

Ciência Atual

Revista Científica
Multidisciplinar das
Faculdades São José

2017

Volume 9 | Nº1



FACULDADES
SÃO JOSÉ

ISSN 2317-1499

Manoel Gonçalves Rodrigues | e-mail: manoel.grodrigues@gmail.com

Faculdades São José - FSJ

Fernando José Pereira da Costa | e-mail: fjpcosta@sapo.pt

Universidade de Santiago de Compostela – USC

RESUMO

O modo de produção capitalista vive hoje todo um conjunto de transformações profundas, de cunho produtivo, tecnológico e energético, marcado por uma ordem mundial globalizada e pelo advento das preocupações com o meio ambiente. Neste contexto emergem as fontes renováveis de energia e seus possíveis desdobramentos tecnológicos e produtivos. No âmbito destes, ascende a álcoolquímica, recuperada anos após o seu deslocamento pela petroquímica, de maior produtividade e competitividade. Assim sendo, vê-se a álcoolquímica como variante energético-produtiva e tecnológica, futura substituta da petroquímica e que com ela conviverá e irá interagir durante muito tempo. A álcoolquímica dá uma outra destinação ao etanol/álcool etílico que não somente a de combustível automotor, conferindo-lhe o estatuto de matéria-prima de um encadeamento industrial com desdobramentos (in)diretos para toda a indústria e economia. O retorno da álcoolquímica, desta vez enquadrada num contexto de novos produtos e pelo advento de inovações tecnológico-produtivas, insere-se num ambiente de profunda análise e reflexão acerca da problemática energético-ambiental.

Palavras-Chave: Energia, Inovação Tecnológica, Alcoolquímica.

ABSTRACT

Nowadays, the capitalist means of production lives a whole unit of profound productive, technological and energy transformations, marked by a globalized world order and the advent of concerns on environment. Within this context, emerge the energy renewable sources and their technological and productive developments. Within their scope, the alcoholchemics raises, years after recovered, after being shifted by the petrochemicals, of greater productivity and competitiveness. Thus, the alcoholchemics is seen as an energetic-productive and technological variable, which is going to replace the petrochemicals and with whom is going to live and Interact for a long time. The alcoholchemistry gives another destination to ethanol/ethyl alcohol as not only automotive fuel, conferring on it the status of raw material of an industrial chain with indirect developments for all industry and economy. The return of the alcoholchemics, now framed within a context of new products and by the advent of technological-productive innovations, joins an environment of profound analysis and thinking about the energy-environmental matter.

Keywords: Energy, Technological Innovation, Alcoholchemistry

AS REVOLUÇÕES INDUSTRIAIS DO CAPITALISMO

Cada Revolução Industrial pode ser considerada como uma efetiva Revolução Tecnológica. De fato, em cada processo revolucionário-industrializador configura-se uma nova base técnico-produtiva e organizativo-gerencial que surge da viabilização de técnicas/processos pré-existentes, de usos novos e ampliados do escopo técnico já presente e da criação de posicionamentos, concepções, procedimentos e métodos completamente inovadores, surgidos com o processo revolucionário-industrial em si, em razão do incremento da atividade inventiva e/ou dos esforços institucionais de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) verificados no andamento do mesmo. Assim sendo, as novas aplicações para as técnicas/habilidades já existentes e o surgimento de novas concepções orgânico-técnicas ou metodológico-gerenciais podem ser consideradas, numa visão mais alargada, como inovações de fato. Aí se define o binômio sistêmico-interativo «Indústria/Tecnologia» ou «Industrialização/Tecnologia», comprovado empiricamente no caso dos processos revolucionário-industrializadores, que se constitui na base da concepção teórico-conceitual de que toda Revolução Industrial constitui-se, simultaneamente, numa Revolução Tecnológica.

A idéia de Revolução Industrial - Primeira Revolução Industrial (PRI), Segunda Revolução Industrial (SRI) e Terceira Revolução Industrial ou Terceira Revolução Industrial e Tecnológica (TRI/TRIT) - como Revolução Tecnológica pode ser tomada da análise desenvolvida por certos autores (Cazadero, 1995 e Flinn, 1970), a qual vê a PRI como um conjunto de inovações tecnológicas de grande importância, que transformam processos produtivos, incrementam a capacidade produtiva e geram produtos/serviços novos. De fato, no contexto da PRI, houve uma correlação entre a disponibilidade de novos processos e os elevados níveis de patentes anualmente registradas, mormente a partir do século XVIII. A ação das inovações tecnológicas também se vai verificar na SRI e na TRI/TRIT (nesta última, ao que parece, de forma mais intensa em termos do nível de sofisticação e dos patamares de upgrade tecnológico). Quer na PRI, quer também na SRI e na TRI/TRIT, as inovações tecnológicas vão se integrando como um conjunto cada vez mais complexo/eficaz, com impactos sobre a base técnico-produtiva e gerencial-organizativa.

