



RELATO CRÍTICO

Evento Ciclo urbanSus

Gestão de materiais, processos e resíduos em Cidades: implementando a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável

21 de novembro de 2019

8h30 – 17h30

Local: Instituto de Estudos Avançados da USP
Auditório Alfredo Bosi

O Ciclo de Seminários UrbanSus, alinhado aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável - ODS da ONU, tem por objetivo central refletir sobre o papel das cidades, estimular boas práticas e compartilhar soluções sustentáveis inovadoras. Promovido pelo Programa USP Cidades Globais, sediado no Instituto de Estudos Avançados, em conjunto com a Faculdade de Saúde Pública e o Instituto de Biociências, da Universidade de São Paulo, o Ciclo UrbanSus tem o propósito de contribuir para maior compreensão e propagação da temática da sustentabilidade entre academia, sociedade e setor público, como estímulo à construção de uma cultura da sustentabilidade.

Em continuidade ao Ciclo UrbanSus, realizou-se no dia 21 de novembro de 2019 o seminário sobre “Gestão de materiais, processos e resíduos em Cidades: implementando a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável” no Auditório Alfredo Bosi do IEA-USP. O evento promoveu diálogos e reuniu experiências de diferentes grupos acadêmicos, industriais, governamentais e não-governamentais com o objetivo de potencializar buscas por soluções sustentáveis com relação aos resíduos sólidos a partir das cidades, sob a perspectiva inter e transdisciplinar, considerando a necessária articulação entre os vários setores envolvidos.

O evento foi realizado pelo Programa USP Cidades Globais do Instituto de Estudos Avançados e pela Faculdade de Saúde Pública, Instituto de Biociências (IB/USP) e Departamento de Química da UFSCar, e contou com apoio da Comissão de Cultura e Extensão da FSP, dos Programas de Pós-Graduação da FSP e da UFSCAR, do Centro Alemão de Ciência e Inovação (DWIH-SP) e da Fundação Alexander von Humboldt (AvH).

Horário	
09h00– 12h00	<i>PAINEL 1 – O que leva a questão dos resíduos na cidade de São Paulo ser um problema eterno?</i> 09h00-9h50 - Expositor Gilberto Natalini (Vereador, Câmara Municipal de São Paulo)

<p>09h50-10h50 - Debatedores</p> <p>Wanda Risso Günther (FSP/USP); Carlos Rossin (Sindicato de Limpeza Urbana do Estado de São Paulo); Fabricio Soller (Banco Mundial).</p> <p>10h50-12h00 - Debate aberto com o público</p> <p>Moderação:</p> <p>Marcos Buckeridge (IB/IEA/USP)</p> <p>Relatoria:</p> <p>Amanda Silveira Carbone (PPGSP/FSP/USP); Gina Rizpah (IEE/USP); Mary Lobas de Castro (UMC)</p>
--

A geração de resíduos sólidos é produto da crescente urbanização, do aumento populacional e do crescimento econômico. Estima-se que são geradas anualmente no planeta cerca de 2 bilhões de toneladas de resíduos sólidos com projeção de chegar a 3.4 bilhões de toneladas em 2050. Do total gerado, cerca de 33% tem como destino final os lixões à céu aberto, 37% vai para algum tipo de aterro (destes, apenas 8% vão para aterros sanitários, considerada uma disposição final adequada), 19% vai para reciclagem e compostagem e 11% tem a incineração como destinação final (KAZA, 2018).

Com isso, os impactos globais da disposição inadequada de resíduos sólidos crescem aceleradamente, pois estes podem ser uma fonte de emissão de gases de efeito estufa, como metano, cujo potencial de aquecimento é vinte vezes superior ao do CO₂ e de uma ampla variedade de outros compostos e elementos igualmente deletérios à saúde humana e ao ambiente. Localmente, resíduos sólidos não coletados podem causar poluição da água, do ar e do solo, visual bem como problemas de saúde pública como diarreia, dengue e doenças respiratórias (BESEN et. al., 2010).

No Brasil, estima-se que foram geradas 79 milhões de toneladas de resíduos, em 2018, das quais 59,5% foi destinada aos aterros sanitários e 40,5% foi despejada em locais inadequados por 3.001 municípios, o equivalente a 53,9% dos existentes no país (ABRELPE, 2019).

Em São Paulo, município com mais de 12 milhões de habitantes (IBGE, 2019), são produzidas 18.000 toneladas de resíduos por dia, das quais 12 mil toneladas de resíduos formada por resíduos comuns, secos, de serviço de saúde e entulho) (Prefeitura de São Paulo, 2019).

Do total coletado, apenas 7% é destinado pelo sistema municipal de coleta seletiva (RECICLASAMPA, 2019). No entanto, destaca-se que grandes quantidades dos materiais recicláveis da cidade são coletadas por catadores informais e ainda que muitos condomínios comercializam diretamente seus recicláveis. Não se sabe a quantidade e ambas as situações não são contabilizadas na coleta seletiva municipal.

Assim, o problema pode ser ainda maior se for considerada a produção e destinação de resíduos por fontes informais, sobre a qual não se tem nenhum controle, e também a existência de um alto índice de rejeito mesmo após a triagem dos materiais recicláveis (isso significa que nem tudo o que é encaminhado para reciclagem é de fato reciclado).

Nesse sentido, a pergunta central discutida no primeiro painel do evento foi **“Por que a gestão dos resíduos sólidos na cidade de São Paulo tornou-se um problema eterno?”** e buscou analisar o plano de gestão integrada de resíduos sólidos do município, os desafios para se potencializar a reciclagem e a implementação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos.

Com a baixa porcentagem de resíduos secos recicláveis efetivamente destinados à reciclagem, quase todo o resíduo gerado em São Paulo tem como destino final a Central de Tratamento de Resíduos – CTR Caieiras, que também recebe resíduos de outros municípios da região e possui uma vida útil estimada de 10 anos. Apesar dos aterros sanitários serem considerados uma disposição final adequada aos resíduos, segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), apenas rejeitos, ou seja, aqueles resíduos para os quais não existe alternativa técnica e econômica para a reciclagem, deveriam ser neles dispostos (a exemplo de, fraldas descartáveis, fitas adesivas, aerossóis e resíduos de saúde (após o processo de tratamento)). É importante destacar que também segundo a PNRS o que hoje é rejeito deverá necessariamente se tornar resíduo futuramente e ser incorporado na cadeia produtiva da reciclagem na abordagem de Lixo Zero e de uma economia circular.

