDUSTRIAIS+-+23.11.2015.pdf>

² http://seeg.eco.br/wp-content/uploads/2016/09/FINAL.16.09.23.Relato%CC%81riosSEEG.PIUP_.pdf

Portanto, para fins do presente estudo, os processos considerados na rota de potencial redução de emissões do setor são agrupados da forma igual no SEEG: produção de ácido adípico, ácido fosfórico, ácido nítrico, acrilonitrila, amônia, caprolactama, carbureto de cálcio, cloreto de vinila, eteno, metanol, negro-de-fumo, óxido de eteno, coque de petróleo calcinado e outros petroquímicos.

4.Redução de emissões nos processo da indústria química

Conforme o estudo Panoramas Setoriais – Química do BNDES (BNDES 2016³), entre as principais alternativas identificadas para redução da intensidade de emissões da indústria química, destaca-se a substituição por matérias-primas renováveis na produção de substâncias químicas. Além do uso do etanol como insumo, destaca-se ainda a utilização de ferramentas de biotecnologia para conversão de açúcares e outros derivados da biomassa diretamente em moléculas químicas, como o farneseno e o ácido succínico, que poderiam substituir os atuais intermediários da cadeia petroquímica.

Já que a maior parte das emissões de GEE na indústria química provém da geração de calor para fins térmicos e para geração de energia elétrica, mesmos que estas estão contabilizadas no “Setor de Energia”, é importante salientar que no que diz respeito às medidas de mitigação desse tipo de emissão, elas conferem oportunidades marginais de ganho de desempenho, visto que, em geral, as empresas do setor já apresentam níveis otimizados no uso energético. Uma avaliação da Agência Internacional de Energia (AIE) sobre o potencial de redução do consumo de energia de produtos químicos e petroquímicos em diversos países por meio da adoção de best practice technologies (BPT), ou seja, das tecnologias mais avançadas disponíveis para uso em escala industrial, mostra o Brasil como um país com pouco potencial para redução do consumo, atrás apenas do Canadá. Essa avaliação confirma, portanto, o limitado espaço para redução de emissões por meio de medidas de eficiência energética (BNDES 2016).

Rotas que se baseiam em biomassa

As rotas que se baseiam em biomassa são na maior parte processos catalíticos e, portanto, dependem de catalisadores na mesma medida que as rotas convencionais baseadas em fósseis. Os processos com base em biomassa estão sendo desenvolvidos em um grande número de projetos de P&D, plantas-piloto e plantas em escala semicomercial. Conforme a Agenda Tecnológica Setorial de Química (ATS⁴), no conjunto

https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/7158/3/Panoramas%20setoriais_mudan%C3%A7as%20clim%C3%A1ticas_2016_P_BD.pdf

⁴ [Agenda Tecnológica Setorial](#)

das 85 tecnologias emergentes a partir de renováveis, apenas três foram consideradas relevantes críticas⁵:

- **tecnologias de conversão para substituição de químicos de base fóssil.** Mesmo sendo potencialmente uma matéria-prima abundante, as tecnologias para utilização do CO₂ ainda estão em estágio de desenvolvimento inicial e gargalos tecnológicos ainda precisam ser superados no sentido de se demonstrar sua viabilidade econômica. Diversas iniciativas de desenvolvimento de utilização do CO₂ como matéria-prima são registradas, a maioria em estágio piloto. No Brasil, o aproveitamento do CO₂ gerado na fermentação do etanol, o qual tem alto grau de pureza, poderia ser uma oportunidade para agregar valor nas usinas, de forma que tais tecnologias podem ser vistas como complementares às demais que buscam agregar valor aos resíduos gerados durante a produção de etanol. Com o avanço das biorrefinarias integradas, o aproveitamento do CO₂ tende a ganhar espaço, de modo que estas tecnologias guardam estreita relação com as apontadas como prioritárias inseridas na cadeia de valor da cana-de-açúcar.
- **uso de processos fermentativos na transformação de açúcares visando à obtenção de novos produtos químicos**, tais como ácido glutárico e ácido mucônico. Neste caso, a base de conhecimento utilizada é a mesma da tecnologia acima, porém a particularidade aqui se refere aos produtos indicados que não seriam substitutos de petroquímicos existentes, mas novos produtos. Nesse caso, o desafio é o desenvolvimento dos mercados finais e aplicações e não apenas a obtenção. Interpreta-se dessa forma como crítica tanto a capacidade de desenvolver os processos tecnológicos e comerciais necessários para estabelecer os novos produtos quanto os processos fermentativos baseados em biotecnologia avançada.
- **uso de tecnologias de polimerização na transformação de ácido láctico**, visando à obtenção de PLA (ácido polilático). a identificação da polimerização do ácido láctico como crítica parece derivar principalmente do reconhecimento pelos respondentes de que o PLA é um plástico promissor e ainda sem iniciativas de produção no Brasil.

