

## Plataforma digital de autoavaliação e monitoramento da coleta seletiva municipal, Brasil

### RESUMO

Em países em desenvolvimento, a coleta seletiva possibilita valorizar os resíduos, desviando-os de aterros, e promove inclusão social e geração de renda. Apresenta-se metodologia de construção e disponibilização gratuita de Plataforma Digital de Indicadores e índices de Sustentabilidade da Coleta Seletiva como instrumento de autoavaliação e monitoramento da gestão municipal e de organizações de catadores de materiais recicláveis. Métodos quali-quantitativos e participativos resultaram em duas matrizes de indicadores e índices. A Plataforma coleta dados que alimentam 37 indicadores, 16 de coleta seletiva e 21 indicadores de organizações de catadores a partir de questionários diferenciados. Os usuários têm acesso a séries históricas, gráficos, resultados numéricos, e qualitativos e em escala de cores. A Plataforma contribui para atingir os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável e a implementação da Política Nacional de Resíduos e de Planos de Coleta Seletiva.

**PALAVRAS-CHAVE:** Plataforma Digital. Coleta seletiva municipal. Organizações de catadores. Indicadores de sustentabilidade. Autoavaliação.

Gina Rizpah Besen  
[rizpah1956@gmail.com](mailto:rizpah1956@gmail.com)  
Pesquisadora Colaboradora do  
IEE/USP

Helena Ribeiro  
[lana@usp.br](mailto:lana@usp.br)  
Professora titular da Faculdade  
de Saúde Pública/USP.

Ana Paula Fracalanza  
[fracalan@usp.br](mailto:fracalan@usp.br)  
Professora Associada da  
EACH/USP

Pedro Roberto Jacobi  
[prjacobi@gmail.com](mailto:prjacobi@gmail.com)  
Professor Titular Sênior do  
IEE/USP

Wanda Maria Risso Gunther  
[wgunther@usp.br](mailto:wgunther@usp.br)  
Professora titular da Faculdade  
de Saúde Pública/USP.

## INTRODUÇÃO

No contexto global, a gestão integrada e sustentável de resíduos sólidos é considerada um dos maiores desafios urbanos, independente do porte das cidades (UN-HABITAT, 2010) e prioridade política no enfrentamento das questões sobre saneamento, saúde pública e aquecimento global (WILSON et al., 2015). De forma direta ou indireta, está associada ao cumprimento dos eixos e metas dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (WILSON et al., 2015; BESEN; FRACALANZA, 2016).

Aumentar a eficiência da coleta seletiva e enviar apenas rejeitos aos aterros sanitários é estratégico para a sustentabilidade urbana, tanto em países em transição quanto naqueles em desenvolvimento (BOJANA et al., 2017). Rada et al. (2013) consideram a otimização da coleta seletiva municipal obrigatória quando a gestão de resíduos urbanos visa à redução da disposição final em aterros sanitários.

Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), vigente no Brasil desde 2010, a partir de 2014, os aterros sanitários só poderiam receber rejeitos e metas regionais graduais de redução de disposição deveriam ter sido estabelecidas no Plano Nacional (BRASIL, 2010), até o presente momento, não aprovado. Isto não ocorreu e estima-se que, de 170.000 toneladas de resíduos sólidos urbanos coletadas diariamente, apenas 1,8% do total, o equivalente a 7,1% da massa de resíduos domiciliares é recuperado pela coleta seletiva municipal (BRASIL, 2017). Apenas um em cada três municípios pratica a coleta seletiva, com distintos níveis de cobertura, sendo que as prefeituras respondem por 22,5% da massa coletada, as empresas por 44,6% e os catadores apoiados pelas prefeituras por 32,7% (BRASIL, 2017).

Em países da América Latina destaca-se a integração dos catadores organizados em associações e cooperativas na coleta seletiva municipal (WILSON et al., 2009; DIAS, 2016), o que contribui para sua inserção social. Estudos em âmbito internacional têm avançado no entendimento da relação entre a gestão de resíduos sólidos e o setor informal, incluindo os catadores de resíduos sólidos e sua importância nas cidades, no sentido de promover melhorias nas taxas de reciclagem, nos meios de subsistência e na saúde ocupacional e ambiental, e reduzir custos municipais (VELIS et al., 2012; EZEAH et al., 2013; FERRI et al. 2015; DIAS, 2016).

A PNRS apoia e prioriza recursos públicos para a coleta seletiva municipal com integração socioproductiva de catadores de materiais recicláveis, organizados em cooperativas de trabalho e associações (APARCANA; SALHOFER, 2013; FERRI et al., 2015). Os catadores organizados recebem apoio das prefeituras municipais na forma de: disponibilização ou aluguel de galpões para a instalação de centrais de triagem, serviço de coleta e encaminhamento dos recicláveis às centrais e pagamento de despesas de água e energia (CAMPOS, 2014).

No sentido de fortalecer a coleta seletiva e os catadores organizados no país, pesquisas sucessivas, entre os anos de 2004 e 2017 foram desenvolvidas, com recursos públicos, no sentido de estabelecer marcos de referência e construir (RIBEIRO et al., 2007), validar (BESEN, 2011), testar por meio da aplicação (BESEN

et al., 2017b) e aprimorar e disponibilizar (BESEN et al., 2017a) indicadores e índices de sustentabilidade de gestão da coleta seletiva municipal e de gestão de organizações de catadores.