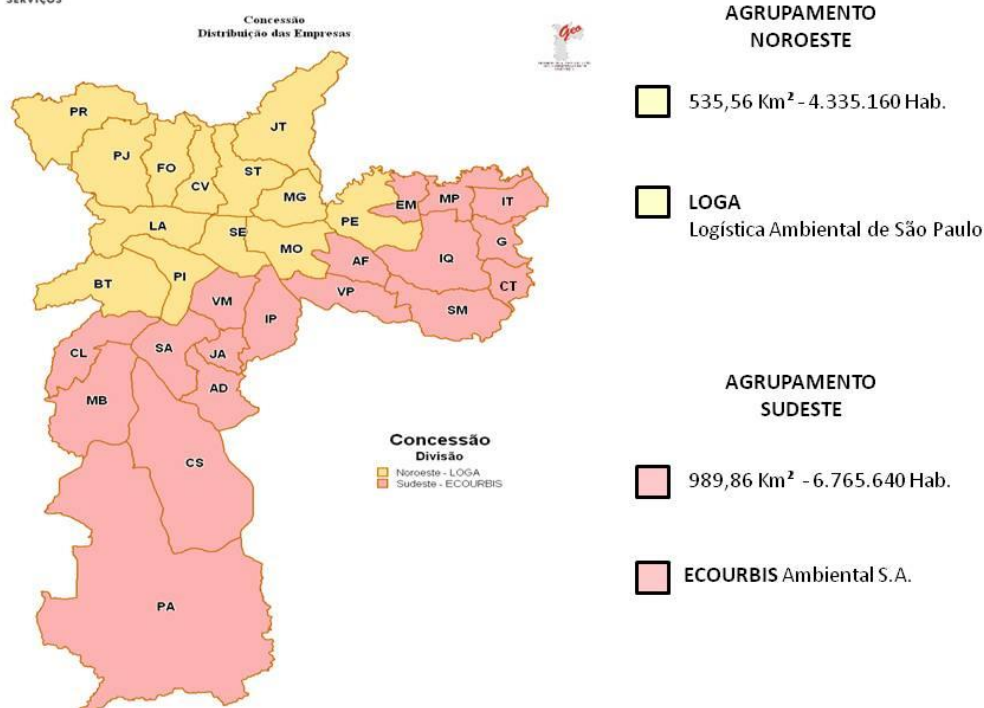
Um avanço na gestão de resíduos sólidos em São Paulo foi a implantação de sistemas de captação de metano em dois aterros públicos já desativados, os aterros Bandeirantes e São João, por meios dos quais gera-se energia elétrica suficiente para abastecer 700 mil pessoas. Créditos de carbono decorrentes da redução de emissões de carbono foram negociados pela prefeitura que obteve recursos com a venda desses créditos e os aplicou em projetos no entorno dos aterros (JACOBI e BESEN, 2011).

A Lei Municipal 13.478/02, no artigo 10, inciso 2º, parágrafo I, determina o Sistema de Concessão em regime público para a prestação dos serviços divisíveis de limpeza urbana. Os serviços divisíveis, em São Paulo, são classificados como resíduos domiciliares e da coleta seletiva, bem como os resíduos dos serviços de saúde (Prefeitura de São Paulo, 2019).

O município de São Paulo aporta, anualmente, cerca de 2 bilhões de reais com o contrato de concessão dos serviços de coleta domiciliar (Ecourbis e Loga), e de varrição e limpeza pública (Consórcio Ecos Ambiental, Consórcio SCK, Consórcio Locat, Corpus, Limpa SP e Sustentare). E, ainda, administração dos aterros sanitários ativos e desativados.

Sistema Municipal de Coleta dos Resíduos Sólidos

Coleta dos Divisíveis



Fonte: Prefeitura de São Paulo, 2019.

Para a realização da coleta domiciliar e seletiva, o município possui contratos com duas empresas, que atendem diferentes regiões da cidade: a Loga atende as zonas Norte, Oeste e Centro e a Ecourbis atende as zonas Sul e Leste da cidade. Segundo dados da Amlurb (2019), a coleta seletiva atende cerca de 75% das ruas de São Paulo com o serviço de caminhão para coleta porta-a-porta. No entanto, não existem indicadores de adesão da população à coleta seletiva e ao observar os índices de reciclagem da coleta municipal pode-se concluir que, embora a cobertura da coleta seja relativamente alta para uma cidade como São Paulo, a adesão ainda é muito baixa.

Cabe observar que os caminhões utilizados para a coleta seletiva em São Paulo são do tipo compactador, o que dificulta a separação do material posteriormente, aumentando a contaminação dos materiais recicláveis e sua comercialização e conseqüentemente a quantidade de rejeito. Existe a possibilidade de mudar esse sistema para outros modelos de caminhão como o do tipo gaiola, por exemplo, mas exigiria um investimento maior. É uma falha grave que precisa ser corrigida.

Os resíduos recicláveis, como mencionado, são destinados às 25 cooperativas de reciclagem cadastradas no município e às duas centrais mecanizadas de triagem, a Central Mecanizada de Triagem Ponte Pequena e a Central Carolina Maria de Jesus. Embora exista essa estrutura mínima, estima-se que em torno de 23 mil catadores e mais de 100 organizações de catadores atuam na cidade de São Paulo, conforme afirma

o Movimento Nacional dos Catadores de Recicláveis (MNCR), muitos dos quais trabalhando em condições precárias.

Uma iniciativa importante do município no atendimento ao Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (Prefeitura de São Paulo, 2014) diz respeito à instalação de pátios de compostagem na cidade. As unidades possuem capacidade de recebimento de até três mil toneladas de resíduos por ano e recebem restos de podas de árvore e resíduos orgânicos de feiras livres da cidade. Cinco delas se encontram em funcionamento, Lapa, Sé, Mooca, São Mateus e Ermelino Matarazzo.

