

CADERNO DE QUÍMICA VERDE

Ano 2 - Nº 5 - 2º trimestre de 2017

Editorial

Notícias recentes parecem indicar que ainda não haja um consenso a respeito de reverter os impactos da ação humana sobre fenômenos climáticos e que existem ameaças aos trabalhos de alto nível sobre fontes de energia renovável e bioprodutos nos EUA. No entanto está cada vez mais firme a determinação de fortalecer a legislação no sentido de seu alinhamento com o Acordo de Paris. A título de exemplo podem ser citadas as manifestações de estados mais progressistas daquele país, como a Califórnia e Nova Iorque e, principalmente, de seus maiores municípios, de seus compromissos com o Acordo. Por outro lado o governo chinês está reduzindo a geração de energia a partir do carvão e permitindo ações legais contra empresas poluidoras (especialmente da indústria química!). Ao mesmo tempo ganham força os projetos visando tornar mais sustentáveis as grandes empresas de tecnologia de ponta.

Para o Brasil, entretanto, o momento não é dos mais propícios. O país conta com uma das matrizes energéticas das mais sustentáveis do mundo e o seu consumo de biocombustíveis tende a crescer, mas o compromisso de preservar as reservas florestais corre sério risco. Infelizmente poucos entendem o papel da biodiversidade como fonte de espécies de maior produtividade e especificidade, mais resistentes a mudanças climáticas e inimigos naturais, e que demandem menos terra, água e outros insumos em lugar de servir apenas para fornecer moléculas bioativas. A implantação de atividades minerais, florestais e agrícolas sem um rigoroso controle de biomas nos quais crescem e se reproduzem pode comprometer uma das mais importantes vantagens comparativas que o país dispõe.

Esta edição marca o primeiro aniversário do Caderno de Química Verde que foi lançado pela Escola Brasileira de Química Verde como um veículo dedicado a aumentar a compreensão geral do papel dos processos químicos na produção sustentável de materiais que assegurem um padrão de vida confortável e seguro à sociedade.

A habitação é um dos segmentos mais importantes de aplicação da química verde pois a fabricação de materiais de construção (como metal, concreto, alvenaria e vidro) é altamente consumidora de energia e responsável por grande parte da geração de gases do efeito estufa. Seus processos de manufatura são intensivos em recursos naturais, requerem muitas etapas de processamento e geram muita poluição.

Peter Seidl
Editor

Neste Caderno

12-2



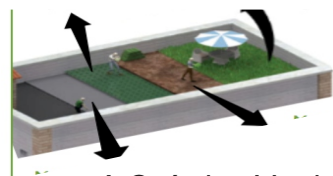
Alice Pita Barbosa fala sobre a importância da biotecnologia vegetal para a Química Verde.

12-5



Parceria UNIDO / SENAI no ensino da Química Verde.

12-7



A Química Verde na habitação.

12-15

QUÍMICA VERDE nas Empresas

Oilseed Solutions: Evolução no processamento da Soja.

Senai Cetiqt: Intensificação de Processos.

12-15

QUÍMICA VERDE em Cápsulas

Cana como fonte de combustível de aviação
Resíduos de gordura animal no biodiesel.

12-16

QUÍMICA VERDE Eventos

1º Encontro de Professores de Química Verde.
VII Encontro EBQV.

Depoimento de Alice Pita Barbosa acerca da biotecnologia vegetal

Adriana K. Goulart
Escola de Química - UFRJ

O Caderno de Química Verde entrevistou a Dra. Alice Pita Barbosa, bióloga, mestre em botânica e doutora em fisiologia vegetal pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), com pós-doutorado em solos e nutrição de plantas também pela UFV, e em fisiologia molecular de plantas pela University of Nottingham, do Reino Unido. Sua principal linha de pesquisa concentra-se nos efeitos dos estresses abióticos em plantas, principalmente a seca e os metais pesados.

Caderno - Quais são a importância e as possíveis aplicações da biologia vegetal no setor industrial?

Alice - A engenharia genética e a fisiologia molecular de plantas representam uma fonte inesgotável de potencialidades para a indústria cuja matéria prima sejam de origem vegetal, dando-nos a esperança de um dia reduzirmos os desgastes ao nosso planeta e mitigarmos os inúmeros problemas já causados. Um exemplo disso é a redução do uso de combustíveis fósseis através da viabilização do uso do bagaço-de-cana na produção de bioetanol.

A recalcitrância à sacarificação é o principal fator limitante para a conversão da lignocelulose a

etanol. Um bom exemplo do uso da engenharia genética na solução desse tipo de problema é um trabalho na revista Nature, em 2007, em que foi verificado que a recalcitrância tanto ao pré-tratamento quanto à digestão

enzimática é diretamente proporcional ao teor de lignina nos caules. Essa conclusão foi possível através do desenvolvimento de linhagens de plantas apresentando expressão reduzida de genes relacionados à biossíntese de lignina por meio de técnicas de engenharia genética. Portanto, hoje sabe-se que o melhoramento genético visando ao aumento da produtividade de bioetanol deve ter como foco a seleção de plantas com baixo teor de lignina. Ressalta-se que o uso de plantas transgênicas, isto é, que expressam genes de outro organismo ou sofreram silenciamento de algum gene, permite entender a função dos genes/proteínas nas plantas, possibilitando a obtenção de produtos vegetais com características mais adequadas e desejáveis para o consumo.

Caderno - E na produção vegetal em si, como esses conhecimentos são aplicados e qual a importância da química neste processo?

Alice - As plantas são organismos sésseis e, por isso, são continuamente submetidas a diferentes agentes ambientais estressantes, bióticos (como a infestação por patógenos e a herbivoria) e abióticos (em função da disponibilidade de água e de nutrientes, temperaturas extremas, salinidade e presença de metais pesados no solos, por exemplo), os quais resultam em queda da fotossíntese e da produtividade de partes vegetais com importância comercial.

Atualmente participo de um projeto que tem como objetivo a identificação de biomarcadores de tolerância à seca em eucalipto visando à seleção de genótipos que possam ser cultivados em regiões potencialmente mais áridas. Estes biomarcadores podem ser desde variações na expressão de um



Alice Barbosa

ou os teores de um metabólito secundário, até uma característica anatômica foliar ou morfológica da raiz, por exemplo. Por meio de técnicas de PCR em tempo real e *RNA-sequencing*, que permitem verificar a expressão de gene, foram identificados genes/processos diferencialmente ativados em plantas tolerantes e sensíveis à seca, após serem submetidas a essa condição.

É importante ressaltar que os nutrientes móveis na solução do solo são absorvidos pelas raízes junto com a água (em um processo denominado fluxo de massa) em resposta à tensão gerada nos vasos do xilema em respostas às forças transpiracionais. A própria escassez de água contribui para a redução do influxo de nutrientes nas raízes. Ademais, o fechamento estomático (uma das respostas mais genéricas das plantas à seca, como forma de se evitar perdas excessivas de água) reduz essa tensão nos vasos, culminando em menor absorção de água pelas raízes e deficiência de vários elementos essenciais para a manutenção do metabolismo vegetal.

Dessa forma, a seca no solo promove quedas na produtividade de árvores de eucalipto tanto em função da falta de água *per si*, mas também devido às deficiências nutricionais. Como medida mitigatória, as análises da concentração de elementos nas folhas, caules e raízes permitem a otimização do processo de fertilização dos solos, que passa a ocorrer de maneira mais focada nos elementos afetados pela seca, assim como a seleção de genótipos mais eficientes na obtenção destes nutrientes pelas raízes, sendo esse apenas um dos inúmeros exemplos da importância da química na produção de recursos vegetais de importância industrial.