No universo de indicadores de sustentabilidade, suas estruturas e metodologias de construção, se colocou o desafio de priorizar um número reduzido de indicadores de forma simples, clara e agregada para os usuários (UNITED NATIONS, 2007; DAHL, 2012; CIFRIAN et al., 2015). Eles foram construídos para apoiar o planejamento, a implementação e o monitoramento da coleta seletiva com informações concisas e confiáveis, politicamente relevantes e comprováveis (HIREMATH et al., 2013) para possibilitar a tomada de decisões (CIFRIAN et al., 2015) e a construção de Planos de Ações Futuras. Também objetivaram aferir o atendimento aos critérios legais e aos requisitos mínimos, sejam ambientais, sociais ou econômicos. Sua agregação em índices visou promover ações mais efetivas e melhores decisões (GUO et al., 2015), com melhor visualização do resultado da avaliação, possibilitando a implementação de um *ranking*, a partir da hierarquização com relação à maior aderência à sustentabilidade.

Este artigo apresenta o desenvolvimento da metodologia de construção de conteúdo e disponibilização do instrumento de autoavaliação e monitoramento da gestão da coleta seletiva, tanto por parte de gestores municipais como por membros de organizações de catadores: a Plataforma Digital de Indicadores e Índices de Sustentabilidade da Coleta Seletiva (PICS). O objetivo do artigo não é apresentar os indicadores, suas fórmulas de cálculo e ponderações que já estão detalhados em várias publicações anteriores do grupo de pesquisa. Porém, consideramos importante apresentar resultados mais detalhados da Fase 3 da metodologia, na qual os indicadores foram testados e integraram a Plataforma.

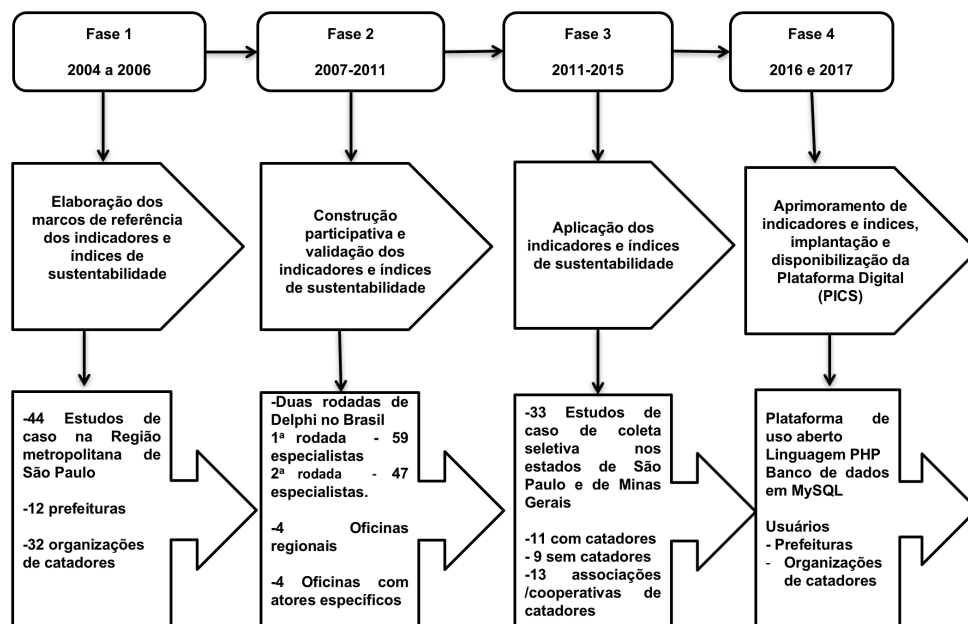
## METODOLOGIA

A Plataforma Digital resulta de três fases anteriores nas quais pesquisas sobre indicadores e índices foram desenvolvidas sucessivamente, entre os anos de 2004 e 2015, conforme detalhado a seguir (Figura 1).

Na fase 1, no âmbito da equipe de pesquisa, foram elaborados marcos de referência dos indicadores de sustentabilidade:

- i) Duas definições de gestão sustentável, uma da coleta seletiva municipal e outra de associações/cooperativas de catadores,
- ii) Duas matrizes de indicadores de sustentabilidade (seis indicadores para programas de coleta seletiva municipal e 12 indicadores para organizações de catadores) e um índice de sustentabilidade para cada um.
- iii) Definição e fórmulas de cálculo de todos os indicadores,
- iv) Intervalos de tendências à sustentabilidade,
- v) Ponderações dos indicadores para compor os índices,
- vi) Realizaram-se também 44 estudos de caso na Região Metropolitana de São Paulo, envolvendo 12 prefeituras e 32 organizações de catadores parceiras.