Houve também uma redução no encaminhamento de resíduos de podas de árvores ao aterro, devido ao fato de que a prefeitura adquiriu, na última gestão, 12 picadores com o objetivo de transformar parte dos restos de poda em pó e destinar à compostagem e geração de adubo e também à estabelecimentos comerciais para uso como briquete. As podas de árvores, segundo o Programa de Aproveitamento de Madeira de podas de árvores instituído pela Lei Municipal n. 14.723/2008, de autoria do vereador Gilberto Natalini, podem ter como destino o uso como combustíveis e lenha para utilização em fornos de cerâmica, olarias, pizzarias, padarias e lareiras, conforme necessidade dos estabelecimentos, o aproveitamento de madeiras para confecção de cabos de ferramentas e utensílios em geral e a transformação em adubo para reaproveitamento em praças e jardins.

Apesar dos esforços em ampliar a coleta seletiva e dar destino correto aos resíduos sólidos, incluindo os orgânicos, a gestão de resíduos em São Paulo ainda é ineficiente, causando perdas econômicas estimadas em cerca de R\$ 749 milhões de reais anualmente, devido ao não aproveitamento de materiais recicláveis, que possuem potencial econômico (IPEA, 2010; JACOBI e BESEN, 2011).

Essa ineficiência está relacionada a aspectos como a inexistência de uma taxa de limpeza urbana em São Paulo, que poderia servir para incentivar a diminuição na geração de resíduos devido à co-responsabilização gerada a partir de sua implantação, sendo a taxa proporcional à quantidade de resíduos gerada em cada domicílio. Como colocam Jacobi e Besen (2011), o contrato de concessão entre a prefeitura e as empresas que realizam a gestão de resíduos em São Paulo tinha como premissa o alcance de sua sustentabilidade a partir da instituição dessa taxa, que poderia ampliar os investimentos em coleta seletiva, na instalação de novas centrais de triagem e inclusão de catadores informais no programa municipal de coleta seletiva. Embora a taxa tenha sido implantada em 2003, em 2006 ela foi revogada por questões políticas e é considerada uma medida impopular, embora seja apontada como um instrumento importante para a melhoria na gestão de resíduos não apenas em São Paulo, mas no Brasil como um todo. Em âmbito internacional as tarifas e taxas de resíduos constituem um importante instrumento econômico e fator indutor de redução da geração de lixo e de ampliação dos materiais encaminhados para a reciclagem.

Segundo Carlos Rossin, as cidades que evoluíram na gestão de resíduos adotam a cobrança pela geração. E, mais recentemente, a perspectiva da preservação dos

recursos naturais traz a ideia de cobrança por volume, não apenas pela geração dos resíduos. Nos EUA, por exemplo, houve uma queda expressiva na geração de resíduos após a instituição da taxa do lixo.

Na maioria dos municípios em que se aplica a cobrança, ela é feita via IPTU e, em geral não cobre o valor total das despesas do sistema de gestão de resíduos (BRASIL, 2018). Por consequência, o efeito pedagógico é marginal para indução na diminuição da geração de resíduos.

Além dos desafios já citados, é preciso chamar atenção para o desafio de se garantir a adesão da população ao serviço. Grande parte ainda não separa os materiais recicláveis dos resíduos comuns e, quando o faz, ainda possui pouca informação sobre como separar corretamente, garantindo um aproveitamento adequado dos resíduos nas centrais de triagem.

Outro desafio enfrentado pelas cidades é o descarte irregular de resíduos sólidos, com destaque para entulhos e grandes objetos. São os chamados pontos viciados. Dados do primeiro quadrimestre de 2019 apontam a ocorrência de aproximadamente 2.509 pontos de descarte irregular em São Paulo, número que, segundo a AMLURB, vem diminuindo nos últimos anos devido ao combate da prática pela prefeitura. Os ecopontos, locais de entrega voluntária de resíduos, são estratégicos não apenas a destinação adequada de materiais recicláveis, mas principalmente como de pequenos volumes de entulho (até 1 m³) e grandes objetos (móveis, poda de árvores, etc.), o que ajuda a reduzir o número de pontos viciados na cidade.

Apesar dos avanços, o problema do descarte irregular de resíduos vai além da falta de informação, de questões culturais ou desconhecimento da população acerca do real destino dos materiais separados, o que também desencoraja a prática. Segundo Gilberto Natalini, vereador em São Paulo, existem máfias que clandestinamente alugam caçambas e cujo entulho coletado é despejado em pontos viciados, matas, terrenos baldios ou parques urbanos, como tem ocorrido no parque da Guabirobeira, em São Mateus, zona leste da cidade.

Outro ponto fundamental é a dificuldade das cidades brasileiras em concretizar o conceito de responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos. O Acordo Setorial de Embalagens em Geral foi firmado em âmbito nacional (Brasil, MMA, 2019), e um Projeto de Lei está sendo elaborado, segundo o Vereador Gilberto Natalini para concretizar a logística reversa na cidade de São Paulo. A cadeia de produção de embalagens, por exemplo, é uma cadeia difusa. Como fazer essa gestão complexa? Deve-se assegurar a isonomia, incluindo todos os setores da cadeia produtiva, um grande desafio a se enfrentar.

Nos países mais avançados no tema, a responsabilidade é estendida, se define um responsável. Aqui no Brasil não está claro até onde vai a responsabilidade de cada ator. Deixa-se para o setor público atividades de logística reversa que não seriam de sua responsabilidade. Os municípios são responsáveis pelos resíduos sólidos domiciliares. O

nosso modelo de responsabilização precisa mudar, com destaque para os resíduos eletroeletrônicos.

Diante desse quadro, o município está distante de atender a meta de reduzir, em vinte anos, de 98% para 20% o volume de resíduos encaminhados aos aterros sanitários, estabelecida no [Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos](#) (PGIRS), instrumento elaborado em 2014 em atendimento à Política Nacional de Resíduos Sólidos ([Lei Federal n. 12.305 de 2010](#)). Nem mesmo a meta de aumentar de 1,8 para 10%, até 2016, a coleta seletiva, foi concretizada. É preciso refinar a geração de dados para se gerar indicadores e permitir uma adequada avaliação de resultados.