⁵ É importante reforçar que a classificação da tecnologia como relevante crítica significa que os respondentes reconhecem que estas são importantes, mas o potencial de produção no país é baixo no longo prazo. Desta forma, estas tecnologias necessitam de forte apoio da indústria e das agências de fomento para o seu avanço.

5. Cenários de crescimento e emissões

Crescimento

Os cenários de crescimento da economia foram calculados com base nas projeções oficiais divulgadas pelo Banco Central do Brasil⁶ no dia 30/09/2016 para crescimento da produção industrial de 2016 a 2020, conforme tabela 1. Para o período 2021-2030 foi mantida a projeção de crescimento do último ano disponível da série (2020).

- Cenário de baixo crescimento: o mínimo das expectativas de mercado
- Cenário business-as-usual: a mediana das expectativas de mercado
- Cenário de alto crescimento: o máximo das expectativas de mercado

Tabela 1 – Expectativas de mercado para crescimento da produção industrial, divulgadas pelo Banco Central

Cenário	Produção Industrial						
			2016	2017	2018	2019	2020
Baixo crescimento econômico	Mínimo	30/09/2016	-7,63%	-1,29%	0,60%	1,50%	2%
Business as usual	Mediana	30/09/2016	-5,96%	1,10%	2,25%	2,10%	2,15%
Alto crescimento econômico	Máximo	30/09/2016	0%	6,50%	4%	3%	3%

Como base de projeção, foram utilizados os dados do Anexo E “Produção física de substâncias químicas” da Nota Metodológica “Processos Industriais e Uso de Produtos” do SEEG (SEEG 2014/2015). No caso de produção de carbureto de cálcio, foi utilizada a mesma premissa do SEEG⁷. Idem no caso de produção ácido fosfórico⁸.

Para o ano 2015 foi utilizada a mesma produção do ano 2014. Para os anos seguintes foi aplicada a taxa de crescimento da produção industrial.

⁶ Fonte: Séries estatísticas consolidadas do Banco Central de projeção do PIB (Boletim Focus), versão 30/09/16 <https://www3.bcb.gov.br/expectativas/publico/consulta/serieestatisticas>

⁷ Tanto os dados de produção física de carbureto de cálcio quanto os fatores de emissão associados não são publicados pela única fabricante no Brasil, que os classifica como confidenciais no Relatório de Referência. Dessa forma, para o período entre 1990 e 2010, as emissões reportadas pelo SEEG são as mesmas apresentadas pelo 3. Inventário Brasileiro, e as emissões de 2010 foram repetidas para o período 2011-2014 por simplificação.

⁸ A produção física foi levantada pelo relatório de referência da comunicação nacional para o período entre 1990 e 2012. Por simplificação, a produção de 2012 foi mantida constante para 2013 e 2014.