Seguindo a perspectiva de Fadel e Moraes (2005), registra-se que a PRI, a SRI e a TRI/TRIT podem ser vistas como revoluções de cunho tecnológico, ou seja, como instantes de ocorrência de ondas de inovação tecnológica. Com relação à TRI/TRIT, observa-se que o capitalismo passa hoje (de fato, desde o último quartel do século XX) por uma nova fase de aprofundamento em termos das descobertas técnicas/científicas. As inovações fazem-se presentes em diversas áreas (informática, telemática, novos materiais, biotecnologia, nanotecnologia, dentre outras) impulsionam a transformação a nível dos padrões de organização da produção e do trabalho nos mais diversos campos/setores da economia. De fato, a TRI/TRIT não se caracteriza propriamente pela centralidade dos conhecimentos e da informação, mas antes pela aplicação desses conhecimentos e dessa informação para a geração de conhecimentos/dispositivos de processamento/comunicação da informação, em um ciclo de realimentação cumulativo entre a inovação e seu uso.

AVANÇO TECNOLÓGICO E CONFIGURAÇÕES ENERGÉTICAS

Os avanços de cariz tecnológico configuram e viabilizam as diferentes opções energéticas no contexto dos distintos processos industrial-revolucionários a marcar a história do capitalismo desde finais do século XVIII. Em simultâneo, o potencial de determinadas fontes de energia válida/efetiva tecnologias de uso final. Desse modo, se a tecnologia do vapor converteria o carvão mineral (de fato, o carvão-vapor) no recurso energético básico (energético diretor) da PRI, o seu potencial em termos de geração de energia e força motriz, em razão das suas característica e propriedades físico-químicas, assim como a sua respectiva aplicação/difusão, seria proporcionada por inovações técnico-mecânicas tais como: tear mecânico, locomotiva, máquinas industriais, máquinas-ferramentas, etc.; ocorridas a nível da utilização (tecnologias e engenhos de uso final), que ao mesmo tempo propiciavam a aplicação energética do carvão vapor e o entronizar do carvão mineral como a fonte energomineral/energoprodutiva (notadamente energo-industrial) da PRI. Assim sendo, o binômio sistêmico-interativo «Energia/Tecnologia» manifesta-se a nível da PRI através do universo técnico-mecânico-fabril e da configuração energética mineral-carbonífera, definindo-se assim a hegemonia da carbo-energia.

No contexto da SRI, a relação entre o desenvolvimento tecnológico e as suas respectivas configurações energéticas fica por conta do motor à explosão e da utilização da turbina para geração de eletricidade. O primeiro facultaria a utilização dos combustíveis de base petrolífera, principalmente a gasolina e o óleo diesel, enquanto o segundo, por seu propiciaria a aplicação de uma série de inventos surgidos no século XIX, como a lâmpada elétrica, o motor elétrico e os transformadores (LEÃO, 2011). O recurso aos petrocombustíveis/petroderivados abriria espaço à atividade empresarial petrolífera e em particular à indústria petroquímica (um dos marcos da SRI), enquanto a eletricidade, instrumento de modernização de processos, usos e hábitos a valer-se da geração hídrica ou térmica a saber: carvão, óleo diesel ou óleo combustível; e, seria viabilizada e viabilizaria inovações, equipamentos e motores afetos às componentes hidroenergéticas, petroenergéticas e carboenergéticas. À carboenergia alarga-se-lhe o horizonte de vida útil, vez que sendo típica da PRI, passaria a ter no seu uso como fonte de eletrogeração a sobrevida enquanto vetor energético.