**Figura 1.** Fases de pesquisas sobre indicadores e índice de sustentabilidade da coleta seletiva



Fonte: Elaborada pelos autores

A partir das definições, foram elaborados dois questionários semiestruturados, um para prefeituras e um para associações/cooperativas de catadores, que, após os pré-testes, foram aplicados de forma presencial aos 44 estudos de caso da Região Metropolitana de São Paulo. A pesquisa envolveu métodos e análise de dados qualitativos e quantitativos, sendo que para a análise estatística utilizou-se o software EPI INFO. A elaboração dos indicadores e das gradações de tendências à sustentabilidade basearam-se no estudo de sistemas de indicadores de sustentabilidade nacionais e internacionais e, principalmente, na adaptação do sistema desenvolvido por Milanez (2002), e considerou as gradações de alta (+), média (+/-) e baixa sustentabilidade para cada indicador (-). Elaborou-se indicadores quantitativos e qualitativos. No cálculo dos índices, os pesos dos indicadores foram definidos pela equipe de pesquisa.

A fase 2 foi de construção e validação participativa dos indicadores quantitativos, qualitativos e índices. Envolveu a identificação de especialistas em gestão de resíduos sólidos e de coleta seletiva no Brasil e duas rodadas sucessivas do método Delphi (LANDETA, 2006). Os aspectos; i, ii, iii, iv e v citados anteriormente foram validados (BESEN, 2011). O processo de validação foi complementado por sete oficinas presenciais com *stakeholders*, conforme mostra a Figura 1.

O resultado da avaliação de cada indicador foi obtido pela multiplicação do valor obtido em sua tendência à sustentabilidade multiplicado pela ponderação

obtida junto aos especialistas, para cada indicador. O valor numérico de índice de sustentabilidade foi obtido com a seguinte fórmula:

$$I_i = \frac{\sum v_i \times p_i}{\sum p_i}$$

onde:

$I_i$  = índice

$\sum$  = soma

$v_i$  = valor da tendência à sustentabilidade do indicador

$p_i$  = peso atribuído ao indicador pelos especialistas no Delphi.

Na Fase 3, foi possível analisar vantagens e desvantagens da coleta seletiva em municípios onde a prefeitura executa ou contrata empresas para o serviço, e em municípios que a realizam com a participação de organizações de catadores, por meio de estudos de caso múltiplos (33 casos) das regiões metropolitanas de São Paulo e Minas Gerais. Instrumentos de pesquisa pré-estabelecidos (questionários estruturados específicos) foram aplicados a 11 prefeituras municipais e 13 associações/cooperativas de catadores. Os resultados alimentaram os indicadores e índices propostos. O método de análise dos dados foi quali-quantitativo (BESEN et al., 2017b).

A fase 3 incorporou sugestões da fase 2 e houve a modificação da gradação (tendência) de sustentabilidade, que passou de alta, média e baixa para quatro quartis – muito favorável, favorável, desfavorável e muito desfavorável.

Na quarta e última fase, foi possível aprimorar os indicadores e desenvolver e disponibilizar a Plataforma Digital de Indicadores e índices de Sustentabilidade (PICS).

## DESENVOLVIMENTO

Os principais resultados que viabilizaram a construção, validação, teste e aprimoramento dos indicadores e dos índices de sustentabilidade e que possibilitaram a construção e disponibilização da Plataforma são apresentados a seguir. Como apresentado na Figura 1, cada fase serviu de referência para a seguinte no sentido de aprimorar os indicadores e índices até chegar na elaboração da Plataforma.

### Fases 1 e 2

Como apresentado na metodologia, na Fase 1, as definições, os indicadores e índices foram elaborados pela equipe de pesquisa e alimentados a partir de questionários aplicados junto aos gestores de coleta seletiva das prefeituras e de organizações de catadores. Foram construídos 6 indicadores de sustentabilidade para as prefeituras e 12 para organizações de catadores (RIBEIRO et al., 2007).

As definições de sustentabilidade da coleta seletiva e das organizações de catadores, formuladas na fase 1 pelo grupo de pesquisa, foram acordadas por 61% dos participantes da primeira rodada Delphi, parcialmente acordadas por

37% e discordadas por apenas 2%. Para a segunda rodada, algumas sugestões foram incorporadas e, nas respostas, 85,7% dos participantes concordaram com elas.

Em relação às definições de sustentabilidade das organizações de catadores, 55,9% concordaram, 40,7% concordaram parcialmente e 3,4% discordaram na primeira rodada. Após a incorporação das sugestões, 95,3% dos especialistas aceitaram a definição, na segunda rodada.

Resultaram as seguintes definições de sustentabilidade (BESEN et al., 2017b).

1. Sustentabilidade da coleta seletiva municipal foi definida como a capacidade do município desenvolver a coleta seletiva de forma eficiente, com garantia legal e de recursos técnicos, e a meta de universalização dos serviços e obtenção de resultados ambientais (educação ambiental permanente e redução da disposição em lixões e aterros), sociais (inclusão social, gestão democrática e participativa) e econômicos (recursos de taxa ou do orçamento, geração de renda e ampliação das atividades de beneficiamento) crescentes.

2. Sustentabilidade de uma organização de catadores é a capacidade da organização de catadores de materiais recicláveis desenvolver suas atividades, com a garantia de: regularidade institucional, autogestão (administrativa, financeira e organizacional) e geração de trabalho e renda em condições adequadas de saúde pública e segurança do trabalho aos membros para atingir resultados sociais, econômicos, e ambientais crescentes.