Tabela 2 - Projeção de crescimento da produção física em kt por tipo de substância química

Processos / Ano	Produção no ano-base	Cenário Baixo Crescimento		Cenário Business as Usual		Cenário Alto Crescimento	
		2025	2030	2025	2030	2025	2030
Amônia	1.236,21	1.296,13	1.431,04	1.394,04	1.550,48	1.683,98	1.952,19
Negro-de-fumo	400,60	420,02	463,73	451,75	502,44	545,70	632,62
Eteno	3.372,83	3.536,32	3.904,38	3.803,45	4.230,28	4.594,50	5.326,28
Ácido Nítrico	329,18	345,14	381,06	371,21	412,87	448,41	519,83
Cloreto de vinila	700,21	734,15	810,56	789,61	878,22	953,83	1.105,75
Óxido de eteno	280,95	294,57	325,23	316,82	352,37	382,71	443,67
Ácido Fosfórico	<i>Não disponível. Ver footnote 7.</i>						
Ácido Adípico	86,29	90,47	99,89	97,31	108,23	117,54	136,27
Carbureto de Cálcio	<i>Não disponível. Ver footnote 8.</i>						
Metanol	115,28	120,87	133,45	130,00	144,59	157,04	182,05
Acrilonitrila	94,50	99,08	109,39	106,57	118,52	128,73	149,23
Coque de Petróleo Calcinado	485,97	509,53	562,56	548,02	609,51	661,99	767,43

Emissões de GEE

Para os cenários de emissões, foram consideradas as emissões históricas de GEE divulgadas pelo Sistema de Estimativas de Emissão de Gases de Efeito Estufa para o período 2010 a 2014. Como comportamento das emissões reflete diretamente, ou quase, a produção física de cada uma dessas substâncias químicas, as emissões de cada substância foram projetadas, considerando os cenários econômicos assumidos.

Tabela 3 - Resultados de projeções de emissão de GEE em ktCO₂e por tipo de substância química

Processos	2014	Cenário de Baixo Crescimento		Cenário Business as Usual		Cenário de Alto Crescimento	
		2025	2030	2025	2030	2025	2030
Amônia	1.892,49	2.089,47	2.035,45	2.263,87	2.458,79	2.850,41	1.892,49
Negro-de-fumo	679,41	750,12	730,73	812,74	882,71	1.023,30	679,41
Eteno	247,44	273,19	266,13	296,00	321,48	372,68	247,44
Ácido Nítrico	238,00	262,77	255,98	284,71	309,22	358,47	238,00
Cloreto de vinila	215,99	238,47	232,30	258,37	280,61	325,31	215,99
Óxido de eteno	164,61	181,74	177,04	196,91	213,87	247,93	164,61
Ácido Fosfórico	94,36	104,18	101,49	112,88	122,60	142,13	94,36
Ácido Adípico	41,94	46,30	45,11	50,17	54,49	63,17	41,94
Carbureto de Cálcio	44,04	48,62	47,36	52,68	57,21	66,33	44,04
Metanol	37,75	41,67	40,60	45,15	49,04	56,85	37,75
Acrilonitrila	23,07	25,47	24,81	27,59	29,97	34,74	23,07
Coque de Petróleo Calcinado	5,24	5,79	5,64	6,27	6,81	7,90	5,24

Considerando o compromisso assumido pelo governo brasileiro nas NDCs, de acordo com os fundamentos para elaboração das iNDCs brasileiras, divulgado pelo Ministério de Meio Ambiente – MMA, a redução de emissões compromissada para o setor de processos industriais foi de 7% até 2025 e 8% até 2030 em relação à 2005, correspondendo a um teto de emissões de 98 milhões tCO₂e em 2025 e 99 milhões tCO₂e em 2030. Este teto de emissões para 2025 e 2030 foi convertido para a indústria química, considerando as contribuições de cada setor divulgadas pelo Ministério de Ciência Tecnologia e Inovação – MCTI, nas Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil, 2013. Segundo os dados do MCTI, a contribuição do setor químico foi de 4% das emissões totais contabilizadas em Processos Industriais em 2010. Esta participação foi aplicada então ao teto de emissões em 2025 e 2030, conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 – Teto de emissões para o setor químico em 2025 e 2030 (ktCO₂e)

	2020	2030
Teto de emissões na iNDC - Processos industriais (ktCO₂e)	98.000,00	99.000,00
Teto de emissões na iNDC – Indústria Química (ktCO₂e)	3.920,00	3.960,00