Assim, cabe observar que, embora a elaboração de planos municipais de resíduos seja obrigatória, não se implementa adequadamente os planos elaborados. Poucos municípios se valem dessa ferramenta para fazer uma gestão responsável dos resíduos.

Os tribunais de contas, segundo Fabrício Soler, têm feito um trabalho fundamental nesse sentido, estabelecendo critérios para aprovação de contas de prefeitos, condicionando-as à elaboração e implementação de planos de resíduos, ajudando a tornar a questão da destinação adequada dos resíduos central na administração pública.

Um importante passo na melhoria da gestão de resíduos seria a aprovação do [Projeto de Lei n. 295-2019](#), de autoria do vereador Gilberto Natalini, que visa tornar obrigatória a implantação da logística reversa municipal, que está atualmente em tramitação. Se aprovada, setores da produção, comércio, indústria, serviços e importadores (os setores da cadeia de produção, com base na PNRS) deverão se envolver na gestão dos resíduos, colocando em prática a responsabilidade compartilhada. As empresas deverão arcar com o recolhimento e destinação correta dos resíduos. Em caso de descumprimento da meta, perdem a licença de operar em São Paulo.

O debate atual sobre o tema deixa evidente que a busca por soluções para o quadro de ineficiência na gestão de resíduos envolve diversos desafios que já tem sido amplo alvo de debates e discussões nos últimos anos. Um deles é a educação ambiental da população que, embora tenha se tornado um tema transversal inclusive em escolas, ainda é tratado de forma pontual e superficial, com ganhos que ainda são incipientes para garantir a adoção de hábitos como a coleta seletiva domiciliar e principalmente, a adoção de um consumo mais sustentável e a redução na geração de resíduos.

É necessário o estímulo ao co-protagonismo e à co-responsabilização, combatendo a cultura individualista da sociedade atual. A comunicação pública deve focar na contribuição de cada um nessa gestão compartilhada.

Nesse sentido, cabe seguir oportunizando espaços de diálogo e sensibilização ambiental sobre o tema, de forma mais profunda e em todas as instâncias da sociedade, e também a adoção de estratégias de mobilização, por parte do poder público, por meio de redes sociais para o público em geral e por meio da articulação para agregar escolas e outros diversos setores que fazem parte da cadeia, estimulando uma gestão mais integrada e participativa.

Há ainda outros desafios cruciais para a melhoria na gestão de resíduos, não apenas em São Paulo, mas nas cidades como um todo. É necessária uma mudança de paradigma sobre o tema, como afirma Wanda Gunther, buscando uma visão ampliada sobre o tema, ultrapassando o debate focado apenas nos resíduos da gestão urbana como um todo, incorporando todos os tipos de resíduos, incluindo aqueles oriundos de atividades como a mineração. É necessário trazer a responsabilidade sobre outros resíduos, principalmente dos grandes geradores, e definir mais claramente qual deve ser o tratamento e destinação de cada tipo de resíduo, a partir de suas características e fluxos.

Também é preciso a adoção de políticas de incentivo para as cooperativas, instituir a logística reversa e a desoneração da cadeia reversa. Os custos logísticos envolvidos na reciclagem são altos. Além disso, atualmente, o novo produto gerado a partir do resíduo reciclado é sobretaxado, o que não contribui para incentivar a ampliação da reciclagem como um setor produtivo. Além da sobretaxa, os materiais recicláveis competem com as commodities, geralmente mais baratas que a produção derivada de matéria-prima reciclável. Com isso, em momentos de crise o mercado busca cortar custos e prefere utilizar matérias primas virgens, como os estoques de madeira para a fabricação de papel (IPEA, 2011). Assim, é necessária a adoção de incentivos fiscais e mecanismos de compensação financeira.

Uma das discussões nesse sentido que necessita ser aprofundada é a compra de créditos de logística reversa, que consiste em um mecanismo de compensação semelhante ao de créditos de carbono, por meio do qual as empresas fabricantes de embalagens compram as notas fiscais decorrentes das transações de venda de materiais recicláveis às indústrias recicladoras e recebem em troca créditos de logística reversa. Embora o surgimento do crédito tenha sido instituído, segundo Fabrício Soler, existe um debate acerca da titularidade dos certificados considerando os vários atores envolvidos no plexo de atividades que compreende a cadeia de retorno e de destinação final ambientalmente adequada dos produtos e materiais descartados pelos consumidores.

Cabe também questionar a sustentabilidade ambiental, econômica e social da queima de resíduos em sistemas de incineração e CDR em detrimento de políticas e práticas efetivas de redução dos resíduos na fonte, ampliação da coleta seletiva e da reciclagem com inclusão de catadores organizados e avulsos e a biodigestão de resíduos orgânicos conforme o Plano de Resíduos da Cidade de São Paulo construído com a participação da sociedade.

Há que se avançar tanto no setor público quanto privado. Já existe um mercado de reciclagem, que atrela aos processos inovação tecnológica. Mas ainda há espaço para crescer e estimular a valorização dos resíduos e de seu potencial para processos secundários. Nesse sentido, as universidades têm papel relevante e as pesquisas podem contribuir para melhorar a gestão dos resíduos sólidos, tecnologias limpas, inovação e modelos de gestão sustentável.

Iniciativas estão sendo realizadas em várias partes do Brasil. É preciso aglutinar o que está ocorrendo em várias partes, e em vários setores. No âmbito da sociedade civil, há

muito sendo feito. Em São Paulo, há diversos grupos e pessoas se organizando para tratar a questão dos resíduos, como associações e igrejas. A informação tem sido disseminada com mídias, filmes, atuação de grupos e comunidades.

No entanto, o poder público falha em estabelecer estratégias e ações concretas para ir ao encontro das metas definidas no Plano de Gestão de Resíduos de São Paulo e ampliar campanhas mais efetivas nas mídias, redes sociais, redes institucionais da prefeitura escolar, saúde, assistência social, tanto de coleta seletiva, quanto de redução dos orgânicos na fonte e maior aproveitamento dos alimentos e redução do desperdício, e ainda da responsabilidade compartilhada e incentivar a diminuição da geração de resíduos na fonte. Embora existam campanhas de conscientização a atuação do poder público ainda é tímida. O poder público foca apenas no gerenciamento e pouco na gestão sustentável dos resíduos e na perspectiva de uma economia circular.