Para atingir o objetivo proposto de validar indicadores de sustentabilidade de referência para a coleta seletiva e para as organizações de catadores, foram aplicadas duas rodadas de avaliação pelo método Delphi. Foram identificados 112 especialistas com atuação na área de conhecimento de gestão de resíduos sólidos no país, 88 acusaram o recebimento da correspondência eletrônica e se dispuseram a participar da pesquisa. A taxa de retorno foi de 59 (67%) questionários. Registraram-se 515 comentários e sugestões dos especialistas, das quais 25 consistiram em propostas de novos indicadores e seis em novos índices para a coleta seletiva municipal. Quanto às organizações de catadores, foram propostos 27 novos indicadores e dois novos índices.

Na 2ª rodada, foram enviados 59 questionários, 57 participantes acusaram o recebimento, e 43 (72,9%) retornaram. Registraram-se 476 comentários e sugestões, e não se solicitou propostas de novos indicadores.

As duas rodadas totalizaram 991 comentários e sugestões que foram analisados e, quando considerados adequados, incorporados. Os percentuais de abstenção obtidos nas duas rodadas de questionários, 33% na primeira rodada e 27,1% na segunda, são condizentes com a literatura, pois estudo de Wright e Giovinazzo (2000) apresentou abstenção de 30% a 50% na primeira rodada e de 20 a 30%, na segunda. Outros autores que abordaram a validação de indicadores, no Brasil obtiveram índices de 56% e 57% de retorno na primeira rodada (PADILHA, 2009; BRINGHENTI et al., 2011).

A maior parte dos indicadores de sustentabilidade são construídos a partir da estrutura do *Triple Bottom Line* (pilares econômico, ambiental e social da sustentabilidade), no entanto, Guo et al. (2015, p. 1) alertam que: “a adaptação e evolução das frameworks e índices é essencial uma vez que o entendimento coletivo de sustentabilidade muda rapidamente”. As definições de sustentabilidade propostas para os indicadores incluem as dimensões legal e institucional, destacadas por Bojana et al. (2015), dimensões mais bem avaliadas pelos especialistas consultados na pesquisa.

### FASE 3

#### Aplicação dos indicadores em estudos de caso

A aplicação dos indicadores objetivou identificar vantagens e desvantagens para ambos os modelos de coleta seletiva praticados no Brasil (com inclusão de catadores e sem essa inclusão) e testar a capacidade de os indicadores propostos apontarem estas diferenças.

Considerou-se (BESEN et al., 2017a):

*Coleta seletiva sem inclusão de catadores a modalidade na qual a coleta, realizada porta a porta ou por entrega voluntária, e a triagem são operadas exclusivamente pelas prefeituras municipais ou por empresas contratadas.*

*Coleta seletiva com integração de catadores foi considerada a modalidade na qual há inclusão de catadores, seja na atividade de coleta, na triagem ou em ambas as atividades*

Os 12 indicadores de sustentabilidade da gestão da coleta seletiva propostos foram aplicados a 20 municípios que possuíam programas municipais (11 com inclusão de catadores e 9 sem), nos estados de São Paulo (12 estudos de caso) e de Minas Gerais (8 estudos de caso), cujos resultados das medianas quanto à tendência à sustentabilidade são apresentados na Figura 2.

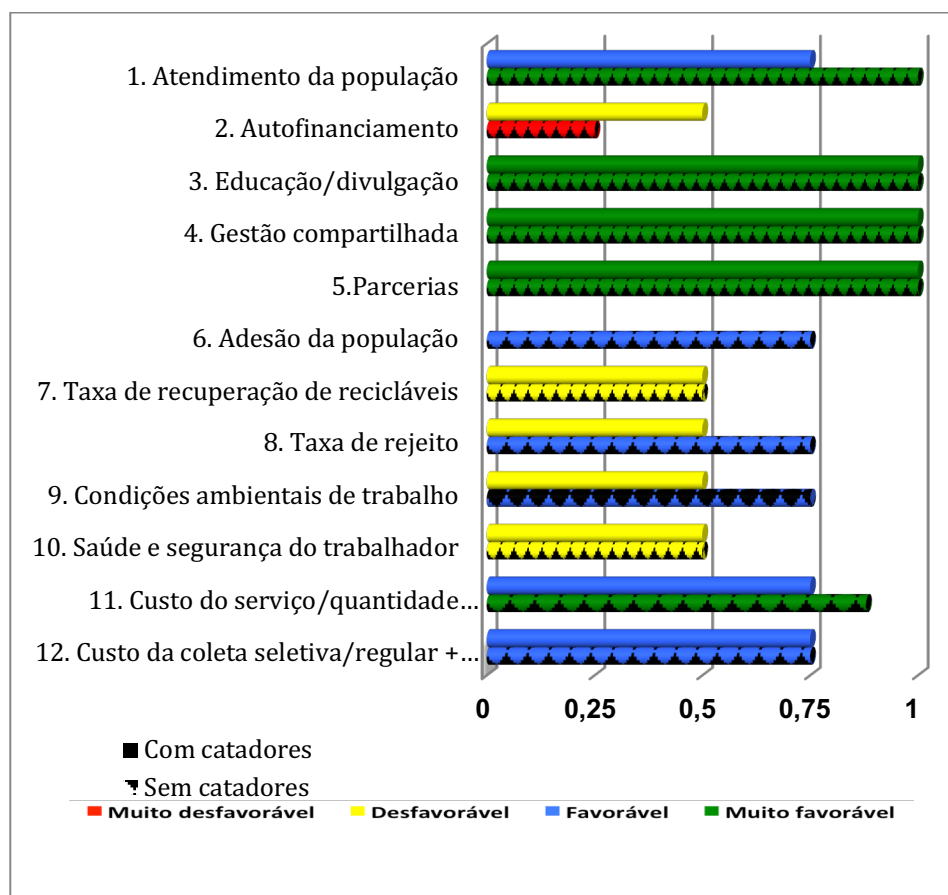
Os indicadores que obtiveram resultados nas categorias *muito favorável* e *favorável*, para ambas as modalidades de coleta seletiva, revelam que nos municípios estudados há gestão compartilhada, estratégias de educação e divulgação e parcerias.