Com relação aos estresses bióticos, a aplicação de pesticidas tóxicos à saúde humana pode ser eliminada com o aumento da resistência ao ataque de pragas por meio de técnicas de melhoramento tradicional ou engenharia genética.

Caderno - Com relação às técnicas empregadas em estudos que objetivam a redução de danos ambientais e riscos à saúde humana: qual a importância da química na execução destas metodologias?

Alice - Antes de responder, gostaria de lançar luz à existência de variações naturais em infinitas características dos vegetais, resultando em diferentes fenótipos em uma mesma espécie. Isso permite a seleção de linhagens naturais com características vantajosas para os seres humanos e o meio ambiente em geral, sem a necessidade de uso de engenharia genética. Um bom exemplo é a existência de uma ampla variação natural nas concentrações do metal pesado cádmio (Cd) em grãos de diferentes variedades de plantas de *Oryza sativa* (arroz) cultivadas sob concentrações traço deste elemento. Essas variações nos teores de Cd em arroz foram descobertas graças à existência de técnicas como a Espectrometria de Massas por Plasma Indutivamente Acoplado (ICP-MS), que permite a detecção de concentrações baixíssimas de vários elementos nos tecidos vegetais. Por meio de técnicas de biologia molecular, verificou-se que essas variações estão associadas à variações na funcionalidade de uma proteína (*Heavy Metal ATPase 3 - HMA3*) situada na membrana dos vacúolos das células radiculares, a qual promove



Floresta de eucalipto com clones apresentando tolerância diferencial à seca, após ser submetida a um período de restrição hídrica

a compartimentalização do Cd e sua consequente destoxificação.

Plantas que expressam a forma funcional deste transportador tendem a apresentar baixas concentrações de Cd nos grãos, ao passo a perda natural de sua função (em decorrência de mutações que ocorreram ao longo do processo evolutivo) faz com que o Cd presente no citosol das células radiculares seja translocado para a parte aérea, acumulando-se no grãos. Sabe-se que este gene está presente em outras espécies e, por conta disso, este conhecimento pode ser aplicado tanto para aumentar a segurança alimentar (por meio da seleção de linhagens que naturalmente concentram o cádmio no vacúolo das células radiculares, evitando-se a translocação deste elemento para a parte aérea e a transferência aos seres vivos via cadeia alimentar) quanto em processos de fitorremediação (utilizando-se genótipos que acumulam o metal pesado na parte aérea), auxiliando na destoxificação de solos e água.

As técnicas de quantificação de elementos químicos em tecidos vegetais também são muito importantes nos estudos de nutrição de plantas, como o exemplo acima relacionado à deficiência nutricional causada pela seca em eucalipto. Cabe acrescentar que já existe a possibilidade do uso conjunto do citômetro de fluxo e do ICP-MS para a quantificação do teor de elementos químicos em nível celular, em que protoplastos (células vegetais isoladas após digestão da parede celular)



Tolerância diferencial de três clones de eucalipto à seca

pertencentes a um tecido vegetal específico, expressando uma proteína fluorescente, são selecionados e destinados à quantificação dos teores dos elementos.

Caderno - Qual a importância da cooperação entre químicos e botânicos para a Química Verde?

Alice - Como exemplificado anteriormente, a cooperação mútua destes profissionais é extremamente importante no setor industrial. Um bom exemplo é a importância da identificação correta das espécies vegetais para a indústria farmacêutica.

Partindo do princípio de que as plantas apresentam ampla variação natural, uma mesma espécie pode apresentar variedades com diferentes tipos de tricomas glandulares, os quais produzem substâncias medicinais ou tóxicas, em diferentes proporções.

O problema é que as diferentes variedades de uma mesma espécie de planta medicinal podem ser morfológicamente similares entre si, mas distintas em termos de tipos de tricomas e substâncias produzidas por eles.

O desconhecimento dessas variações naturais pela população humana ou pelos fabricantes de fármacos pode representar sérios riscos à saúde humana, se utilizada uma variedade que contenha elevados teores de compostos tóxicos no lugar de outras que contém predominantemente o composto medicinal.

Portanto, por uma questão de segurança, é de extrema importância a troca de conhecimentos entre especialistas em vegetais e químicos para a prática da Química Verde.

Além disso, cabe aos fisiologistas da produção determinar as condições ideais de cultivo destas variedades que propiciem maior produção dos metabólitos de interesse farmacológico.

Parceria UNIDO/SENAI-RJ impulsiona o ensino da química verde

Ana Maria E. Oestreich,
Instituto SENAI de de Inovação para a Química Verde

Um estudo da OECD (40 Years of Chemical Safety at the OECD: Quality and Efficiency) revela que as compras de produtos químicos em âmbito global em 1970 foram de US\$ 171 bilhões. Em 2010, este valor foi superado em mais de 20 vezes, alcançando a quantia de US\$ 4.12 trilhões. O relatório sobre o estudo também observa que entre 2000 e 2009, ocorria um aumento de 13 a 28% nos países BRIC (Brasil, Rússia, China, Índia, Indonésia e África do Sul), enquanto que as vendas de produtos químicos se reduziam entre 77 e 63% mundialmente.

Pesquisas recentes do American Chemistry Council preveem um crescimento significativo da produção química nos países em desenvolvimento até o ano de 2021 e um crescimento mais modesto nos países desenvolvidos (citado pelo PNUMA em “Perspectivas Globais dos Produtos Químicos – Rumo Gestão Racional de Produtos Químicos”, 2013). A OECD estima ainda que nas últimas duas décadas, a produção de químicos nos países –membros foi reduzida a 65% do mercado global e em 2030 não superará os 50%. Reconhece que é necessária, portanto, uma infraestrutura e ações mais abrangentes e holísticas para garantir a segurança química entre os consumidores ou produtores de produtos químicos ao longo do ciclo de vida dos produtos industriais nos países não membros.

Também é necessário ampliar a cooperação técnica para fortalecer a transferência de conhecimentos e de tecnologia, compartilhando experiências de sucesso em países desenvolvidos e emergentes para atingir a meta zero de geração de resíduos perigosos.

O projeto global “Desenvolvimento de diretrizes, com estudos de casos de produtos e tecnologias para a Química Verde” (*Guidance*



development and case study documentation of green chemistry and Technologies) é realizado no Brasil pela cooperação técnica entre o Instituto SENAI de Inovação para a Química Verde – ISI Química Verde do Sistema FIRJAN e a Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial – ONUDI e tem por objetivo impulsionar a química verde na educação e na indústria. Este projeto é financiado pelo Fundo Ambiental Global do Banco Mundial - GEF - e tem a supervisão técnica do Professor Paul Anastas da Universidade de Yale. Além dos especialistas de Yale, outras organizações científicas da Europa integram o time de especialistas globais. O Professor Anastas, como se sabe, é um dos pioneiros mundiais da Química Verde. O projeto da ONUDI também engloba países como África do Sul, Colômbia, Egito, Peru, Sérvia e Sri Lanka.