Em nível federal, há a demanda pela elaboração de um plano de resíduos sólidos em nível federal e a adoção de estratégias para o cumprimento da PNRS, para além de ações voltadas apenas (embora essencial) à eliminação de lixões, com o Programa Lixo Zero. Deve-se cobrar de forma legítima uma ação mais efetiva.

Considerações finais

A gestão de resíduos sólidos no município de São Paulo e no Brasil como um todo segue sendo um desafio complexo de se resolver. Ocorreram avanços pontuais no município, como a ampliação da cobertura da coleta seletiva para 70% da cidade, o cadastramento de cooperativas de catadores e outras ações como a instalação de pátios de compostagem e destinação adequada de parte dos resíduos de poda de árvores na cidade.

No entanto, apenas 7% dos resíduos sólidos coletados são encaminhados para reciclagem na cidade, o que evidencia a baixa adesão da população ao serviço, na ponta. Outros problemas enfrentados são a informalidade de catadores e comerciantes, o descarte irregular de resíduos, a inclusão ainda ineficiente de catadores informais ao sistema de coleta seletiva na cidade e a falta de articulação para colocar a logística reversa em prática, envolvendo diversos setores.

Além do fortalecimento e direcionamento de ações educativas que estimulem a co-responsabilização pela destinação adequada dos resíduos gerados, também é preciso a adoção de políticas de incentivo para as cooperativas, a inclusão de catadores informais, a instituição da logística reversa, a desoneração da cadeia reversa e a instituição de taxa de resíduos sólidos, tornando o sistema mais eficiente.

Esses foram alguns caminhos apontados durante o painel para a implementação do que dispõe o [Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos](#) de São Paulo e enfrentamento desse desafio complexo.

14h00– 17h00	<p>Painel II: Materiais e processos verdes e sustentáveis e a questão dos resíduos na economia circular 14h00-14h50 - Expositor</p> <p>Klaus Kümmerer (Leuphana University e ISC3, Germany)</p> <p>14h50-15h50 - Debatedores</p> <p>Vânia G. Zuin (DQ/UFSCar e GCCE/University of York, UK); Marina Stella Pimenta (BRASKEM); Alexandre Martins Moreira (Fraunhofer Institute for Process Engineering and Packaging IVV)</p> <p>15h50-17h00 - Debate aberto com o público</p> <p>Moderação:</p> <p>Maria Eugenia Boscov (POLIUSP)</p> <p>Relatores:</p> <p>Pedro Lombardi Filho (FSP/USP); Evelyn Araripe (PPGE/UFSCar) e Mateus Segatto (PPGQ/UFSCar)</p>
-----------------	--

A contribuição das indústrias química e farmacêutica na sociedade, apesar de marcante, pode não ser de amplo conhecimento das pessoas. Muitas vezes associado aos legados socioambientais negativos do passado, de Seveso (1976), Bhopal (1983) a Cubatão (1976-1985), a contribuição e responsabilidade deste setor para a transição a produtos e processos verdes e sustentáveis pode ainda não ser muito compreendida. No entanto, se olharmos ao redor, a participação da indústria química estará por todos os lados. Do que comemos ao que vestimos, de como nos transportamos à nossa habitação. A presença da Química nas sociedades modernas é incontestável, bem como o seu papel para a promoção de um modelo de sociedade sustentável (KÜMMERER e CLARK, 2016; ZUIN, 2011).

A partir de uma perspectiva que posiciona a Química, presente em todos os aspectos da vida humana moderna, de forma central às questões de geração e gerenciamento de resíduos, o segundo painel de discussões tratou sobre o papel desta ciência em mitigar os efeitos da geração de resíduos pelas diversas frentes. Ao mesmo tempo em que a indústria de transformação química revela um potencial gerador de resíduos, o setor também apresenta um grande poder transformador ao considerá-los como recursos em novos processos. O expositor comparou a química da “velha-guarda” com a química verde. A primeira é orientada por fatores econômicos e é baseada em componentes, materiais e processos. Já a segunda também é conduzida a partir de componentes, materiais e processos, mas gerando menos resíduos, gastando menos energia, com menos ou zero danos e usando recursos renováveis.

Neste contexto, o desenvolvimento de transformações químicas sustentáveis gera oportunidades para a criação de produtos inovadores e promotores de hábitos de consumo mais saudáveis e conscientes, além de criar maior resiliência no desenrolar da vida nos assentamentos urbanos em um cenário de aumento populacional desordenado. As discussões deste painel se estenderam sobre questões relativas ao papel tecnológico da química no desenvolvimento de soluções para reduzir ou evitar a geração de resíduos sólidos, assim como novas formas de se fazer química frente aos desafios globais evidenciados pelos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da agenda 2030 (ONU, 2015).

De um universo de 142 milhões de substâncias químicas registradas no Chemical Abstracts da American Chemical Society (ACS), é estimado que cerca de 40 a 60 mil são comercializadas globalmente, número que pode ser extrapolado para mais de 140 mil substâncias em outras estimativas (UNEP e ICCA, 2019). Estes números indicam a grandeza da produção e do fluxo de produtos químicos no mundo, revelando também a heterogeneidade desta cadeia que está presente em praticamente tudo que é consumido no planeta, e consequentemente afetando a complexidade dos resíduos gerados pela humanidade (KÜMMERER; CLARK, 2016).

Da não-reciclabilidade à necessária circularidade

Um bom exemplo da questão da complexidade química de materiais modernos se dá em plásticos especiais, que podem ser constituídos de diversos (co)polímeros e aditivos, como plastificantes, corantes, retardantes de chama, estabilizadores e outros, dificultando sua reciclagem proporcionalmente com o aumento do número de seus componentes. A consequência deste fenômeno se dá nas taxas reais de reciclagem de plásticos: somente 9% do plástico produzido em todo o mundo seguem para a reciclagem. Por um lado, há o desafio da gestão dos resíduos com a coleta seletiva e a separação por tipos de plásticos, como discutido no primeiro painel, por outro a mistura de diferentes tipos de plásticos, a pigmentação, verniz, polimentos e outros componentes muitas vezes inviabilizam a reciclagem deste material (GEYER, 2017).