Já em termos da TRI/TRIT haveria que registrar que o elevado nível alcançado pelo progresso tecnológico levaria ao rubro o vetor dinâmico-interativo «Energia/Tecnologia», uma vez que o amplo manancial de inovações tecnológicas afeto ao terceiro processo revolucionário-industrial, a marcar a evolução do capitalismo sistema-mundo, possibilitaria o advento de diversas alternativas quanto às fontes renováveis de energia, bem como a viabilização técnico-econômica de muitas delas. Por outro lado, algumas das energias renováveis seriam atualizadas em termos tecnológico-energéticos, como foi o caso da energia eólica, que passa a ser utilizada como fonte primária na obtenção de eletricidade, destinando-se ao atendimento da demanda de pequenos/médios centros urbanos, de unidades/núcleos rurais e urbanos/rurais, para além de sua oferta destinar-se ao atendimento da ponta do sistema elétrico ou mesmo à produção complementar de eletricidade. Por seu lado, a energia solar, obtida/transformada e disponibilizada, quer sob a forma de coletores (aquecimento), quer sob a modalidade de centrais/usinas solares (energia elétrica) ou ainda de células fotovoltaicas (eletricidade), tem a sua produção possibilitada através da aplicação de equipamentos inovadores, o que acaba por conduzir à formação de uma cadeia produtivo-tecnológica atualizada/inovante.

Já a biomassa, através de suas várias etapas de produção (combustível automotor, aproveitamento de resíduos, produção de energia secundária, geração de calor de processo, etc.), tem o seu uso propiciado por equipamentos tradicionais devidamente renovados (o caso da caldeiraria) e por inovações a nível da parte agrícola e industrial. De fato, conforme assinalam Genovese et al (2014), a biomassa mostra diversos tipos de aproveitamento (combustão, extração de óleos, fabricação de combustíveis, etc.), em que se foca a difusão da utilização de biomassa como opção não apenas energética, mas também estratégica e social, assim como a competitividade dos combustíveis dela obtidos (etanol/álcool etílico, biodiesel e biogás) face aos energéticos de base fóssil. Entretanto, em termos efetivos e potenciais, o aproveitamento energético da biomassa irá estimular, alavancar e viabilizar todo um conjunto de inovações e tecnologias que vão desde o desenvolvimento de técnicas de plantio, rega e colheita até equipamentos de uso final, passando por engenhos e técnicas afetos à produção industrial (usina). Com isso, o aproveitamento energético da biomassa, tanto na parte agrícola quanto no domínio industrial, mostra-se como inovador/capacitador e incentivador e promotor do desenvolvimento tecnológico.

Portanto, em cada processo revolucionário-industrial, que simultaneamente consiste numa concatenação em termos de mudança tecnológica, configura-se a respectiva base energética. Se no âmbito da PRI vingaria a carboenergia, no ensejo da SRI se afirmaria a petroenergia (em ambas configurando-se a hegemonia energofóssil) e no contexto da TRI/TRIT emergiria o ambiente propício à liderança do modelo energo-renovável. As diferentes configurações energéticas daí advindas articulam-se com o avanço tecnológico que as viabiliza (e que concomitantemente é por elas legitimado) a nível dos diferentes usos intermédios/finais, habilitando-as a respaldar a base energoprodutiva, técnico-industrial e econômico-tecnológica definida a cada momento/processo. Os artefatos técnicos surgidos dos gabinetes e salas de trabalho de inventores práticos, desprovidos de conhecimentos científicos mais aprofundados (como na primeira fase da PRI), assim como as elaborações de forte carácter científico-técnico que se iniciaram na segunda fase da PRI, explodiram na SRI com a interação «Laboratório/Fábrica» e se acentuaram profundamente na TRI/TRIT (com a importância cada vez maior da Ciência e Tecnologia (C&T) para a produção), convertem-se em inovações e tornam possível a entrada em cena do carvão-vapor, o advento da eletricidade, o surgimento da petroquímica e a aplicação energética da biomassa.

Cabe o registro de que é com o emergir da TRI/TRIT que se tornarão mais definidas as preocupações com o meio ambiente, abrindo-se possibilidades para a entrada em cena das fontes renováveis de energia, muitas delas valendo-se (e simultaneamente o reforçando) do escopo tecnológico afeto ao terceiro processo industrial-revolucionário. O avanço tecnológico promovido no contexto da TRI/TRIT, de modo a reforçar-lhe a posição de ser o mais tecnológico dos três processos revolucionários até aqui registrados na história do capitalismo, viabiliza o uso das energias alternativas (mormente a solar e a eólica), reafirmando-lhe o carácter de categorias efetivamente sustentáveis, intensivas em tecnologia e modernizadoras – quer a nível das suas características/propriedades, quer também quanto à sua renovabilidade, quer ainda quanto à base de equipamentos/componentes a elas afeta -. Desse modo, o elã eminentemente tecnológico da TRI/TRIT, ao mesmo tempo que cria o ambiente propício para o desenvolvimento das fontes não convencionais de energia, passa a tê-las como elemento de afirmação/confirmação da sua própria natureza. De fato, para além de tudo o mais, a começar pelos preços dos combustíveis fósseis (em particular dos petroderivados), a viabilidade das energias não convencionais será fruto do progresso tecnológico.