O sucesso da coleta seletiva depende da promoção de canais de participação e de controle social e da sensibilização e mobilização da população (BRINGHENTI et al., 2011; GUTBERLET, 2015). As parcerias também são estratégicas, pois ajudam a obter recursos financeiros e institucionais para apoiar a coleta seletiva (DIAS, 2016).

O custo médio por tonelada coletada, assim como o custo da coleta seletiva em relação ao custo de disposição final também resultaram favoráveis em ambos os casos. Destaca-se que as organizações de catadores, em sua maioria, não são remuneradas pelos serviços de coleta seletiva. O custo diferenciado da coleta seletiva em iniciativas com e sem catadores não tem sido estudado no Brasil e não existem planilhas de cálculo padronizadas.

Resultados negativos, em ambos os casos, foram verificados em indicadores de autofinanciamento, taxa de recuperação de materiais recicláveis e saúde e segurança no trabalho. Alguns fatores contribuem para esta realidade como: a falta de transparência das gestões públicas em justificar os custos da gestão de resíduos para os usuários do serviço, a resistência da população à cobrança de taxas e a ausência de sistemas de tarifas a exemplo do pagamento pela quantidade descartada (*pay-as-you-throw*) (JACOBI; BESEN, 2011; RUTKOVSKY; RUTKOVSKY, 2015).

**Figura 2.** Avaliação da sustentabilidade da coleta seletiva municipal, por Indicador e por iniciativas com e sem inclusão de catadores



Fonte: Besen, et al., 2017a.

Quanto maior a taxa de recuperação, maiores são os ganhos ambientais, econômicos e sociais da coleta seletiva. Dentre os 19 municípios que responderam, a maioria (84,2%) obteve resultado desfavorável e muito desfavorável para este indicador. No entanto, as taxas médias de recuperação de recicláveis advindos da coleta seletiva em programas em parceria com catadores foram de 10%, e sem catadores de 8%. Estes valores são superiores às estimativas de dados oficiais do país, que, em 2015, apontaram a taxa de 5,7%. Pode-se associar estes resultados a aspectos regionais, de cobertura e tempo de implantação. A baixa taxa de recuperação pode estar associada a altas taxas de rejeito e a fatores como: i)



ineficiência do sistema de coleta, veículos inadequados ou falta de regularidade no serviço de coleta (CAMPOS, 2014); ii) deficiência na separação nas fontes geradoras, alta taxa de rejeito e baixa adesão da população decorrente da falta de sensibilização/comunicação (BRINGHENTI et al., 2011), e iii) baixa produtividade na etapa de triagem.

No que se refere à saúde e segurança do trabalhador, a situação é desfavorável para ambas as modalidades de coleta seletiva. A maioria dos municípios declarou não possuir plano de emergência e identificação de materiais perigosos presentes nos resíduos, o que configura uma situação de alto risco no trabalho e a necessidade de ações urgentes no enfrentamento do problema. Os municípios sem catadores apresentaram condições mais adequadas para esse indicador.

Da mesma forma, os 20 indicadores de sustentabilidade de organizações de catadores foram aplicados a 13 organizações em 11 municípios, 9 no estado de São Paulo (8 deles na RMSP) e 4 no estado de Minas Gerais (3 deles na RMBH). Os resultados da tendência à sustentabilidade da gestão de organizações de catadores encontram-se na Figura 3.

As organizações entrevistadas declaram realizar a autogestão com participação relevante de seus integrantes nas reuniões coletivas. Observou-se que as cooperativas mantêm nível adequado de atendimento aos requisitos de regularização, mais efetivo do que as associações. Apesar disso, as organizações, em sua maioria, não possuem a documentação necessária para serem contratadas para a prestação do serviço de coleta seletiva pelas prefeituras.

Destaca-se, também, que há falta de capacitação dos membros em mais de um terço das organizações. A alfabetização, dentre os quesitos apresentados, obteve o mais baixo percentual de atendimento. Estudo do IPEA (2013) mostrou que a taxa de analfabetismo entre os catadores era de 20,5%, mais que o dobro da taxa do país, e apontou a necessidade de acesso dos catadores à educação formal.