O lançamento global do projeto aconteceu no dia 13 de fevereiro na faculdade do SENAI do bairro Tijuca, no Rio de Janeiro. Em sua palestra no evento de abertura do projeto, o Prof. Paul Anastas da



Universidade de Yale, salienta que o aspecto mais importante da Química Verde é o “**design** de produtos químicos e processos que reduz ou elimina o emprego e a geração de substâncias perigosas”. Diferente da remediação que envolve o tratamento de desperdícios e o manejo de substâncias perigosas já produzidas, a Química Verde enfoca o design de substâncias *verdes* que substituem ou exercem melhor a função daquelas perigosas utilizadas atualmente ou em rotas químicas alternativas de substâncias já existentes que gerem menos desperdícios e resíduos perigosos (foto acima).

É por esta razão, que a Química Verde vem crescendo como uma alternativa desde seu surgimento nos anos 90, porque ela se baseia nos processos da natureza ou propriedades inerentes dos materiais, processos, sistemas e produtos. Por ser um tema interdisciplinar, ela engloba as áreas da química, engenharia, biologia, toxicologia, e ciências ambientais. De acordo com a empresa Pike Research, uma consultora especializada no mercado de tecnologias limpas, o uso da química verde para determinados setores industriais crescerá rapidamente nesta década. Isto porque ela oferece uma significativa redução de custos diretos e indiretos, seja na aquisição de matérias-primas ou em processos mais econômicos em termos de consumo de água e energia, e geração de resíduos, assim como na redução dos custos ambientais e sociais traduzidos em penalidades ambientais e trabalhistas. Enquanto os produtos verdes têm um custo mais elevado para o consumidor final, o mesmo não acontece com a

indústria que economiza significativamente com a química e a engenharia verde. Segundo esta empresa, o total economizado em tecnologias limpas inteligentes irá alcançar a casa dos 6,6 bilhões de dólares até 2020.

O projeto em desenvolvimento pelo ISI QV com a ONUDI tem basicamente dois componentes: um voltado ao desenvolvimento de diretrizes para o ensino e seleção de tecnologias verdes. O outro é o desenvolvimento de histórias de sucesso de produtos e processos verdes inseridos no mercado. Para este componente, o projeto tem a parceria da Braskem com a apresentação do estudo de casos do plástico verde (isto é, produzido a partir do eteno verde de cana de açúcar). Outros estudos de casos podem ser propostos, e se aprovados, serão submetidos à plataforma de Química verde da ONUDI e do GEF para servir de exemplo em âmbito global.

A próxima grande atividade do projeto é um seminário de conscientização para a Química Verde, quando haverá a participação de especialistas nacionais e da Universidade de Yale. Deste seminário serão selecionadas lideranças da área de ensino de química e engenharia química, pesquisa e produção para um treinamento de cinco dias com a Universidade de Yale que deve realizar-se em 2018. Estas lideranças apoiarão o desenvolvimento de um guia global sobre ensino e tecnologias verdes.

O seminário de conscientização (Awareness Raising Seminar) será realizado entre agosto e outubro de 2017 com o apoio de Yale, sendo convidadas Universidades, unidades do SENAI, empresas e outras instituições de pesquisa e fomento à pesquisa.

Ao final do projeto, se esperam bons exemplos globais de currículos de cursos, guias de processos, produtos e tecnologias, assim como estudos de caso que serão publicados nos sites das Nações Unidas e do Banco Mundial.

Mais informações sobre o projeto poderão ser obtidas no Instituto SENAI de Inovação para a Química Verde, na rua Morais e Silva, 53, Maracanã, Rio de Janeiro, telefone 3978-6137.

A Química Verde na Habitação

Adriana K. Goulart e Peter Seidl

Escola de Química - UFRJ

Introdução

O setor de construção brasileiro, ciente da necessidade de reverter os danos ambientais causados por sua atividade, é o quarto do mundo a ter o maior número de obras com certificado ambiental, atrás dos Estados Unidos, China e Emirados Árabes Unidos, segundo o Green Building Council (GBC). Cerca de 36% das empresas nacionais pretendem construir de forma mais verde 60% dos seus projetos até 2018. Para adquirir o selo LEED Platinum (nível máximo) é preciso considerar da concepção à construção do imóvel: o uso de materiais recicláveis e químicos de base biológica ou atóxicos; microgeração de energia renovável; instalação de sistemas de regulação térmica; economia material, hídrica e energética; reaproveitamento e tratamento de água; geração mínima de poluição; entre outras tecnologias de baixo impacto ambiental. A implantação dos edifícios verdes têm custos extras associados (ver Figura 1). Entretanto, o retorno financeiro ocorre a médio prazo, devido às elevadas eficiências hídrica e elétrica e à valorização do imóvel.

Eficiência Hídrica

A construção civil tem incorporado o racionamento de água e energia em sua estratégia de

negócio em virtude das recentes crises de abastecimento no país.

O concreto, por exemplo, é altamente perecível e sua fabricação exige o consumo imediato de um volume considerável de água. Uma solução oferecida pela indústria é o projeto de manufatura seca usando equipamentos que permitam o menor uso de água, energia e materiais. Recentemente, um sistema de dessalinização e filtragem usando grafeno foi desenvolvido para reduzir a dependência de empresas de abastecimento de água potável. O grafeno é um derivado do carbono, extremamente fino, flexível, transparente e 200 vezes mais resistente do que o aço. O composto propicia a peneiração e uma excelente condutividade, tanto que é usado como condutor elétrico em células fotovoltaicas e peças para aeronaves, celulares, etc..

Outra solução é o tratamento domiciliar para o reuso da água. O processo pode ser realizado por um sistema simples e barato de filtragem e aditivos químicos, similar ao aplicado na escala industrial. A limpeza inicia-se pela floculação, em que coagulantes (como sulfato de alumínio ou cloreto ferro (iii)) são adicionados para formar aglomerados sólidos em suspensão (flotação).

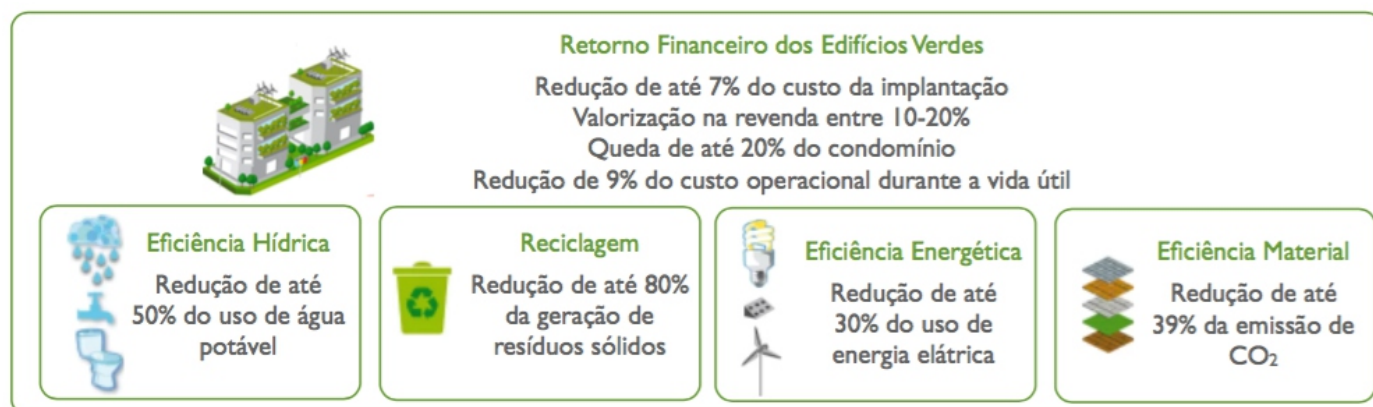


Figura 1 - Economia gerada pelos Edifícios Verdes (Adaptado de G1, 2012)