Com a TRI/TRIT, acentua-se o relacionamento trinômico «Produção – Indústria – Tecnologia», assim como a conjugação binômica «Energia/Tecnologia», atenuando-se/mitigando-se e mesmo reduzindo-se, de forma significativa, os impactos nocivos sobre o meio ambiente. A interação interativo-biunívoca «Energia/Tecnologia» traduz-se, no âmbito da TRI/TRIT, por uma interviabilização entre as novas tecnologias surgidas no bojo da mesma e as fontes energéticas alternativas que se apresentam em termos de usos produtivos, intermédios e finais. Deste modo, a necessidade aguça o engenho (e mesmo a arte), com as novas tecnologias viabilizando/incentivando o recurso a fontes alternativas de energia (alternativas ao modelo energofóssil), mas também a recíproca é totalmente verdadeira. O binômio «Indústria/Tecnologia» interage dinamicamente (e de forma virtuosa) com a relação binômico-interativa «Energia/Tecnologia». Essas interações mostram-se muito mais intensas a nível da TRI/TRIT do que de em termos da ligação «PRI/SRI», de modo a permitir/possibilitar interações entre variantes do modelo energofóssil com vetores energia-renováveis e a entrada em definitivo das fontes energéticas renováveis, de modo a se conseguir obter menores níveis em termos de impactos negativos sobre o meio ambiente.

As fontes energéticas renováveis eólica, solar, biomassa, etc., surgem no âmbito da interação biunívoca «Energia/Meio Ambiente» e representam um salto de extremo significado para o erigir de uma sociedade sustentável, cujo modelo energético se distancie da voracidade do padrão energofóssil. Por outro lado, o carácter renovável das fontes não convencionais de energia opõe-se ao cariz finito dos combustíveis fósseis, de modo a configurar um modelo contrário ao que caracterizou a bitola energívora/desperdiçadora herdada do conjunto «PRI/SRI». De fato, o carácter renovável das fontes não convencionais de energia decorre das mesmas advirem da própria natureza e do seu ciclo vital (sol e vento), mesmo quando a sua disponibilidade implica na atividade agrícola, como no caso da biomassa plantada (cana-de-açúcar, mandioca, sorgo sacarino, oleaginosas várias, etc.). A renovabilidade das fontes não convencionais de energia contraria a vincada idéia de finitude associada à base energofóssil e aponta para o alargamento do horizonte de vida útil dos recursos energéticos, bem como para uma maior amplitude em termos da disponibilidade de energia a longo prazo e a muito longo prazo. Assim sendo, a ótica finita, que decorre da análise mais acurada do modelo energético fóssil a desmentir a ilusão do não esgotamento da base de recursos naturais/energéticos, abre espaço para uma nova perspectiva da energia (produção, uso, reutilização e nova disponibilidade).

ALCOOLQUÍMICA

A alcoolquímica surge como alternativa à petroquímica e também à gasoquímica. Contudo, a sua viabilização irá depender da competitividade que vier a ter face aos já instalados processos industriais de base fóssil, à fiabilidade do seu fornecimento e à qualidade e preço dos seus produtos. Isto implica em intensos esforços em termos de P&D e Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I), mas também no arranjo produtivo, industrial e tecnológico de todos os componentes desse sistema, da parte agrícola (numa perspectiva ampla e global) à parcela industrial (elaboração de álcool etílico/etanol e produtos alcoolquímicos). Desse modo, um dos aspectos a conferir maior firmeza à indústria alcoolquímica diz respeito à constituição de um cluster alcoolquímico, constituído por diversos subclusters que incorporem todas as etapas afetas à alcoolquímica. Assim sendo, contemplar-se-iam as diversas fases em que se decompõe o complexo alcoolquímico (agricultura, obtenção do álcool etílico/etanol, fabricação de equipamentos, padronização de produtos/processos, gestão da qualidade, atividades de C&T e Ciência, Tecnologia e Inovação (C&TI), gestão do conhecimento, etc.), buscando-se integrar, de modo sistêmico-interativo, os vários segmentos constituintes do cluster alcoolquímico, de modo a obter escala e ganhos sinérgicos necessários a firmar a atividade alcoolquímica (da lavoura canavieira à biorrefinaria).