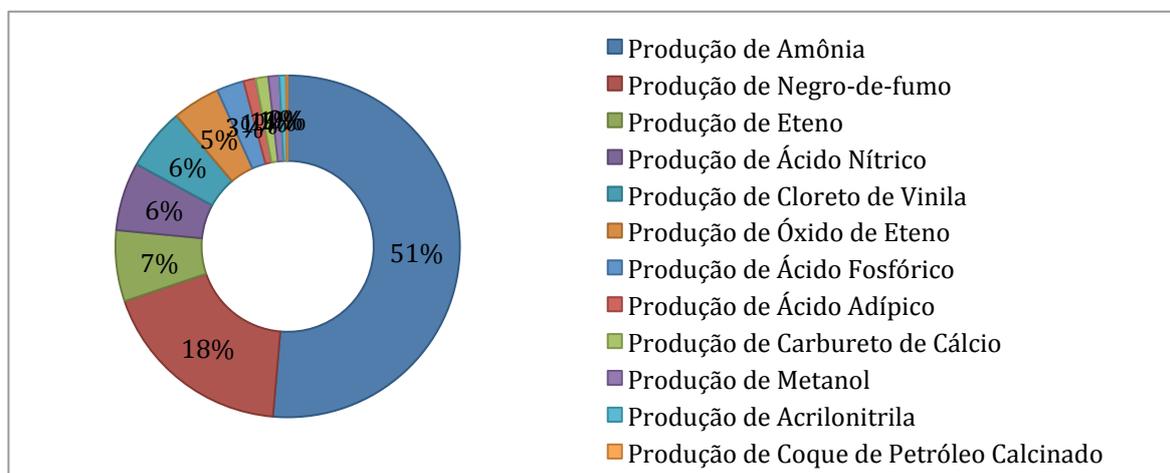
A partir do cruzamento dos cenários de emissões para 2025 e 2030, com o teto de emissões no setor para o mesmo período, foi possível mapear a necessidade de redução de emissões do setor para este período, conforme apresentado na tabela 5.

Tabela 5 - Necessidade de redução de emissões no setor de Químicos até 2025 e 2030 (em ktCO₂e)

	Cenário Baixo Crescimento		Cenário Business as Usual		Cenário Alto Crescimento	
	2025	2030	2025	2030	2025	2030
Meta iNDC	3.920	3.960	3.920	3.960	3.920	3.960
Emissão projetada	1,892.49	2,089.47	2,035.45	2,263.87	2,458.79	2,850.41
Redução necessária (-)	+235.67	-107.80	-42.64	-447.34	-866.80	-1,589.21

6. Redução de emissões por rota de produção

De acordo com os resultados divulgados no SEEG, as emissões da indústria química possuem o seguinte perfil:



No caso de **produção de amônia** (que representa metade das emissões) e metanol, é possível reduzir as emissões via uso de hidrogênio de fontes renováveis.

A geração de hidrogênio é um dos passos de maior consumo de energia na produção de amônia e metanol. A possibilidade de usar hidrogênio de fontes renováveis de energia poderia reduzir significativamente o uso de combustíveis fósseis e a pegada de GEE desses processos. A catálise poderia ser um viabilizador da geração eficiente de hidrogênio, especialmente em áreas como fotocatalise ou eletrólise de água fotovoltanicamente assistida (uso de energia solar para ajudar a decompor a água). Um dos passos-chave da atual produção de hidrogênio é a decomposição eletrolítica da água, um processo altamente intensivo em energia. Efetivamente, a energia necessária para preparar o hidrogênio precisa ser considerada em vários níveis.