Outro caso é o vidro, com sua propriedade de material inerte - [norma NBR 10004/04](#) da ABNT - ele é considerado material com potencial de reciclagem infinita. Porém, como grande parte dos materiais ao se tornarem produto, com variações de cores, granulometria ou o acréscimo de demais componentes passam por variados processos, a reciclabilidade do material torna-se inviável. Os vidros laminados são exemplo dessa alteração, basicamente constituídos por vidro/filme de poli(vinil butiral) (PVB/vidro) quando descartado, no Brasil, acabam sendo destinados aos aterros sanitários (VARGAS; WIEBECK, 2007). Uma forma de promover a circularidade mesmo em frações não recicláveis é a adição de pó de vidro em concretos, na porção de cimentos, o que pode aumentar sua resistência à compressão (KHAN et al., 2019), que promove um novo produto que atua não só dentro de sua funcionalidade original, mas em diversas aplicações.

Assim, o resultado de 150 anos da produção de materiais e produtos químicos se revela nas grandes poluições ambientais observadas nas últimas décadas, onde os resíduos sólidos se destacam como um problema cuja solução é complexa assim como a sua composição. Destaca-se aqui a poluição em proporções globais dos meios terrestres e aquáticos por resíduos plásticos, têxteis e eletrônicos, em grande parte materiais de consumo em larga escala proveniente de centros urbanos. Em um mundo cujos recursos naturais são limitados e estão cada vez mais escassos, estes resíduos são oportunidades, do ponto de vista químico, de obtenção de substâncias essenciais à vida moderna. A viabilidade para a reciclagem de alguns materiais passa pela mudança de sua funcionalidade original, o que acarreta sua associação ou mesmo integração a outros materiais. Esses novos produtos, ao se tornarem resíduos, podem então requerer novas técnicas e consumo de mais recursos para a sua reciclagem.

O surgimento da Química Verde veio a partir da observação destes fenômenos e dos efeitos da complexidade química para o sistema ambiental (e consequentemente os outros sistemas), atuando em todas as áreas de conhecimento da química para prevenir a geração de resíduos, diminuir o consumo energético e de materiais, melhorar a segurança dos processos e trazer consciência quanto ao uso de matérias-primas renováveis, mesmo que ainda estimulando uma economia de fluxo linear. Em contraponto, a Química Verde e Sustentável contempla a ideia de circularidade para desenvolvimento de processos, onde os subprodutos gerados são utilizados como matéria prima para outros processos, ao invés de se tornarem resíduos. Assim, se define uma ciência que, trabalhando de forma interdisciplinar para contemplar sistemas econômicos, sociais e ambientais, investe em desenvolver processos químicos que alimentam a ideia de economia circular e sustentabilidade, mas também englobando princípios fortalecidos pela Química Verde (ZUIN, 2016).

Circularidade local: o potencial brasileiro e os desafios de implementação

Apesar de certamente ser uma agenda de proporção e impactos globais, o discurso da economia circular também deve considerar as lacunas e peculiaridades nacionais e regionais. Entender as especificidades e potencialidades de uma determinada região em termos de geração de resíduos e processos de reaproveitamento e transformação de materiais pode garantir menos perdas e menos desperdícios (AGUILAR-HERNANDEZ et al., 2019). Por isso mesmo, o painel trouxe exemplos de projetos de âmbito nacional sendo executados por diferentes atores, com o envolvimento da iniciativa privada, de institutos de pesquisa, órgãos governamentais e da academia.

Entre os casos citados durante o painel está o de reaproveitamento de resíduos agroindustriais pesquisados pelo [Grupo de Estudos e Pesquisa em Química Verde, Sustentabilidade e Educação \(GPQV\)](#) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), onde o reaproveitamento de resíduos da produção de laranja pode resultar na produção do óleo essencial d-limoneno. “Não faz sentido produzir perdas, toneladas por ano. E é isso que nós temos feito. As perdas acontecem em diferentes locais: no transporte, no

cultivo, na prateleira”, destacou Vânia Zuin, coordenadora do GPQV e uma das debatedoras do painel.

Outro caso são os projetos no setor de alimentos apresentados por Alexandre Moreira, da Fraunhofer Institute for Process Engineering and Packaging IVV. Com o gráfico de crescimento populacional até o final do século, com estimativa de um mundo com 11 bilhões de pessoas, Moreira destacou a necessidade de se buscar novas fontes de proteínas, sendo as matérias-primas vegetais uma alternativa econômica e versátil em relação às proteínas animais. Como exemplo, ele mostrou um projeto liderado por seu instituto no estado do Mato Grosso que está produzindo farinha de girassol com o aproveitamento integral de todos componentes obtidos durante o processamento da planta. Mundialmente, 14% dos alimentos produzidos são desperdiçados após a colheita. Reduzir estas perdas e o desperdício pode gerar benefícios econômicos, mas também custos de implementação (FAO, 2019).

Os custos e as dificuldades envolvidas na adoção de uma economia circular envolvem mudanças na concepção dos produtos e processos químicos, de forma a apenas consumirmos produtos que possam ser re-circulados em uma escala de tempo razoável. Desta forma, os químicos que hoje trabalham no desenvolvimento de produtos e processos sustentáveis são os designers do futuro, determinando como nos relacionamos com os itens de consumo em uma sociedade de recursos que devem ser, de alguma forma, circuláveis (KÜMMERER, 2017; ZUIN, 2016).

Durante sua exposição no painel, Klaus Kümmerer mostrou que os maiores desafios para a implementação destas práticas envolvem a dificuldade de reciclagem (com taxas de eficiência que chegam apenas em 20%), a complexidade dos materiais e a existência de fluxos que não podem ser circulados por entrarem e impactarem nos ambientes naturais (de forma intencional ou não). Em resumo, nem tudo deveria ser reciclado. Por mais que novos processos e produtos criados para a economia circular devam ser simples, o desenvolvimento dos mesmos é complexo e requer grandes esforços técnicos e financeiros, demonstrando não haver solução simples para o problema de fluxo de materiais e geração de resíduos sólidos em um cenário de escassez de recursos naturais.