De fato, consoante registram Bastos (2007a), Bastos (2007b) e Durão (2007), será a variante alcoolquímica aquela que implicará em transformações mais profundas a ocorrerem mais a longo prazo e a serem realizadas em função de uma substituição total do petróleo pelo etanol/álcool etílico (combustível renovável obtido da biomassa), de modo a envolver acentuadas mudanças a nível de processo e características dos produtos, o que implica em alterações quanto aos equipamentos e à configuração das unidades alcoolquímicas. A alcoolquímica constitui-se no segmento da indústria química que se vale do etanol/álcool etílico para a elaboração de diversos produtos químicos. De fato, boa parte dos produtos químicos derivados do petróleo (petroquímica) pode ser obtida também do etanol/álcool etílico, em particular o eteno, matéria-prima para resinas, além dos acetatos e do éter etílico. Cabe assinalar que antes do advento da indústria petroquímica muitos produtos químicos eram obtidos a partir do carvão e de outras fontes fósseis (carboquímica). Logo, a longo prazo (ou a muito longo prazo), é presumível que a petroquímica tenda a ceder espaço para a alcoolquímica. Contudo, a alcoolquímica mostra algumas condicionantes de ordem logístico-locacional, uma vez que o transporte de eteno/propeno mostra-se complexo/dispêndioso, o que demanda a proximidade das plantas alcoolquímicas junto às unidades consumidoras desses produtos que são as fabricantes de resinas.

Por outro lado, considerando-se o caso brasileiro, existem também problemas relacionados ao abastecimento das unidades alcoolquímicas, uma vez que o fornecimento do álcool apresenta significativo nível de irregularidade. No caso da proximidade com as unidades produtoras de resina, há uma nítida vantagem comparativa das plantas petroquímicas (já devidamente instaladas, com vínculos estabelecidos e em pleno funcionamento). Com relação ao abastecimento, em termos de médio/longo prazo, enquanto existe uma relativa garantia de suprimento petrolífero, o mesmo já não ocorreria com o etanol/álcool etílico, em razão de uma série de limitações do lado da oferta, por exemplo nos períodos de entre-safra, de deslocamento de cana-de-açúcar para a produção açucareira, e a necessidade de maior produtividade na parte agrícola/industrial, na política de preços inadequada, etc. Assim sendo, mesmo com o petróleo a preços elevados, o abastecimento das plantas petroquímicas encontra-se relativamente assegurado, o que já não ocorreria com as unidades alcoolquímicas face ao fornecimento de etanol/álcool etílico; tal conferiria maiores níveis de rentabilidade/competitividade às plantas petroquímicas. Dessa maneira, a variante alcoolquímica não se mostra viável quanto a assegurar o nível de produção necessário, em razão da insegurança quanto ao abastecimento em termos de matéria-prima (BASTOS, 2007a; BASTOS, 2007b e DURÃO, 2007).

Desse modo, para além de parâmetros técnico-econômicos, referenciais energotecnológicos e balanceamentos técnico-produtivos, há que considerar a vida útil das unidades petroquímicas já instaladas e a operar com níveis satisfatórios de produtividade/confiabilidade, de modo a atender à demanda do mercado, assegurar a produção a jusante da cadeia petroquímica, garantir encomendas para os setores a montante, promover a geração/incorporação de valor ao longo da cadeia produtiva, estimular a capacitação e o desenvolvimento tecnológico, etc. Cabe assinalar o forte encadeamento do complexo petroquímico. Logo, o conjunto desses aspectos atua no sentido de condicionar/dificultar novos investimentos, não somente em razão do nível de exigências de capital das novas inversões, mas também por causa dos elevados montantes de capital já empatados nas plantas já existentes, o que faz com que não seja vantajoso (em termos de custo-benefício ou a nível do custo de oportunidade) promover um sucateamento acelerado e/ou precoce de plantas industriais petroquímicas já instaladas, muitas vezes sem atingir o prazo de vida útil ou alcançar/ultrapassar o período de payback, ou seja, o tempo decorrido entre o investimento inicial e o instante em que o lucro líquido acumulado se iguala ao valor desse mesmo investimento (BARROS (1), 1995 E BARROS (2), 1995).