Não foi identificado nenhum valor de referencia para investimento em planta de produção de amônia a partir de hidrogênio. Porém, aplicando a premissa de **investimento de R\$ 1,96 Bi** que é um investimento previsto para a obra da Unidade de Fertilizantes Nitrogenados (UFN-V) da Petrobras⁹, cuja capacidade é 519 mil toneladas de amônia por ano, considerando ociosidade de 20%, bem como partindo do princípio que uma planta dessa poderia ser localizada junto a usina solar (sem considerar investimentos em P&D bem como em instalação da usina solar), **seria possível evitar a emissão de 606,1 mil tCO₂/ano**. Essa estimativa não inclui o investimento necessário em P&D e todos os arranjos da cadeia produtiva para assegurar fornecimento de amônia.

Este valor está coerente com o valor de US\$ 600 milhões que a produtora de fertilizantes norueguesa Yara International e a gigante química Basf vão destinar para a construção de uma fábrica para produção de amônia que usará hidrogênio como matéria-prima nas

⁹ <http://g1.globo.com/minas-gerais/triangulo-mineiro/noticia/2015/07/construcao-da-planta-de-amonia-e-suspensa-em-uberaba.html>

instalações da Basf em Freeport, no Texas (EUA). A Yara arcará ainda com a construção de um tanque para o armazenamento de amônia o que gerará custos de US\$ 490 milhões para a empresa. A capacidade estimada de produção é de 750 mil toneladas de amônia por ano. Ou seja, por valor de aproximadamente **R\$ 3,5 Bi serão reduzidas 876 mil tCO₂e** neste processo.

Para todas as outras rotas tecnológicas, não é possível fazer as estimativas de investimento que sejam correlacionados a redução de emissões de GEE devido ao fato de que os valores disponíveis no mercado (investimento em P&D e mesmo nas plantas comerciais como a da Braskem) estão atrelados a capacidade de produção de produtos específicos, e não nos processos produtivos, considerados no SEEG e Comunicações Nacionais de Estimativas de Emissões de GEE.

O valor usado como referencia para o presente estudo é mencionado pelo relatório da Bain & Company “Estudo do potencial de diversificação da indústria química brasileira” e no Pacto Nacional da Indústria Química¹⁰: em 2020, o mercado brasileiro de produtos químicos produzidos a partir de fontes renováveis poderá representar até 10% da indústria química local, necessitando, para isto, de investimentos de cerca de 20 bilhões de dólares.

Considerando que a emissão do cenário *business as usual* em 2020 é projetada para 3,562 milhões de tCO₂e, os 10% de redução que precisam desse investimento, representam 356.281 tCO₂e. Ou seja, a necessidade de investimento para reduzir 1 tCO₂e via uso de biomassa como matéria-prima é aproximadamente USD 56 mil.

Os resultados de projeção deste valor para os cenários econômicos estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 – Necessidade de investimento para redução das emissões até 2025-2030

	Cenário de Baixo Crescimento		Cenário Business as Usual		Cenário de Alto Crescimento	
	2025	2030	2025	2030	2025	2030
Necessidade de redução de emissões (ktCO ₂ e)	desnecessário	107,80	42,64	447,34	866,80	1.589,21
Necessidade de investimento (bilhões USD)	desnecessário	6,05	2,39	25,11	48,66	89,21

¹⁰ <http://canais.abiquim.org.br/pacto/introducao.asp>

Observações sobre a especificidade de modelos de negocio de químicos renováveis

Os maiores desafios de uso de biomassa como matéria-prima na indústria química se resume, principalmente:

- (i) no custo de coleta, transporte, estocagem e tratamento da matéria-prima em escalas economicamente viáveis para o setor e que seja competitivo em relação ao processo base fósseis;
- (ii) no desenvolvimento de tecnologias de processo para a conversão da biomassa em intermediários químicos;
- (iii) na adoção desses intermediários pelos segmentos industriais a jusante, o que envolve esforço de desenvolvimento de aplicações.

Há uma forte interdependência na cadeia de valor, ainda em estruturação, sendo necessário considerar, além das tecnologias de processos e produtos, a **articulação entre os atores envolvidos nas diferentes etapas e seus modelos de negócio para a exploração de oportunidades**. Essa articulação envolve não somente o desenvolvimento das tecnologias prioritárias ou críticas de cada etapa, mas também a tradução desses desenvolvimentos em modelos de negócios competitivos que considerem os níveis de integração adequados para a criação e apropriação de valor na cadeia como um todo.