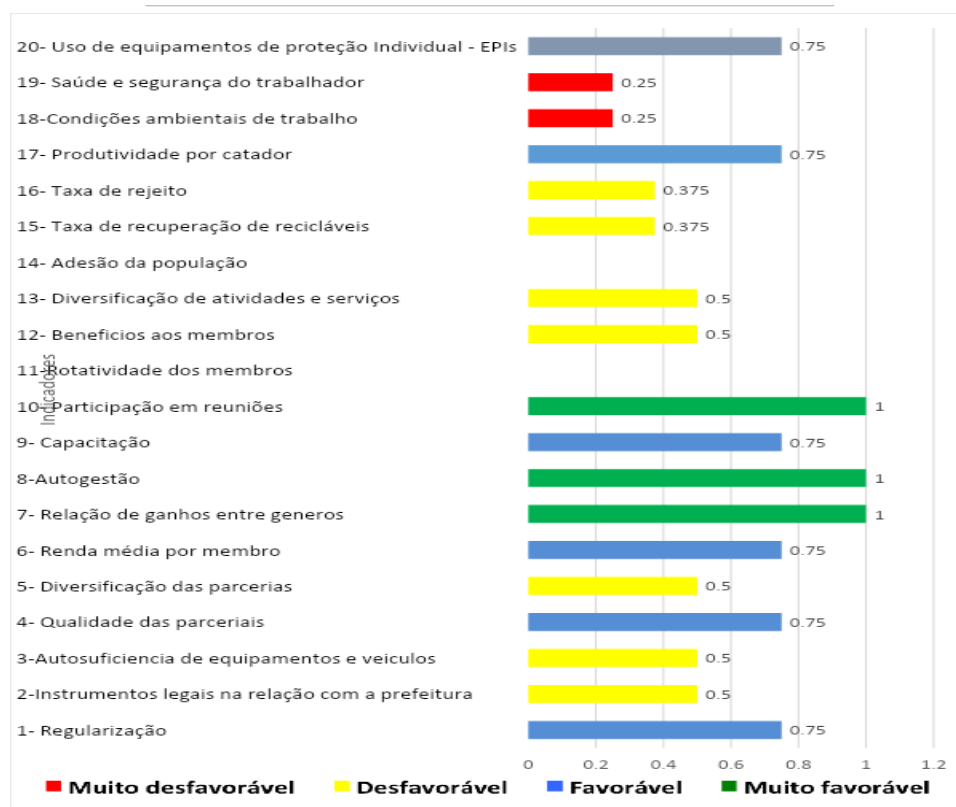
A renda média mensal por membro nas organizações de catadores variou de U\$200 a U\$900 com média de U\$400, considerada favorável. Não houve diferenças significativas entre associações e cooperativas. Frente a grandes diferenças regionais e salário-mínimo de U\$282, esta renda pode garantir condições adequadas de vida e contribuir para a permanência na atividade.

A produtividade por catador variou de 1,19 a 5,63 ton./mês, com média de 3,06 ton./mês. A produtividade sofre variação com o sistema de triagem, qualidade do material coletado, faixa etária e condições de saúde do trabalhador (GUTBERLET, 2015) e com a forma de remuneração do serviço (BESEN et al., 2017a).

No conjunto de indicadores que envolvem condições de trabalho, saúde e segurança do trabalhador, verifica-se resultado muito desfavorável, o que aponta para necessidade de medidas saneadoras urgentes. Embora a maioria declare utilizar Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), observa-se que isto não ocorre na prática de forma adequada.

A maioria das organizações ainda não atende aos requisitos legais para contratação pelas administrações municipais para a prestação do serviço de coleta seletiva. Os obstáculos para a contratação do serviço para operarem a coleta seletiva municipal se devem tanto a questões de legislação quanto à falta de capital de giro das organizações para investimentos em infraestrutura e modernização tecnológica e, também, às deficiências de suas condições de trabalho e saúde (CAMPOS, 2014). A remuneração pelo serviço prestado na coleta seletiva municipal e também pela participação na logística reversa de embalagens pós-consumo é necessária para a integração das organizações de catadores enquanto atores econômicos da cadeia produtiva da reciclagem (GUTBERLET, 2015) e para se tornarem empreendimentos sociais sustentáveis e com capacidade de modernização tecnológica (RUTKOSWSKI; RUTKOWSKI, 2015).

**Figura 3.** Avaliação da sustentabilidade da gestão de organizações de catadores, nos estados de São Paulo e Minas Gerais, por indicador



Fonte: Besen et al., 2017a.

Quanto a indicadores de eficiência, a maioria das organizações apresentou avaliação considerada *desfavorável* ou *muito desfavorável*, o que representa alta quantidade de rejeito, baixa eficiência da separação na fonte e/ou na triagem. Bringhenti et al. (2011) consideram que promover melhorias na comunicação/educação visando à separação na fonte geradora otimiza a triagem,

assim como reduz os custos de transporte e disposição dos rejeitos em aterro sanitário.

Considerando-se os índices de sustentabilidade, ou seja, a somatória ponderada de todos os respectivos indicadores, verificou-se que se enquadraram na categoria favorável para ambas as modalidades, assim como para as organizações de catadores. Isso significa que não há diferença significativa na tendência à sustentabilidade entre programas municipais de coleta seletiva com ou sem inclusão de catadores. Apesar disso, mesmo com esse bom posicionamento, ainda há aspectos importantes a serem vencidos para se alcançar a sustentabilidade desejada da coleta seletiva. Em especial em relação à eficiência e condições de trabalho, saúde e segurança do trabalhador. Há necessidade de se promover avanços contínuos na direção da gestão sustentável da coleta seletiva.