Entretanto, caberia o registro de que por motivações econômicas, industriais e tecnológicas, a álcoolquímica conviverá, ainda por um longo tempo, com a petroquímica e a gasoquímica. Assim, poder-se-ia pensar numa complementação ou interação entre as duas vertentes fósseis e a renovável a nível de mercados, produção e estratégias nacionais em termos industriais, energéticos e tecnológicos. Logo, é de extrema relevância a componente inovação, com a maximização do binômio interativo «Biologia/Produção» e o emergir do conceito de biorrefinaria integrada enquanto local único para a exploração da biomassa, produção de biocombustíveis, elaboração de produtos químicos (e outros itens), geração de bioeletricidade, etc. Do etanol às biomassas lignocelulósicas (compostas por carboidratos, celulose e hemicelulose), que se relacionam à parte do vegetal formadora da parede celular (resíduos agrícolas, agroindustriais e urbanos, para além de madeiras) e que se constituem em fonte renovável de matéria-prima a ser utilizada em processos bioquímicos, essas alternativas de cunho energético-ambiental oscilam entre a rejeição energotécnica e a difusão socioeconômica.

De fato, os esforços de P&D e PD&I voltam-se para as perspectivas de efetivação/viabilização do aproveitamento integral da biomassa (biocombustíveis, bioprocessos e bioprodutos), no momento atual e no futuro, vindo a se constituir em elementos-chave para as iniciativas de investimentos no longo prazo. Por seu lado, a lignina, em razão do seu elevado poder calórico, apresenta diversas aplicações, em especial de cunho energético. De fato, a fronteira tecnológica alarga-se no que diz respeito ao aproveitamento da biomassa de natureza lignocelulósica, com a utilização de biomassas residuais presentes em recursos agrícolas e agroindustriais (milho, arroz, cana-de-açúcar, trigo, etc.). Nesse contexto, têm-se intensificado os esforços de P&D e PD&I para a utilização, de forma mais diversificada, de matérias-primas renováveis em substituição às fontes fósseis, com ênfase na biotecnologia. Dessa forma, a biotecnologia assume um papel de extrema relevância no desenvolvimento e viabilização técnico-econômica da biomassa lignocelulósica afeta aos resíduos agrícolas, numa perspectiva de avanço tecnológico, ciclo energético renovável e sustentabilidade.

Assim sendo, o progresso tecnológico atuará no sentido de viabilizar o aproveitamento da biomassa de base agrícola (lato sensu). A interação «Biotecnologia/Energia» deverá respaldar a opção tecnológico-produtiva que é a biorrefinaria, de maneira a promover o incremento da produção de álcool, com o conseqüente aumento da oferta etílica a ser em boa parte direcionado à sustentação da opção álcoolquímica. Desse modo, o incrementar dos esforços de P&D e PD&I surge como variável estratégica de interação entre as esferas a envolver a produção de etanol/álcool etílico e o seu direcionamento como matéria-prima para a álcoolquímica. O aproveitamento do etanol/álcool etílico para respaldar a atividade álcoolquímica surge como aplicação notória dos conhecimentos advindos das atividades de C&TI, que se irão também aplicar a nível dos novos direcionamentos em termos de produtos e processos. Efetivamente, produtos inovadores (como o plástico verde, por exemplo) darão suporte à nova álcoolquímica, mais centrada na tecnologia, nas inovações e numa linha diversificada/innovadora de produtos capazes de permear toda a indústria e de vir a ter um peso considerável a nível da economia.

Assim sendo, a biorrefinaria, enquanto unidade técnico-industrial e tecnológico-produtiva de base afeta à variante alcoolquímica, implica em profundas alterações, quer a nível da matéria-prima utilizada, quer também quanto aos subprodutos obtidos, quer ainda no que diz respeito aos produtos finais. Os produtos intermédios implicam em percursos industriais, trajetórias produtivas e tecnológicas distintas face à refinaria petrolífera ou gasífera, deles se destacando o etanol, produto básico para a alcoolquímica. Desse modo, o processamento da cana-de-açúcar irá implicar em vários direcionamentos de índole técnico-produtiva e também de cariz energético, com novas configurações a nível do estofo tecnológico e em termos do próprio encadeamento industrial. Em razão desses aspectos, para além de respaldar a alternativa alcoolquímica, o etanol seria também direcionado para embasar a produção de biodiesel, importante substituto do petróleo no setor de transportes. Por sua vez, a cana-de-açúcar viabiliza a sucroquímica, importante fonte de obtenção de biodiesel e biocombustíveis (utilizados em veículos automotores), de polímeros de base biotécnica (fundamentais para a indústria de plásticos) e de medicamentos, aqui configurando-se a relação «Sucroquímica/Química Fina».