Uma ilustração de tal necessidade é o caso da Braskem¹¹. Apesar de ter sido considerada o passo inicial para a consolidação de um polo da cadeia de borracha no Rio Grande do Sul, a planta da Braskem de butadieno, inaugurada em 2012, continua destinando sua produção para o mercado externo. A perspectiva era de que empresas como a alemã Lanxess e a polonesa Synthos consumissem a produção da Braskem, algo que não se confirmou. O investimento da Braskem no empreendimento, com capacidade para 103 mil toneladas anuais de butadieno, foi de R\$ 300 milhões (a empresa possui ainda outra unidade mais antiga, também em Triunfo, com capacidade para 106 mil toneladas anuais). Inicialmente, a Braskem informou que a produção adicional seria direcionada para o exterior. No entanto, a expectativa do grupo era de que as vendas, posteriormente, fossem deslocadas para o mercado interno. Na ponta final da cadeia da borracha, depois do butadieno ser transformado em outros insumos, empresas como a Goodyear, Michelin, Vipal, Topper, Brastemp, Consul, entre outras, seriam as potenciais consumidoras.

¹¹ http://jcrs.uol.com.br/_conteudo/2016/09/economia/520457-braskem-aguarda-por-cliente-local-para-butadieno.html

Oportunidades dos investimentos

O estudo da Bain & Company¹² apontou as seguintes oportunidades de investimento local:

- Instalação de **biorrefinarias** que usam como insumo a biomassa, palha e bagaço de cana, nas adjacências de usinas de açúcar e álcool. Há duas oportunidades de investimento¹³:
 - localização com infraestrutura sucroalcooleira existente: o investimento necessário para instalação de uma planta química de n-butanol com capacidade de 100 mil toneladas por ano, por exemplo, é de 1,42 bilhão de reais. Estima-se que esse investimento possa gerar um impacto positivo na balança comercial de 240 milhões de reais por ano.
 - projeto *greenfield* em região de fronteira agrícola: o investimento total necessário para infraestrutura básica, agricultura e planta química é de 3,9 bilhões de reais. Estima-se que essa iniciativa contribua com um impacto positivo de 800 milhões de reais por ano na balança comercial, porém não é possível estimar as emissões evitadas para este processo com os dados disponíveis.
- Produção de bioquímicos **aproveitando a estrutura existente da cadeia de óleos**.
 - produção integrada de bioquímicos a partir da glicerina, como a epicloriglicina e o propilenoglicol, de forma a aproveitar o alto volume desse insumo produzido no Brasil.
 - incentivo à pesquisa sobre o uso da soja como matéria-prima para produtos químicos.
 - incentivo à incorporação de tecnologias emergentes externas, como a metátese de olefinas, e à pesquisa de novas tecnologias e produtos com base nos óleos de palma e palmiste.

Embora os investimentos em inovação sejam, muitas vezes, influenciados e precedidos por investimentos produtivos, estudo da Bain aponta que o Brasil deve almejar um aumento substancial dos esforços de P&D através do fortalecimento dos incentivos e estímulos à pesquisa e desenvolvimento (P&D) que superem os atuais desafios tecnológicos. Estes desafios foram identificados e priorizados para a química da biomassa, nas Agendas Tecnológicas Setoriais (ATS), e mapeados para os segmentos de foco primário por meio do estudo das oportunidades de investimento em cada segmento.

¹² www.abiquim.org.br/pdf/estudos-bndes.pdf

¹³ Não é possível correlacionar estes investimentos com o potencial de redução de emissões de GEE porque não há informação de quanto este produto representa no total das emissões do processo produtivo.