#### Construção e disponibilização da Plataforma Digital

A Plataforma constitui-se de um aplicativo da rede mundial de computadores (*web app*) de uso aberto, formulada na linguagem PHP e com banco de dados em MySQL, com a finalidade de receber os dados dos usuários (prefeituras e organizações de catadores) e gerir, calcular e fornecer os respectivos indicadores e índices de sustentabilidade, permitindo a autoavaliação e o monitoramento da gestão de cada usuário pontualmente. Para melhor operacionalidade do aplicativo, está disponibilizado também *on line* um manual de uso dos Indicadores e Índices de sustentabilidade (BESEN et al., 2017a).

Para os diferentes usuários da plataforma, foi desenvolvido um sistema para controle de acesso às informações e preenchimento dos formulários disponíveis, com regras de acordo com o perfil de cada usuário (gestor, prefeitura, organização de catadores e público em geral). O Banco de dados é baseado na web, e as informações de usuários, formulários e resultados são armazenadas, vindo a constituir um banco de dados. A estrutura possibilita o armazenamento de versões históricas de dados inseridos, questionários respondidos e indicadores e índices gerados, identificados pela data de inserção. Os dados remotos ficam armazenados e se constituirão em séries históricas e gráficos de um mesmo usuário. Sugere-se que os dados sejam inseridos a cada 6 meses pelos usuários, para permitir uma adequada avaliação cronológica de evolução dos indicadores e índices quanto à sustentabilidade.

A Plataforma PICS pode ser acessada em computadores e smartphones. O sistema possui uma página principal pública (Figura 4), contendo a apresentação do projeto, eventos e cursos, publicações, relatórios, perguntas frequentes, contato e entrada para cadastro e *login* com senha para os dois tipos de usuários de interesse: gestores de prefeituras e organizações de catadores.

Ao se fazer o *login* ficam disponíveis dois formulários distintos para preenchimento pelos usuários de interesse (prefeituras ou organizações de catadores). As respostas aos formulários alimentam, respectivamente, 16 e 21 indicadores, resultantes da revisão dos indicadores empreendida e da adequação das ponderações de novos indicadores (após a aplicação na Fase 3), com as mesmas características descritas no item anterior, resultantes de operações pré-

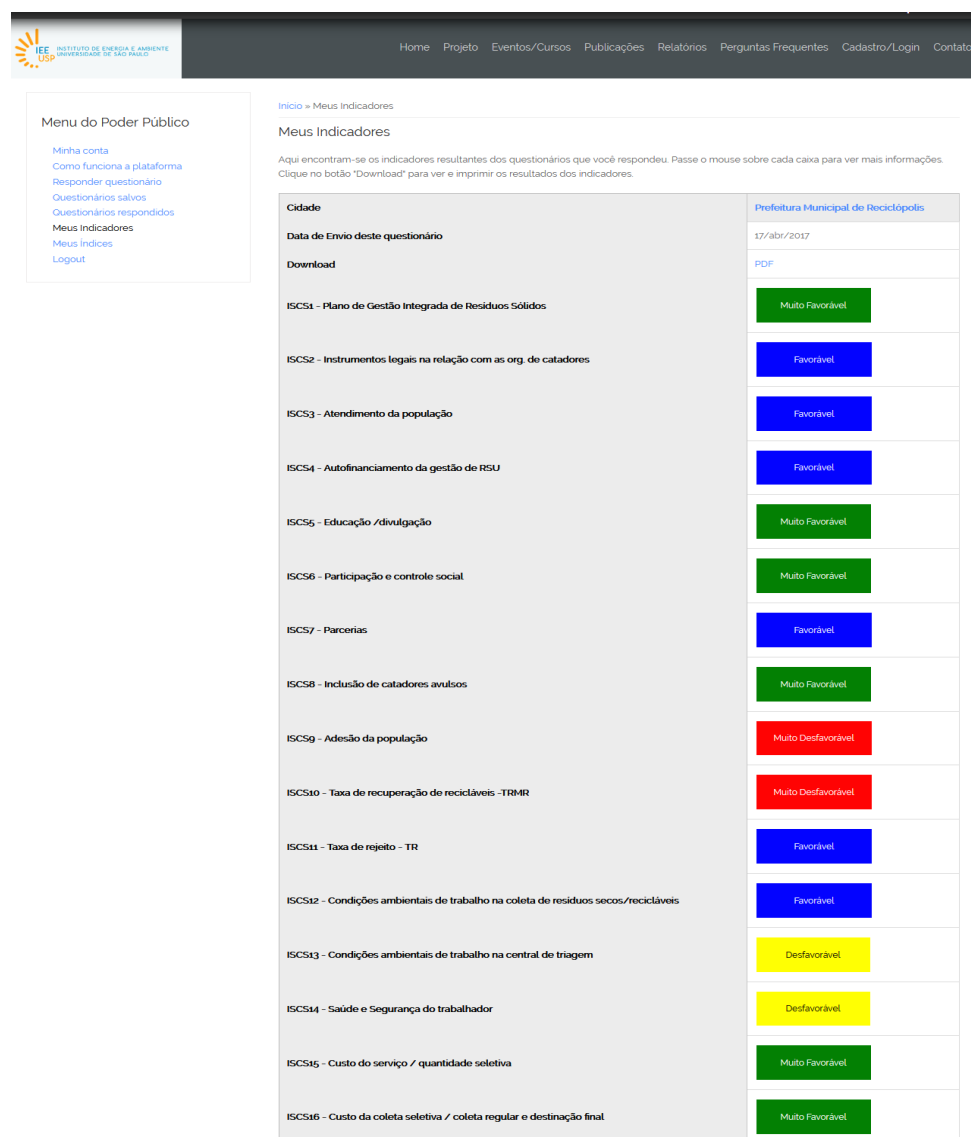
definidas realizadas com os dados inseridos.