A questão da reciclagem também permeou a discussão relacionada aos chamados plásticos verdes, apresentados pela debatedora Marina Stella Pimenta como alternativas sustentáveis aos polímeros convencionais por serem produzidos a partir de fontes renováveis e, portanto, fixadores de CO₂ atmosférico. Tecnologia brasileira pioneira no mundo, a produção de polietileno a partir da cana-de-açúcar oferece um produto final de qualidade e funcionalidades idênticas ao polietileno produzido a partir de fontes fósseis. É importante destacar a versatilidade e a importância dos plásticos para os avanços tecnológicos alcançados pela humanidade e a necessidade de explorarmos materiais com estas características para o enfrentamento dos desafios globais do presente. Segundo a análise de ciclo de vida apresentada por Pimenta, além de evitar o uso de recursos finitos, o polietileno verde tem capacidade de absorção de 3,09 kg de CO₂ por kg de polímero produzido, demonstrando um balanço de carbono negativo, importante fator relacionado às mudanças climáticas.

Apesar deste balanço positivo, sob uma ótica que visualiza os outros sistemas globais, o material ainda enfrenta problemas relacionados aos plásticos convencionais, especialmente porque não apresenta vantagem em relação à biodegradabilidade ou alguma facilidade de circularidade. Apesar de ser reciclável, o polímero ainda enfrenta os mesmos desafios quanto à reciclagem, como já apresentado e discutido pelo painel. Além disso, em discussão engajada por Kümmerer, uma importante questão foi levantada e discutida: em uma escala molecular, é conveniente “descomplexar” moléculas complexas e funcionais (como carboidratos e açúcares) em etileno, uma molécula simples, para a produção de plástico? A utilização das funcionalidades dos açúcares pode ser empregada em produtos que requerem tais complexidades, utilizando processos muitos mais simples para sua transformação.

Um outro ponto levantado refere-se à necessidade da mudança na percepção atual do domínio do sistema econômico sobre os outros sistemas, exigindo um melhor entendimento de todos os sistemas (sociais e ambientais) e suas interações com os atores econômicos para trilhar novos caminhos em direção ao futuro sustentável. “Em uma situação real o planeta Terra é muito maior do que os sistemas econômicos”, disse. Para o professor da Universidade de Leuphana, na Alemanha, o atual desafio é entregar serviços com menos volume, complexidade e diversidade de componentes químicos. “Nós temos que simplificar o nosso mundo, não apenas os nossos produtos”, finalizou.

Por último, para promover a transição proposta pelo expositor e pelos painelistas é importante ressaltar a urgente e necessária formação dos profissionais da área química. É relevante que a Química Verde e Sustentável seja incluída nas matrizes curriculares dos cursos de química. Além de preparar os futuros profissionais e educadores do setor, também é uma oportunidade para aperfeiçoar o campo da pesquisa e da inovação nessa área (ZUIN, 2016; ZUIN, 2011). Segundo Kümmerer, “a química sustentável é ao mesmo tempo um caminho e uma meta, não é somente uma disciplina, mas um guia de princípios”, que necessariamente passa por outro modelo de Educação.

Considerações Finais

O setor químico tem importante papel na implementação de práticas verdes e sustentáveis que promovam uma transição para modelos produtivos e de gestão de serviços com baixo ou, idealmente, inexistente impacto ambiental. Tal transição é complexa e passa pela adoção de novos modelos, reaproveitamento de materiais, busca constante pela não geração de resíduos, pela economia de energia e a priorização de recursos renováveis. Isso significa admitir que alguns componentes deveriam deixar de circular ao longo do tempo e que alguns processos complexos precisam ser simplificados.

As soluções baseadas na natureza (*nature-based solutions*) que levam em conta a bioeconomia circular e o aproveitamento químico de alimentos é um bom exemplo de soluções que correspondem à realidade brasileira, com uma economia fortemente baseada na produção agrícola. Isso não significa que o mesmo exemplo vale para outros

países e regiões. A bio-economia circular deve necessariamente considerar as particularidades de cada lugar.

Por último, as soluções propostas só serão possíveis com a formação inicial e continuada de profissionais que assumam os desafios e criem oportunidades, principalmente na agenda da Química Verde e Sustentável. Mais do que ser inserida nos currículos dos cursos universitários, o campo pode servir como um guia de princípios para vários setores, buscando inovações que ajudem a solucionar os desafios complexos que vão da produção de alimentos e outros produtos do cotidiano à gestão dos resíduos gerados pelos mesmos. Soma-se a isso que, considerando a presença intrínseca da Química na vida de todas as pessoas, o desenvolvimento de processos, produtos e serviços verdes e sustentáveis também passaria a assumir um importante papel educativo à toda a sociedade. Dito de outra forma, desde o nível microscópico (molecular) até maiores escalas, a questão da geração e uso de resíduos não apenas urbanos ainda é tabu, principalmente em cidades como São Paulo, assim como requer avanços importantes em temas relacionados à criação de produtos desenhados de forma a considerar sua circularidade.

Por fim, os desafios são complexos, mas as soluções são possíveis e exigem atuação integrada entre atores, inovação e financiamento. A Química Verde e Sustentável pode colaborar com a redução da geração de resíduos, bem como inseri-los no âmbito da bio-economia circular. Para tanto a indústria química precisa assumir essa agenda com projetos para além do *greenwashing* ou para além dos territórios dos países desenvolvidos. Enquanto as soluções verdes forem exclusivas de determinadas regiões geográficas, enquanto outras servem de destinação dos resíduos do mundo, seguiremos criando o círculo do descarte, do desperdício e dos danos. Falar de Química Verde e Sustentável na gestão dos resíduos é também falar de redução de desigualdades e da proposição de uma agenda justa em termos econômicos, sociais e ambientais.

Créditos de autoria do Relato Crítico:

Amanda Silveira Carbone (PPGSP/FSP/USP); Gina Rizpah (IEE/USP); Mary Lobas de Castro (UMC) Pedro Lombardi Filho (FSP/USP); Evelyn Araripe (PPGE/UFSCar) e Mateus Segatto (PPGQ/UFSCar).