Posteriormente adiciona-se hidróxido de cálcio para a sedimentação dos particulados (ex.: argila, ferrugem, lodo e lama), dos contaminantes orgânicos (ex.: detritos de plantas e dejetos humanos) e inorgânicos (ex.: metais tóxicos) e dos micróbios (bactérias, algas, vírus ou protozoários causadores da cólera, febre tifóide, desintéria e meningite) coagulados. O sabão suspendo pode ser retido por uma lã acrílica introduzida na tubulação que conduz a água até um filtro contendo polipropileno e partículas de carvão ativado. Neste local, são retidos resíduos sólidos remanescentes (como areia), o excesso de sódio, cálcio, ferro, cloro e os odores indesejáveis da água. Por fim, para eliminar a presença dos microrganismos, é possível borbulhar ozônio (O_3) ou adicionar monoclорamina (NH_2Cl), dióxido de cloro (ClO_2) ou hipoclorito de sódio ($NaOCl$). A desinfecção da água também é possível com o uso de um filtro que emite radiação ultravioleta (UV).

O menor consumo de água e energia na lavagem deve-se ao uso de produtos de limpeza mais verdes, cujo processamento envolve: introdução de insumos e matérias-primas renováveis; formulações mais concentradas que reduzam custos de embalagem e transporte; ou introdução de ingredientes que agem à frio. Entretanto a formulação de um detergente é complexa, uma vez que os ingredientes podem interagir entre si e causar efeitos indesejáveis. Por exemplo, a ação de enzimas pode ser inibida por surfactantes. A composição de detergentes comerciais é estudada há mais de vinte anos com o objetivo de conhecer melhor a função de seus ingredientes. As respectivas estruturas moleculares, como o grau de etoxilação de um surfactante ou o formato da cadeia principal (linear ou ramificada, por exemplo), podem ser associadas a uma propriedade determinante para o desempenho ou compatibilidade com outro constituinte do produto.

Detergentes de alto desempenho contém alvejantes óticos, melhores surfactantes e agentes quelantes, polímeros sofisticados para remover resíduos que depositam nos tecidos, assim como estabilizadores para enzimas. Polímeros são importantes fontes de inovação em ingredientes de detergentes. Produtos de

topo de linha contém polímeros como etoxilato de polietilimina, que captura e desprende substâncias encontradas no solo das fibras de um tecido, e copolímeros de ácido tereftálico que revestem o tecido durante a pré-lavagem e são removidos em enxagues subsequentes.

Eficiência Elétrica

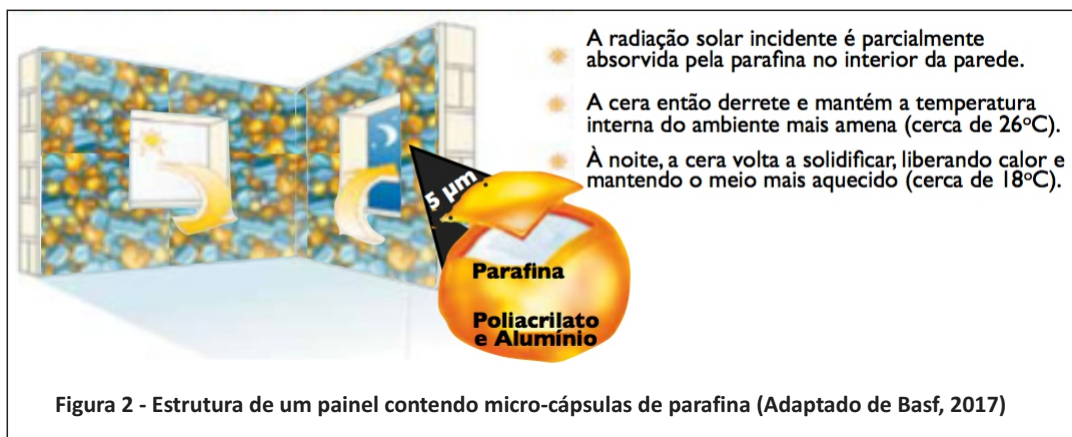
A recente preferência no mercado pelas lâmpadas fluorescentes e de LED (diodo emissor de luz) deve-se a dissipação de 90% da energia elétrica consumida pelas lâmpadas incandescentes como calor, ao invés de luz. As lâmpadas LED reduzem em 25% o uso da eletricidade, possuem um tempo de vida de cinquenta mil horas e são formadas por semicondutores de nitreto de gálio e fósforo para emitir a luz branca. Já as lâmpadas fluorescentes funcionam por um período vinte vezes superior às incandescentes, emitem a mesma quantidade de luz, consomem 80% menos eletricidade e são compostas por gases inertes, principalmente argônio, e alguns miligramas de mercúrio.

Quando os elétrons dos gases são excitados sobre o metal, a radiação ultravioleta (UV) é emitida. Em seguida, a luz visível é formada pela ativação dos átomos de fósforo e os compostos metálicos de lantânio existentes na parede do tubo de vidro. Alguns modelos compactos são tricromáticos, ou seja, somente a luz branca é perceptível quando na verdade são emitidas as cores do espectro: azul, verde e vermelha. A banda de emissão azul provém dos átomos do metal europium, o verde da mistura de lantânio/cério/térbio e o vermelho do ítrio/európio.

O emprego de materiais para conter a troca de calor são recursos adicionais que resultam em uma queda considerável da energia elétrica usada para aquecimento ou refrigeração de um ambiente. Isolantes térmicos formados por poliuretanos ou poliestirenos - além de químicos retardantes de chama, revestimentos e adesivos - são usados tanto em telhados como paredes de residências e prédios. Quando produzidos a partir de materiais de base biológica auxiliam, inclusive, a reduzir

Painéis Solares

O sol é a fonte de energia mais sustentável que a terra dispõe. Entretanto a captura e o armazenamento de sua radiação apresentam uma série de desafios para a química verde. A busca de células



danos ambientais, o consumo de petróleo e a emissão de gases do efeito estufa. A adição de poliestireno expansível (EPS) modificado com grafite ao concreto (ao invés do cascalho), por exemplo, aumenta a força e a durabilidade deste material, reduz o peso e confere maior absorção e reflexão da radiação térmica, aumentando em 20% o isolamento térmico. Já o poliuretano (UR) é 50% mais eficiente do que o EPS. Minúsculas cavidades preenchidas com ar, polímeros naturais (oriundos de proteínas extraídas da queratina), ou fibras de polipropileno também contribuem para aumentar a força e o isolamento térmico do concreto.

Um painel contendo micro-cápsulas de parafina envolvidas por poliacrilato e alumínio é um outro tipo de isolante térmico (ver Figura 2 acima). Aproximadamente 30% da energia solar é salva por um metro quadrado do painel, que pode ser introduzido no interior de paredes e pisos. As micro-cápsulas de parafina podem também ser misturadas na pintura ou no gesso.

Vidros especiais (Sageglass) que escurecem na presença direta de raios solares contribuem, por sua vez, para reduzir gastos de energia com iluminação, ar-condicionado e ventiladores. Os elétrons excitados pela radiação solar geram uma voltagem de 5V entre o vidro e uma camada de lítio metálico (Li+), formando uma superfície espelhada que reflete 90% do calor e admite a passagem de luz. Telhados de policarbonato (PC) ou politetrafluoretileno (PTFE, teflon) transparentes também são estratégias para aumentar a iluminação, reduzir gastos com energia e barrar a entrada de raios UV.

fotovoltaicas mais baratas e eficientes tem levado a enormes avanços no seu emprego, inclusive resultando em problemas econômicos e logísticos para as distribuidoras de energia elétrica.