Outros encadeamentos produtivos virão do bagaço-de-cana, com destaque para a produção de energia, de modo a tornar a biorrefinaria autossuficiente, com o excedente podendo ser negociado com a companhia de geração/distribuição. Entretanto, da biomassa encadeia-se também a hidrólise, com a qual elabora-se a lignina, composto químico usado no fabrico de papéis mais escuros e papelão e que serve de base para a elaboração de outros produtos químicos ou de combustível destinado a ser utilizado nas caldeiras das unidades industriais papeleiras. Este aspecto é de suma importância a nível da racionalização e autossuficiência energética das plantas industriais produtoras de papel, segmento intensivo em consumo de energia, mormente de petroderivados e eletricidade. É também a biomassa fonte para a obtenção de polímeros PHA, alternativas ao petróleo na produção de plásticos. Por outro lado, menciona-se que a vinhaça, dita também vinhoto, que pode ser utilizada na produção de energia, biogás e fertilizantes, possibilitando a alimentação dessa unidade energoprodutiva e o aproveitamento de um dejetos altamente poluidor.

Efetivamente, é na biorrefinaria que se delinea a configuração de um novo modelo energotécnico a lastrear-se no uso da biomassa. Na verdade, à biorrefinaria não se deve apenas atribuir o restrito papel de unidade produtora de etanol/álcool etílico, mas antes tomá-la como efetiva unidade energoprodutiva e verdadeira rampa de lançamento de um novo modelo técnico-industrial. Desse modo, a alcoolquímica surge como vetor energético, industrial e tecnológico, com novas/amplas implicações a nível de um amplo segmento produtivo. A opção pela alcoolquímica implica na constituição de uma cadeia produtiva complexa e altamente agregativa relativamente à indústria, valor e tecnologia. Em termos de matéria-prima, insumos e processos, a biorrefinaria, enquanto unidade básica da alcoolquímica, implica na presença de bioprocessos e na elaboração de bioprodutos. No seu conjunto, esses aspectos encontram-se forte e intimamente articulados a processos de inovação e desenvolvimento tecnológico a exigir/demandar esforços consideráveis em termos de P&D e PD&I. De fato, a biorrefinaria, a cadeia produtiva sequencial a ela adstrita, o encadeamento técnico-produtivo que lhe é inerente e o conjunto de processos afetos à mesma lastreiam-se no âmbito das atividades típicas do domínio da C&T.

Logo, a vertente «Biologia/Energia» relacionada à biorrefinaria abre um sem número de oportunidades vis-à-vis o aproveitamento energético e produtivo da biomassa (no caso, da cana-de-açúcar), não apenas quanto à produção de álcool etílico/etanol, mas também na sua disponibilização/utilização enquanto matéria-prima básica para a alcoolquímica, vertente industrial e tecnológica recuperada e atualizada pela base técnica afeta à TRI/TRIT. O aggiornamento da alcoolquímica no contexto técnico-industrial passa pela incorporação de esforços técnico-produtivos e inovações, quer na área agrícola, quer na componente indústria (elaboração de álcool etílico/etanol e de toda a cadeia de insumos e produtos), passando a exigir ações principalmente na área da tecnologia industrial. Isto pressupõe recorrer aos avanços técnico-científicos ocorridos no bojo da TRI/TRIT, quer no âmbito de processos, equipamentos ou produtos (o plástico verde, por exemplo). Assim sendo, a alcoolquímica assumiria maiores níveis de produtividade/diversificação, ganhando competitividade face à petroquímica e à gasoquímica, de modo a se lhes constituir pontualmente em alternativa ou como elemento de complementação/interação (hipótese aparentemente mais provável).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Se a petroquímica pode ser considerada como um dos principais setores industriais a caracterizar a SRI, a alcoolquímica insere-se no âmbito do trinômio «Energia - Tecnologia - Meio Ambiente», que marca o andamento da TRI/TRIT. De fato, com a TRI/TRIT, a elaboração de produtos químicos passa a se concentrar na petroquímica (nafta petroquímica), na gasoquímica (etano) e na alcoolquímica (etanol/alcool etílico). A substituição total não parece exequível, mesmo a longo prazo, com o cenário mais provável apontando para a coexistência e interação das três variantes.