Referências

ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2018/2019**. ABRELPE, 2019. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/download-panorama-2018-2019/> Acesso em 01 dez. 2019.

AGUILAR-HERNANDEZ, G. A.; SIGÜENZA-SANCHEZ, C. P.; DONATI, F.; MERCIAI, S.; SCHMIDT, J.; RODRIGUES, J. F. D.; TUKKER, A. The circularity gap of nations: A multiregional analysis of waste generation, recovery, and stock depletion in 2011.

Resour. Conserv. Recycl., 151, p. 104452, dez. 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104452>>. Acesso em: 03 dez. 2019.

AMLURB. **Coleta Domiciliar Seletiva**. 2019. Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/amlurb/coleta_seletiva/index.php?p=4623 Acesso em 03 dez. 2019.

BESEN, G. R.; GÜNTHER, W. M. R.; RODRIGUES, A. C.; BRASIL, A. L. **Resíduos sólidos: vulnerabilidades e perspectivas: a insustentabilidade da geração excessiva de resíduos sólidos**. In: SALDIVA, P. et al. **Meio ambiente e saúde: o desafio das metrópoles**. São Paulo: Ex Libris Comunicação Integrada, 2010.

BRASIL. Ministério das Cidades. Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento. **Diagnóstico de Manejo de Resíduos Sólidos -SNIS- 2017**. Brasília: MCIDADES.SNSA, 2018. Disponível em: <http://snis.gov.br/diagnostico-residuos-solidos/diagnostico-rs-2016>. Acesso em: 01 dez. 2018.

FAO. 2019. **The State of Food and Agriculture 2019**. Moving forward on food loss and waste reduction. Rome. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/ca6030en/ca6030en.pdf>>. Acesso em: 03 dez. 2019.

GEYER, R.; JAMBECK, J. R.; LAW, K. L. "Production, use, and fate of all plastics ever made". **Sci. Adv.**, v. 3, n. 7, p. e1700782, 19 jul. 2017. Disponível em: <<https://advances.sciencemag.org/content/3/7/e1700782.full>>. Acesso em: 03 dez. 2019.

IBGE. **Cidades – São Paulo**. *População estimada*: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Estimativas da população residente com data de referência 1o de julho de 2019. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/sao-paulo/panorama> Acesso em 05 dez. 2019.

IPEA. A crise financeira e os catadores de materiais recicláveis. **Economia solidária e políticas públicas** - mercado de Trabalho, v. 41, 2009. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/4058/1/bmt41_09_Eco_Crise_41.pdf Acesso em 05 dez. 2019.

JACOBI, P. R.; BESEN, G. R. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. **Estudos Avançados**, v. 25, n. 71, São Paulo, 2011.

KAZA et al. **What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050**. Washington: World Bank, 2018. Disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317> Acesso em 02 dez. 2019.

KHAN, Q. S.; SHEIKH, M. N.; MCCARTHY, T. J.; ROBATI, M.; ALLEN, M. Experimental investigation on foam concrete without and with recycled glass powder: A sustainable solution for future construction. **Constr. Build. Mater.**, 201, p. 369–379, mar. 2019.

KÜMMERER, K. Sustainable Chemistry: A Future Guiding Principle. **Angew. Chemie Int. Ed.**, 56 (52), p. 16420–16421, 22 dez. 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1002/anie.201709949>>. Acesso em: 03 dez. 2019.

KÜMMERER, K.; CLARK, J. Green and Sustainable Chemistry. In: **Sustainability Science**. Dordrecht: Springer Netherlands, 2016. p. 43–59. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-94-017-7242-6_4>. Acesso em: 03 dez. 2019.

ONU. 2015. **Agenda 2030**. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>>. Acesso em: 26 nov. 2019.

PREFEITURA DE SÃO PAULO. **Concessão**, Disponível em: <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/amlurb/concessao/index.php?p=4630>. Acesso em: 7 de dez 2019

RECICLASAMPA. **Nossa causa**. 2019. Disponível em: <https://www.reciclasampa.com.br/nossa-causa> Acesso em 03 dez. 2019.

UNEP; ICCA. 2019. **Knowledge Management and Information Sharing for the Sound Management of Industrial Chemicals**. Disponível em: <<http://www.saicm.org/Portals/12/Documents/meetings/OEWG3/inf/OEWG3-INF-28-KMI.pdf>>. Acesso em: 26 nov. 2019.

VARGAS, I. M.; WIEBECK, H. Reciclagem de vidro laminado: utilização dos vidros de baixa granulometria como carga abrasiva na formulação de vernizes de alto tráfego para pisos de madeira. **Polímeros**, 17 (2), p. 137–144, jun. 2007. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0104-14282007000200013>>. Acesso em: 05 dez. 2019.

ZUIN, V. G. Circularity in green chemical products, processes and services: Innovative routes based on integrated eco-design and solution systems. **Curr. Opin. Green Sustain. Chem.**, 2, p. 40–44, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.cogsc.2016.09.008>>. Acesso em: 03 dez. 2019.

ZUIN, V. G. **A inserção da dimensão ambiental na formação de professores de Química**. 1. ed. Campinas: Átomo, 2011.

COMISSÃO ORGANIZADORA DO EVENTO	
Nome	Endereço Lattes
Arlindo Philippi Jr (IEA/FSP/USP)	http://lattes.cnpq.br/5256254337538114
Marcos Buckeridge (IEA/IB/USP)	http://lattes.cnpq.br/9650392075455314
Wanda Risso Günther (FSP/USP)	http://lattes.cnpq.br/3519732742853340



Vânia Gomes Zuin (UFSCar)	http://lattes.cnpq.br/5265150425993880
Amanda Silveira Carbone (FSP/USP)	http://lattes.cnpq.br/1419921473793118
Mary Lobas de Castro (UMC)	http://lattes.cnpq.br/3103872941021416
Sandra Sadini (IEA/USP)	http://lattes.cnpq.br/2124825726602153
Marcio Weichert (DWIH-SP)	http://lattes.cnpq.br/1438475754388463