Os primeiros painéis solares surgiram em 1950s para serem acoplados aos satélites enviados para a órbita da terra. As células solares eram produzidas a partir de silício policristalino e apenas 4% da radiação do sol era convertida em eletricidade. Como o silício não absorve a radiação solar de forma muito eficiente, as células constam de camadas espessas que aumentam seu peso e uma chapa de vidro muito resistente, que é cara e limita suas aplicações. Placas mais modernas são formadas por cerca de 90% de silício amorfo, geram eletricidade com 15% de eficiência, tem 15-20 anos de garantia e uma expectativa de vida útil de mais de 25 anos. O silício amorfo propicia que as células sejam posicionadas entre camadas de vidro (ver Figura 3 na página seguinte) ou em materiais flexíveis, desta forma os painéis são moldados em qualquer superfície.

Entretanto, o silício corresponde a cerca de 60% do custo de produção, a matéria-prima deve ser de altíssima pureza e o crescimento de cristais e a deposição a vapor são processos intensivos em energia. Estes fatores e o crescente interesse na energia solar vem estimulando a busca por outros tipos de materiais fotovoltaicos e já despontam algumas alternativas baseadas em materiais de baixo custo, tais como: polímeros orgânicos, pequenas moléculas e diferentes tipos de compostos inorgânicos.

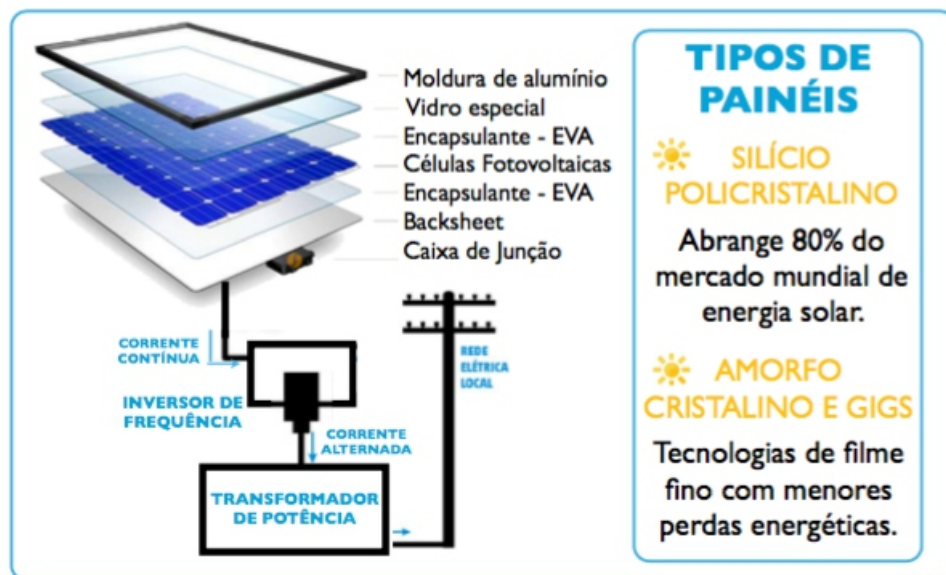


Figura 3 - Pannel solar integrado a uma rede de distribuição elétrica

Um aumento de até 40% da eficiência das células solares, por exemplo, foi alcançado com a incorporação ao silício de camadas metálicas a base de fosfeto de gálio e índio, telureto de cádmio, arseneto de gálio e germânio ou disseleneto de índio e cobre (CIS). A produção de eletricidade em dias nublados e da captação da radiação em qualquer direção da placa deve-se às nanopartículas de tetracloreto de titânio (TiO_2) sensíveis à luz que penetra nas nuvens. O produto substitui com maior eficiência o rutênio e o cobre. Já o uso de um sistema de lentes, o qual centraliza os raios solares em 1cm^2 de área, permitiu um ganho de 35% da conversão elétrica e a redução do custo material e do tamanho da célula fotovoltaica. Outra melhoria é a adição de tetracloreto de titânio (TiO_2) na presença de vapor. O dióxido de titânio resultante é um auto-limpante da superfície do painel, pois elimina a aderência de impurezas em sua superfície. Nanopartículas de sílica possuem a mesma finalidade.

A adição de um filme contendo dióxido de estanho (SnO_2) e fluoreto foi fundamental para reduzir a perda de calor durante a noite e melhorar a transmissão de energia. A camada adicionada permite a passagem de luz visível enquanto reflete calor infravermelho. Há também o sistema off grid, em que a energia captada é armazenada em baterias para atender regiões não contempladas por concessionárias de energia ou quando não há radiação. Entretanto, o sistema atende

apenas equipamentos de menor consumo (como iluminação, televisão ou computador).

Semicondutores feitos por polímeros de carbono possuem ainda algumas limitações quanto ao desempenho e estabilidade, mas são mais eficientes energeticamente, econômicos, flexíveis e finos do que os equivalentes inorgânicos de silício e arseneto de gálio. As tecnologias mais promissoras são

formadas em solução usando técnicas empregadas na produção de plásticos. A célula solar de Perovskita, por exemplo, já apresenta uma eficiência significativa e é a que tem atraído mais atenção. É baseada em substâncias que tem a estrutura cristalina da Perovskita e combinações de elementos como chumbo, iodo e pequenos grupamentos orgânicos. Outra opção é a célula solar com nanopartículas de óxido de titânio revestida por um determinado corante que pode absorver a luz solar e gerar uma corrente elétrica. Existem substâncias orgânicas capazes de absorver elétrons, como fulerenos, que são combinadas com polímeros condutores resultando em fotovoltaicos orgânicos.

Além da produção de células solares a partir de materiais naturais e com menor impacto ambiental, o desenvolvimento de semicondutores orgânicos otimizados a nível atômico possibilitou novas funcionalidades no mercado eletrônico, tais como: embalagens eletrônicas biodegradáveis para alimentos e fármacos e biocompatíveis na medicina, elementos de memória, processadores, sensores, displays de LCD ou LED, diodos emissores de luz, etc.. As inovações fotovoltaicas também possibilitaram a construção de usinas solares para a geração em larga escala de energia, de estacionamentos para carregar baterias de carros elétricos e do primeiro avião movido a luz solar (Solar Impulse).

A volta ao mundo da aeronave por um percurso de 42 mil km em quatro continentes, três mares e dois oceanos durou cerca de um ano e provou que são viáveis as viagens de avião utilizando energias renováveis.

Cimento

Aproximadamente 5 bilhões de toneladas de cimento Portland são produzidas por ano, um número 10 vezes superior ao uso de madeira ou tijolo na construção civil. O clínquer, principal componente do cimento Portland, é produzido em um forno rotatório a 1450-1480 °C a partir de uma mistura de: calcário, mármore e giz (fontes de cálcio); areia, argila e xisto (fonte de sílica); bauxita (fonte de alumínio); ferro; e uma pequena quantidade de gesso (fonte de enxofre e cálcio).