Gaps e possíveis melhorias no financiamento da Química base renováveis

Conforme os resultados da pesquisa “Química verde na ótica dos agentes de mercado” (2014) do BNDES, o segmento de capital de risco desempenha um papel crucial para o desenvolvimento dessa nova indústria, que ainda é composta de muitas incertezas. A participação de fundos de investimento, além de muitas vezes viabilizar projetos arriscados, é capaz de elevar a produtividade e contribuir para a profissionalização e gestão nas empresas investidas. Todavia, apesar do crescimento da participação do capital de risco nos últimos anos em diversos setores, o que se verifica é que o setor de biotecnologia ainda carece de investidores dessa natureza.

Para as empresas de biotecnologia, conforme o estudo em referência, o principal obstáculo para a proliferação de projetos é a **falta de parceiros que aportem recursos na empresa e/ou agreguem conhecimentos que as permitam acessar mais facilmente os mercados para seus produtos**. Para estas, os riscos tecnológicos e a demanda por esses produtos não são obstáculos. As empresas apontaram o uso de capital próprio como principal fonte de recursos para execução dos projetos, em detrimento de recursos públicos não reembolsáveis, financiamentos, aportes de fundos de investimento, e investidores “anjo”, em ordem decrescente de importância.

A captação de recursos via fundos de investimento aparece em penúltimo lugar de importância para as empresas, a despeito de quase **90% dos respondentes afirmarem ter interesse nesse tipo de recurso**. Esse descasamento no fato de a empresa não captar recursos via fundos de investimento, embora haja um significativo interesse por esses recursos, pode indicar a existência de entraves entre esses dois agentes. Para as empresas, os fundos de investimento as enxergam com elevado risco, de forma que essas parcerias não se concretizam. Em relação às dificuldades para desenvolvimento de projetos pela empresa, pode-se constatar que a principal razão apontada é a carência de investidores dispostos a partilhar o risco, seguida da carência de parceiros para levar o produto ao mercado.

Para os fundos de investimentos, os principais problemas para aportarem recursos nas empresas de biotecnologia com foco em bioprodutos estão relacionados ao entendimento do negócio e das tecnologias, bem como à capacidade de influenciarem a gestão das empresas investidas. O não entendimento entre estes dois últimos agentes em relação aos reais riscos tecnológicos e uma **correta avaliação entre risco versus retorno pode ser um entrave para o florescimento de novas parcerias entre eles**. Esse entrave poderá ser minimizado à medida que os diferentes projetos nessa área comecem a trazer retorno para seus investidores e novas oportunidades sejam divulgadas para os demais agentes de mercado.

Um dos mecanismos de apoio às empresas envolvidas no desenvolvimento da bioeconomia tem sido a concessão de *grants* ou subvenções para as etapas de P&D, da bancada a plantas de demonstração, passando pelas plantas-piloto. Esse mecanismo é recente no Brasil e vem sendo utilizado pela FINEP para apoio a diversos setores. As empresas brasileiras entretanto manifestam com frequência queixas quanto à relativa modéstia dos recursos destinados e à forma de concessão da subvenção econômica.

Numa dissertação de mestrado, Comparação Internacional de Programas de Subvenção à Atividades de PD&I em Biocombustíveis, foi feita uma comparação das políticas de subvenção econômica às empresas no Brasil (PAISS), EUA (*Biomass Program*) e Europa (NER300). Foram destacados alguns pontos que tornariam os programas ao P&D privado em bioeconomia mais efetivos:

- incorporação de maior conteúdo de engenharia e conhecimento do desafio tecnológico a ser atacado na formulação dos programas. A experiência internacional sugere uma cooperação sistemática e formal com a comunidade de consultores externos e institutos de pesquisa. Uma aproximação institucional entre os agentes de fomento e institutos nacionais de pesquisa, como a Embrapa e o Centro de Tecnologia do Bioetanol (CTBE), poderia ser explorada.
- consideração do uso de mecanismos de recompensa, de forma complementar ao mecanismo de *cost sharing* atualmente o único utilizado no Brasil. Entretanto, para condicionar a continuidade do apoio ao desempenho será necessário um mapeamento tecnológico rigoroso para a pré-definição de indicadores de desempenho e metas.