Para além de abrir mais uma trincheira a nível da elaboração/oferta de produtos sucedâneos aos da petroquímica e gasoquímica, a alcoolquímica destina ao etanol/alcool etílico o papel de matéria-prima industrial, conferindo-lhe um novo estatuto, estrategicamente mais consistente e com desdobramentos industriais e tecnológicos. A alcoolquímica surge acoplada à panoplia de inovações emergidas no contexto da TRI/TRIT e toma como base de sustentação, para além do arcabouço tecnológico afeto à TRI/TRIT, a relação «Indústria – Meio Ambiente».

Da petroquímica à alcoolquímica, passando pela gasoquímica, a diversificação a nível das alternativas produtivo-tecnológicas (tão típica da TRI/TRIT) passa a marcar o cenário industrial, uma vez que os produtos da alcoolquímica (sucedâneos dos da petroquímica e muito mais além) serão utilizados por praticamente todos os ramos da indústria (como sucede com os produtos elaborados nas unidades petroquímicas) e com penetração nos mais diversos segmentos de consumo.

Por outro lado, a alcoolquímica (tal qual acontece a nível da produção sucro-alcooleira) abrirá espaço e criará demanda para um setor produtor de equipamentos (a montagem e o funcionamento da biorrefinaria), mormente no que diz respeito à parte de caldeiraria, criando mercado para um importante setor da indústria metalmeccânica. Desse modo, as inovações afetas e proporcionadas pela alcoolquímica não se darão apenas a nível dos produtos ou mesmo dos processos, mas também em termos dos equipamentos utilizados por esta atividade. O mesmo ocorrerá a nível dos esforços de P&D e PD&I, bem como das atividades de C&T ou C&TI, que não se concentrarão somente em termos do binômio «Produto/Processo», direccionando-se também aos bens oriundos da indústria metalúrgica.

REFERÊNCIAS

- BARROS (1), C. A. P. (1995): Decisões de Investimento e Financiamento de Projectos. Lisboa. Sílabo.
- BARROS (2), H. P. P. (1995): Análise de Projectos de Investimento. Lisboa. Sílabo.
- BASTOS, V. D. (2007a): Biopolímeros e polímeros de matérias-primas renováveis alternativos aos petroquímicos. Rio de Janeiro. BNDES. Revista do BNDES, v. 14, n. 28, p. 201-234, dez. 2007.
- BASTOS, V. D. (2007b): Etanol, Alcoolquímica e Biorrefinarias. Rio de Janeiro. BNDES. BNDES Setorial, n. 25, pp. 5 – 38, mar. 2007.
- CAZADERO, M. (1995): Las revoluciones industriales. México. FCE.
- DURÃO, M. (2007): Os Novos Desafios da Alcoolquímica: Indústria petroquímica e fabricantes de resinas investem para tornar o etanol opção mais completa ao petróleo. São Paulo. Jornal do Comércio Brasil (SP) (Economia) em 23 de Abril de 2007, s/p.
- FADEL, B. E MORAES, C. R. B. (2005): As Ondas de Inovação Tecnológica. Facef Pesquisa- Desenvolvimento e Gestão, v. 8, n. 1, 2005. Franca. Uni-FACEF, pp. 34 – 40.
- FLINN, M. W. (1970): Origenes de la Revolución Industrial. Madrid. Instituto de Estudios Políticos.
- GENOVESE ET AL (2014): Aspectos Energéticos da Biomassa como Recurso no Brasil e no Mundo. 3º Encontro de Energia no Meio Rural – 3º AGRENER. Campinas. UNICAMP/SBEA. NIPE/UNICAMP, pp. 1 – 10.
- LEÃO, R. P. S. (2011): GTD – Geração, Transmissão e Distribuição de Energia Elétrica. Universidade Federal do Ceará (UFC). Centro de Tecnologia. Departamento de Engenharia Elétrica. Apostila, pp. 1-2 – 1-41.



www.saojose.br | (21) 3107-8600
Av. Santa Cruz, 580 - Realengo - Rio de Janeiro