Ao final da conversão, a pasta de cimento hidratada é constituída por CSH (50–60%), CH (20–25%) e compostos sulfoaluminatos de cálcio (15–20%). A queima de combustíveis petroquímicos e as reações químicas envolvidas na produção de cimento foram responsáveis por aproximadamente 7% das emissões globais de CO₂ em 2001, sendo que a manufatura de um quilo emite mais de 600g de CO₂ na atmosfera. Tendo em vista a considerável demanda, o alto impacto ambiental e o consumo energético da produção de cimento, composições verdes alternativas do produto são desejáveis, tais como:

- Geopolímero: formados principalmente por aluminossilicatos;
- Magnésia: usa o óxido de magnésio como matéria-prima base;
- Sulfoaluminato: sua composição é definida pelo sistema $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{Fe}_2\text{O}_3-\text{SO}_3$;
- Pozolânico: consiste em uma mistura homogênea do clínquer do cimento Portland com uma matéria-prima natural ou residual, rica em sílica ou aluminossilicato (como cinzas, escória ou metacaulinita);
- Fotocatalisadores: contém TiO₂ (possui capacidade autolimpante e inibidora de crescimento microbiano), ZnO, Fe₂O₃, WO₃ ou CdSe.

A tradicional mistura de cimento, cal, areia e água também pode ser substituída por uma argamassa de nanopartículas poliméricas de sílica ou carbono, especialmente desenvolvidas para fixar tijolos ou blocos na construção de paredes. Tais produtos reduzem a geração de resíduos, proporcionam melhor adesão ao substrato, garantem paredes mais resistentes e duráveis e reduzem os esforços físicos dos operários, minimizando o tempo da obra em relação ao produto convencional. Outra vantagem, é o menor preço de venda do que a argamassa comum, pois como não utiliza cimento, requer um gasto energético consideravelmente inferior na fabricação.

Tintas

O recobrimento de estruturas com tintas, vernizes ou lacas é indispensável tanto para a estética, quanto para a proteção contra o intemperismo. Segundo a Associação Brasileira de Fabricantes de Tintas (ABRAFATI), cerca de 90% das tintas atualmente comercializadas são a base de água. Tal popularidade deve-se à eliminação ou redução do emprego de solventes orgânicos voláteis (VOCs), os quais são emitidos durante a secagem, causando poluição do ar e alergias, hipersensibilidades e irritações aos usuários.

A tinta é basicamente constituída por pigmentos sólidos suspensos em uma resina (ver Tabela 1 na página seguinte). Na sua formação são empregadas dispersões aquosas poliméricas (emulsões), tais como: vinílicas, vinil acrílicas, acrílicas, estireno-acrílicas, etc. Alta tecnologia, matérias-primas especiais e processos diferenciados também contribuíram para a substituição de metais pesados. Estes eram usados para evidenciar a cor das tintas, mas devido à alta toxicidade foram proibidos por legislações de saúde e segurança e normas ambientais, como a ISO140001.

Revestimentos das paredes (pintura e texturização) fabricados a partir de matéria-prima renovável (tais como caseína (proteína do leite), areia, cal, extratos vegetais ou minerais misturados com óleos e resinas e à base de água) também possuem uma série de vantagens, tais como:

Componentes	Função	Constituintes químicos
Resinas poliméricas ou Ligantes	Dureza, flexibilidade e resistência à abrasão, adesão e álcalis. Formam um filme quando aplicadas sobre a superfície material.	- base vegetal: látex ou breu; - base mineral: rafaélita ou resina de carvão; - base sintética: poliéster, alquídica, acrílica, laca nitrocelulose ou poliuretano, epóxi, melamina, uréia, fenólica, vinílica e outras;
Pigmentos	Conferem cor e opacidade (poder de cobertura) e proteção da película contra a radiação ultravioleta.	- Inorgânicos: dióxido de titânio (pigmento branco), azul da Prússia, negro de fumo, óxido de ferro (amarelo ou vermelho), cromatos e molibdatos de chumbo, etc. - Orgânicos: Ftalocianinas (azul e verde), perilenos (vermelho), ariil amídicos (amarelo), quinacridona (violeta e vermelho), toluidina (vermelho), etc. - Pigmentos de efeito: alumínio metálico, mica, etc.
Cargas	São partículas sólidas inorgânicas translúcidas que ajustam o brilho, o teor de sólidos e a reologia (escoamento) da tinta.	Carbonato (CaCO_3), sulfato (BaSO_4) e silicatos ($\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$), como o talco e o caulim.
Solventes	Solubilização, ajuste da viscosidade, auxilia a aplicabilidade, a formação do filme, a secagem e a lavagem das tintas.	Cetona, éster, éter, álcool, xileno, água, aguarrás, tinner etc.
Aditivos	Conferem propriedades específicas.	- Surfactantes; - Anti-raios ultravioleta; - Biocidas; - Antioxidantes: Metiletilcetoxima ou Ortometoxifenol; - Antigelificantes: Epícloridrina; - Espessantes: Bentonitas, Sílicas coloidais, Caulins tratados com aminas, ou produtos derivados de mamona hidrogenada (para tintas base solventes). Carboximetilcelulose e Hidroxietilcelulose (para tintas látex).

Tabela 1 - Componentes das Tintas (Adaptado de YAMANAKA, 2006)

são atóxicos e inodoros; possuem maior resistência ao tempo, infiltração e lavagem; e ausência/minimização do uso de biocidas, chumbo, solventes orgânicos, estabilizantes e corantes. Outra inovação são as pinturas metalizadas para telhados, que conferem altos índices de reflexão da luz solar, mantendo assim, uma temperatura mais amena no ambiente e uma economia de 20% no consumo energético.

Pisos, Fachadas, Tubulações, Móveis e Telhados Verdes Derivados de Plásticos

Plásticos são comumente usados para transportar materiais em tubulações, pavimentações, fachadas ou como componentes estruturais em construções. Muitos são produzidos a partir do petróleo e impactam significativamente o ambiente, principalmente por não serem facilmente degradados após o tempo de vida útil. O Cloreto de polivinil (PVC) compreende a 58% de todos os plásticos usados no setor.

Os plásticos também são alternativas sintéticas

para cerca de 25% da madeira serrada usada na na confecção de pisos, portas, carpetes, móveis e outras aplicações habitacionais. A Madeira Plástica ou Ecológica é feita por uma mistura de resíduos plásticos recicláveis, enquanto a Madeira Ecológica WPC possui cerca de 70% de fibras de madeira ou resíduos agrícolas e 30% de plástico, todos recicláveis.

Tais materiais possuem os seguintes custos/benefícios: resistência e durabilidade (3 a 5 vezes superior à madeira); baixa manutenção; propriedades anti-UV, anti-fungos e anti-corrosão; e evitam o uso de sete milhões de toneladas de resinas adesivas (principalmente aminas e fenol-formaldeído) na produção de materiais a base de madeira, assim como vernizes, tintas e selantes para prolongar o tempo de vida e evitar a deterioração por fungos e umidade.

Tubos à base de PPR (polipropileno copolímero random) ou do polietileno verde são outras duas alternativas disponíveis para os plásticos petroquímicos, assim como o PLA (poli-ácido láctico) ou PHA

(polihidroxialcanoato) produzidos por fermentação, ou os co-polímeros biodegradáveis poli-hidroxibutirato (PGB) e poli-hidroxibutirato-valerato (PHBV). Estes podem ser combinados com fibras naturais (celulose, cânhamo ou juta) ou sintéticas (poliéster ou nylon, por exemplo) para produzir madeira plástica ou adicionados às espumas poliméricas (poliuretanos, poliisocianurato, ou polieversos) para adquirir diferentes propriedades e aplicações industriais.