Recentemente, foi lançada uma iniciativa conjunta do BNDES e da Finep, chamada PADIQ14, que visa o fomento a projetos que contemplem o desenvolvimento tecnológico e o investimento na fabricação de produtos químicos. O programa recebeu 62 planos de negócios, no valor total de investimentos de R\$ 2,9 bilhões para o período de 2016 e 2017. Do total, 27, que totalizam R\$ 2,4 bilhões em investimentos, foram selecionados para apoio com instrumentos do BNDES e da FINEP, sendo que **químicos a partir de fontes renováveis receberam a maior parte da indicação de suporte (70%, ou R\$1,68 Bi)**. Entre os planos de negócios selecionados de todo o país, 12 foram apresentados por Micro, Pequenas e Médias empresas (MPME), três por média-grande e outros 12 por grandes empresas.

Instrumentos de apoio da PADIQ:

Pela Finep

- Financiamento Reembolsável (modalidade com taxas especiais para os Planos de Investimentos Estratégicos em Inovação);
- Subvenção Econômica (apoio com recursos não reembolsáveis às empresas participantes de Plano de Negócio selecionado e enquadrado em PSC)
- Instrumentos de Renda Variável
- Cooperativo ICT / Empresa (Apoio financeiro aos projetos executados por ICT em cooperação com as empresas apoiadas)

Pela BNDES

- Linha BNDES de Apoio à Inovação
- Programa BNDES de Apoio à Engenharia - BNDES Proengenharia
- Apoio não reembolsável a ICTs em cooperação com empresa por meio do
- Fundo Tecnológico - BNDES Funtec
- Instrumentos de Renda Variável – O apoio do BNDES a empresas será realizado, preferencialmente, através das operações de crédito no âmbito da Linha BNDES de Apoio à Inovação e dos Programas BNDES PSI e Proengenharia

Conclusões e Recomendações

Base para estimativa de contribuição das tecnologias baseadas em matéria-prima renovável para redução de emissões do setor químico

- A. Para as tecnologias prioritárias e críticas da Agenda Tecnológica Setorial (ou na construção do Mapa Tecnológico novo do setor), é recomendado definir uma abordagem para estimativa de emissões que seja alinhada com a do SEEG. Isso não só facilitará a estimativa das emissões reduzidas dentro dos processos de produção de substâncias químicas, mas também ajudará na estimativa mais correta das emissões setoriais e no cálculo de redução das emissões no caso de novos investimentos.
- B. Elaborar uma curva de abatimento marginal com base em dados primários para as rotas prioritárias e críticas da Agenda Tecnológica Setorial e correlacioná-las com os processos de produção utilizadas como base das estimativas de emissão de GEE no setor químico (SEEG).
- C. Priorizar as tecnologias em função de potencial de redução de emissões contra o montante de investimento (a princípio, a maioria são projetos *greenfield*) e complexidade de arranjos inter-setoriais para facilitar a escolha de projetos incentivados.

Financiamento da implantação e escalação das tecnológicas base matéria-prima renovável no setor químico

- D. Focar a linha de incentivos nas tecnologias que possuem maior potencial de redução das emissões e/ou são facilmente escaláveis (base item C).
- E. Priorizar os projetos que criam/aproveitam/viabilizam os modelos de negócio competitivos locais que geram valor na cadeia como um todo (ex. junto a infraestrutura sucroalcooleira existente; infraestrutura básica, agricultura e planta química; estrutura existente da cadeia de óleos etc).
- F. Considerar o uso de mecanismos de recompensa, de forma complementar ao mecanismo de *cost sharing*. Para condicionar a continuidade do apoio ao desempenho será necessário um mapeamento tecnológico rigoroso para a pré-definição de indicadores de desempenho e metas. Desempenho na criação de um modelo de negocio competitivo local poderia ser um dos indicadores/metas.
- G. Verificar a possibilidade de financiamento de implementação de NDCs dos consórcios que conjuntamente possam mitigar as emissões em mais de um setor. Por exemplo, agricultura + planta química, mitigando emissões de Uso de Terra e Processos Industriais. Geração solar + planta química, mitigando emissões de Energia e Processos Industriais.