Um exemplo é a fabricação de Painéis Estruturais Isolantes (SIP), usados como paredes externas, telhados e pisos de alta resistência, leveza e eficiência térmica. Outros exemplos incluem o polietileno alta densidade (HDPE), polipropileno (PP), poliéster (PE), policaprolactona (PCL), poli-ácido glicólico (PGA), fibra de vidro e aramidas produzidos a partir de matérias-primas vegetais que já foram apresentadas no Caderno de Química Verde sobre a Indústria Têxtil. A Tabela 2 lista polissacarídeos

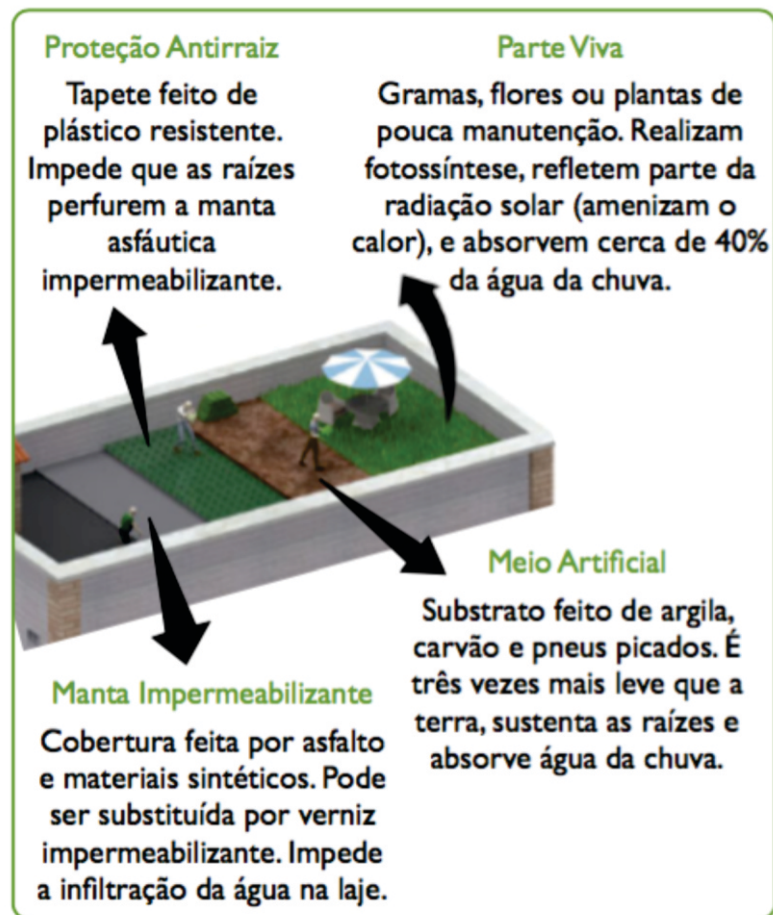
biodegradáveis de origem biológica que podem ser usados para aumentar a viscosidade, a retenção de água de cimentos, argamassas, rebocos, auto-nivelantes para pisos e emplastos de paredes.

A fibra de poliéster produzida a partir da reciclagem de garrafas PET é outro exemplo de produção sustentável de mantas e placas para isolamento térmico e acústico, tintas, tijolos com maior resistência, característica termoacústica e menor condutibilidade do calor do que os convencionais e de argamassas com uma resistência 300% superior às misturas feitas de areia.

Da mesma forma, tem-se a reciclagem de pneus picados para a construção de telhados verdes (ver estrutura na Figura 4 na página seguinte), os quais contribuem para reduzir as ilhas de calor urbanas, sequestrar carbono do ambiente, além de absorver e armazenar cerca de 40% da chuva que cai sobre ele, diminuindo a pressão sobre sistemas de drenagem.

Aditivo Químico	Origem	Função
Goma Xantana	Bactéria: <i>Xanthomonas campestris</i>	Espessantes e retardadores de pega para concreto de alto adensado.
Goma Welan	Bactéria: <i>Alcaligenes</i> sp.	
Goma Curdlan	Bactérias dos gêneros: <i>Agrobacterium</i> ou <i>Alcaligenes</i>	
Pullulan	Fungo do gênero: <i>Aureobasidium pullulans</i>	
Lodo de esgoto	Biomassa proveniente do tratamento sanitário de águas	
Gluconato de sódio	Bactéria: <i>Gluconobacter oxydans</i> Fungos: <i>Aspergillus niger</i> ou <i>Aureobasidium pullulans</i>	Retardador de pega, plastificante e inibidor de corrosão.
Escleroglucana	Fungo do gênero: <i>Sclerotium</i> , <i>Corticium</i> , <i>Sclerotinia</i> ou <i>Stromatinia</i>	Espessante termoestável.
Alginato de sódio	Extração de algas marrons	Estabilizante, espessante e emulsificante.
Succinoglicana	Bactéria: <i>Alcaligenes</i> sp.	Diluyente de alto cisalhamento com viscosidade induzida pela temperatura.
Ácido poliaspártico	Síntese química	Dispersante, inibidor de corrosão e agente de arraste de ar no concreto.
Carragenina	Extração de algas vermelhas e plantas	Evita a secagem prematura do concreto recentemente derramado nas estradas em construção.
Dextrana	Bactérias que produzem ácido láctico	Melhora a resistência ao fluxo dos cimentos: Portland, de poço de Petróleo, microfinos e dos autonivelantes para pisos.
Parede celular	Bactérias aeróbicas	Microestruturas para preenchimento de cimentos.

Tabela 2 - Polissacarídeos de origem biológica usados na construção civil (Adaptado de Stabnikov, 2015)



Bibliografia

Abrecon (2015). Relatório Pesquisa Setorial 2014/2015. Disponível em: http://www.abrecon.org.br/pesquisa_setorial/ acessado em jan. de 2017.

Basf (2017). Wax in the wall or a pleasant indoor climate. Disponível em: <https://www.basf.com/en/company/news-and-media/science-around-us/wax-in-the-wall-for-a-pleasant-indoor-climate.html> acessado em jan/2017.

EMSLEY, John. A healthy, wealthy, sustainable world. Royal Society of Chemistry, 2010.

Galileu (2017). Telhados "vivos" são a solução para a falta de verde nas grandes cidades Disponível em: <http://revistagalileu.globo.com/Revista/Common/0,,EMI329109-18537,00-TELHADOS+VIVOS+SAO+SOLUCAO+PARA+A+FALTA+DE+VERDE+NAS+GRANDES+CIDADES.html> acessado em: janeiro de 2017.

Green Building Council Brasil (2017). Disponível em: <http://www.gbcbrazil.org.br/> acessado em jan. de 2017.

G1 (2012). Com atrativo ambiental e econômico, sobe busca de 'selo verde' em prédios. Disponível em: <http://g1.globo.com/economia/noticia/2012/03/com-atrativo-ambiental-e-economico-sobe-busca-de-selo-verde-em-predios.html> acessado em janeiro de 2017.

IRIMIA-VLADU, Mihai. "Green" electronics: biodegradable and biocompatible materials and devices for sustainable future. Chemical Society Reviews, v. 43, n. 2, p. 588-610, 2014.

Jacoby, M., Chemical & Engineering News, 2 mai 2016, 30 –34.

KOMNITSAS, Konstantinos A. Potential of geopolymer technology towards green buildings and sustainable cities. Procedia Engineering, v. 21, p. 1023-1032, 2011.

Micronal: BASF (2017). Disponível em: http://casae.basf.com.br/sac/web/casae/pt_BR/produtos-solucoes/conforto_termico_e_acustico/micronal acessado em jan/2017.

NETRAVALI, Anil N.; PASTORE, Christopher M. Sustainable composites: fibers, resins and applications. DEStech Publications, Inc, 2014. pg 313-357.

PACHECO-TORGAL, F.; JALALI, Said. Nanotechnology: advantages and drawbacks in the field of construction and building materials. Construction and Building Materials, v. 25, n. 2, p. 582-590, 2011.

Sandvik (2017). Solving water scarcity with graphene. Disponível em: http://www.sandvik.coromant.com/en-gb/mww/pages/inn_nadia.aspx acessado em janeiro de 2017.

STABNIKOV, Viktor; IVANOV, Volodymyr; CHU, Jian. Construction Biotechnology: a new area of biotechnological research and applications. World Journal of Microbiology and Biotechnology, v. 31, n. 9, p. 1303-1314, 2015.

YAMANAKA, Hélio Tadashi et al. Guia técnico ambiental tintas e vernizes—Série P+ L. 2006. Disponível em: <http://www.crq4.org.br/downloads/tintas.pdf> acessado em janeiro de 2017.

QUÍMICA VERDE nas Empresas

Evolução Oleaginosa da Soja *Roberto Lucio Cervieri, Oilseed Solutions*

A evolução do conhecimento e tecnologia na lavoura permitiu um aumento de produtividade da soja de 1.089 a 2.886 kg/ha nas últimas 4 décadas.

As melhorias do processo devem-se ao aumento da capacidade e robustez individual dos novos equipamentos de Recepção, Preparação e Extração. A automatização destes equipamentos e dos sistemas de controle dos processos online, bem como o maior rigor das normas que regem o controle de segurança operacional garantem o sucesso do sistema para extração de

óleo de soja por Solvente.

A maior inovação a partir do sistema contínuo de extração refere-se ao sistema Dessolventizador Tostador operando em contra corrente "Schumacher", o qual trouxe redução no consumo de energia e vapor d'água da planta e permitindo realizar de forma eficiente duas operações em um único equipamento de forma contínua.

Na Destilaria, utilizando-se os conceitos mais evoluídos da área petrolífera, a partir da última década foram possíveis economias expressivas com redução das perdas de solvente e consumo de

Visão do interior do extrator durante extração de óleo de soja



vapor nos seus processos de recuperação.

Intensificação de Processos

Paulo Coutinho e João B. V. Bastos, Senai Cetiqt



O conceito de Intensificação de Processos (PI) visa atender metas de produção com custos operacionais e de capital mínimos, através apenas da redução na escala e da realização de várias operações unitárias em apenas um equipamento.

A criação de tecnologias multifuncionais, compactas, que operam com um grande fluxo contínuo e um curto tempo de residência permite aproveitar ao máximo e em menor quantidade os recursos materiais, hídricos e energéticos. Desta forma, é possível inibir a ocorrência de resultados não-intencionais e indesejados (perdas, co-produtos, efluentes, emissões, etc.) e, sobretudo, consolidar no mercado indústrias ambientalmente e economicamente favoráveis e

intrinsecamente seguros e sustentáveis (incluindo as Biorrefinarias).

Para alcançar drásticas reduções de tamanho são necessárias novas abordagens para projetar equipamentos e processos e a integração dos avanços de vários setores que trabalham com metodologias sintéticas, princípios de engenharia e de ciclo de vida e áreas relacionadas (como a biomimética, a biotecnologia, os bioprocessos, as reações em cascata, a modelagem molecular, matérias-primas de base biológica/renováveis, toxicologia, segurança química, engenharia genética, polímeros, etc.).

A aquisição de catalisadores e biocatalisadores multifuncionais e dos solventes iônicos, aquosos e em condições supercríticas (por exemplo, CO₂ supercrítico) são áreas promissoras da Química Verde para favorecer os fenômenos de transferência de massa e calor e combinar os processos de conversão e separação em uma única etapa de alta eficiência e seletividade, usando condições pouco severas de processamento.



O papel da cana de açúcar nos combustíveis automotivos é bastante conhecido. No entanto é provável que poucos saibam que um dos seus produtos é um dos principais componentes dos combustíveis de aviação mais verdes. O farneseno, um hidrocarboneto produzido a partir do caldo de cana por microorganismos geneticamente modificados, em Brotas a 140 km de Campinas, SP é exportado para a França onde é misturado a outros constituintes. O teste em um voo de longa duração mostrou que a mistura é mais eficiente e gera menos gás de estufa do que o combustível convencional.



A proporção do biodiesel no diesel está aumentando. Ao mesmo tempo o uso de resíduos de gorduras animais que são geradas no abate de bovinos, suínos e aves tende a substituir parcialmente os óleos vegetais tradicionalmente transesterificados para obter o combustível. Esses resíduos são processados em refinarias de petróleo finlandesas e suas misturas com óleos são mais estáveis à oxidação e apresentam um melhor desempenho em motores a diesel.

QUÍMICA VERDE

Eventos

1º Encontro de Professores de Química no Ensino Médio

A incorporação do ensino da Química Verde no currículo escolar é essencial para informar a sociedade sobre questões relacionadas à sustentabilidade em processos químicos. Por isso, no mês de maio de 2017, a Escola Brasileira de Química Verde realizou no IFRJ Maracanã (RJ) um evento de capacitação em Química Verde para professores do ensino médio.

A programação contou com uma série de palestras sobre: a apresentação e a inserção deste conceito no currículo escolar; a disseminação de experimentos simples, seguros e de baixo custo; e a abordagem de tópicos relacionados (segurança química e biorrefinarias) com especialistas do SENAI e ABQ.

Por fim, formou-se uma mesa redonda para estimular a troca de experiências entre professores presentes sobre práticas docentes no tema.

VII Encontro da Escola Brasileira de Química Verde



O VII Encontro da Escola Brasileira de Química Verde abordará sobre novos processos químicos/bioquímicos para a Indústria de Renováveis. O evento tem como principal intuito promover a troca de informações e de contato entre representantes de empresas atuantes no âmbito da Química Verde e pesquisadores desta área.

O Workshop contará com conferências plenárias proferidas por pesquisadores de renome internacional, além de sessões técnicas e de pôsteres. Os palestrantes já confirmados incluem

John Biggs (Diretor de P&D, Dow Chemical, América Latina), **Fabio Carucci Figliolino** (Gerente de PD&I, Suzano Papel e Celulose), **Nádia Skorupa Parachin** (Sócia Cofundadora, Integra Bioprocessos) e **Nadine Essayem** (P&D em Catálise, IRCELYON-França).

Confira os prazos e procedimentos para a submissão de resumos e para a inscrição no link: <https://eebqv2017.wordpress.com/>.

Expediente

O Caderno de Química Verde é uma publicação da Escola Brasileira de Química Verde. Tem por objetivo divulgar fatos, entrevistas, notícias ligadas ao setor.

Editor Responsável:
Peter Rudolf Seidl.

Conselho de Redação:

Adriana Karla Goulart, Ana Karolina Muniz Figueiredo, Julio Carlos Afonso, Roberio Fernandes Alves de Oliveira.

Consultor Senior:

Celso Augusto Caldas Fernandes.

Diagramação e arte:

Adriana dos Santos Lopes.

Contato:

quimicaverde@eq.ufrj.br

É permitida a reprodução de matérias desde que citada a fonte.

Os textos assinados são de responsabilidade de seus autores.