**Figura 4.** Página inicial da Plataforma



Ao se conectar na Aplicação Web (Web App), o usuário da plataforma primeiramente responde ao formulário, cujas respostas estão em formato múltipla escolha ou de digitação de valor numérico. Após o término do preenchimento, ao se clicar no salvamento dos dados, o software automaticamente processa e realiza o cálculo dos indicadores e dos respectivos índices, com base nas respostas informadas pelo usuário. Os resultados do questionário original, dos indicadores (Figura 5) e dos respectivos índices são apresentados já categorizados e podem ser visualizados em tela e baixados (download) da web pelos usuários.

**Figura 5.** Visualização da avaliação dos indicadores de sustentabilidade na Plataforma



Fonte: Elaborado pelos autores

Os índices de sustentabilidade são calculados com base nos dados gerados pelos indicadores e sua ponderação, cujo cálculo já é realizado de forma automática na Plataforma.

A Plataforma facilita o acesso dos usuários para inserção dos dados, além de conformar um banco de dados que pode apoiar a realização de pesquisas. Como produtos, são produzidos relatórios que podem ser impressos e relatórios temporais de indicadores e índices, com categorização por cores e indicação dos valores obtidos, os quais subsidiam a autoavaliação e monitoramento dos sistemas de coleta seletiva de cada usuário.

Rada et al. (2013), ao analisarem casos do uso de ferramentas da WEB-GIS para a gestão de resíduos sólidos na Itália, China e Malásia, concluíram que as

economias em transição estavam prontas para avançar no uso de instrumentos orientadores, disponíveis na Web, voltados para a gestão municipal de resíduos sólidos urbanos, mas que isto não estava sendo explorado no setor. A plataforma apresentada vem suprir essa lacuna com relação à coleta seletiva de resíduos sólidos.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Plataforma foi desenvolvida visando à implementação e ao fortalecimento da coleta seletiva, em especial com inclusão de organizações de catadores de materiais recicláveis em atendimento à Política Nacional de Resíduos Sólidos do Brasil. Atende a duas grandes categorias de usuários: as 5.565 prefeituras municipais e as cerca de 1.200 associações/cooperativas de catadores (IPEA, 2013).

O processo de elaboração, validação participativa, aplicação e aprimoramento dos indicadores e índices de sustentabilidade possibilitou medir e avaliar vantagens e desvantagens da gestão da coleta seletiva, executada com e sem catadores, assim como a sustentabilidade da gestão de organizações de catadores de materiais recicláveis. Também possibilitou validar a ferramenta junto aos usuários e especialistas.

A disponibilização gratuita no formato Plataforma Digital pelo Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo ([www.iee.usp.br/pics](http://www.iee.usp.br/pics)) pode contribuir de forma significativa para que os usuários possam avançar na sistematização de dados, avaliação e monitoramento da gestão da coleta seletiva na perspectiva de sua sustentabilidade. Embora os dados sejam de propriedade dos usuários, o banco de dados pode ser utilizado para fins de pesquisas, possibilitando subsidiar a avaliação de políticas públicas de resíduos sólidos e o direcionamento de investimentos públicos e privados. Constitui, também, um instrumento de educação organizacional para as associações de catadores e propicia, sobretudo, transparência de dados sobre a coleta seletiva para a sociedade, que deve ser a grande partícipe e interessada no processo de reciclagem de resíduos sólidos por ela produzidos.

A Plataforma Digital (PICS) é um instrumento que pode contribuir para o cumprimento dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável e para a implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos e dos Planos de Coleta Seletiva no país. No entanto, seu uso é voluntário e depende de iniciativas dos usuários e do apoio de políticas públicas e do setor empresarial indutoras que possam incentivar sua aplicação.

### Agradecimentos

Agradecemos ao Ministério da Saúde do Brasil – Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) pelo apoio financeiro às pesquisas “Programas municipais de coleta seletiva de lixo como fator de sustentabilidade dos sistemas públicos de saneamento ambiental na região metropolitana de São Paulo” e “Coleta Seletiva: modelos de gestão com e sem inclusão de catadores, vantagens e desvantagens na perspectiva da sustentabilidade”, ao Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) – Conselho Nacional de Desenvolvimento

Científico e Tecnológico (CNPQ) pelo apoio à pesquisa “Coleta seletiva com inclusão de catadores: Indicadores e Índices de Sustentabilidade” e ao Ministério da Educação – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pelo apoio ao pós-doutorado que viabilizou a construção e disponibilização da Plataforma.

Este trabalho também é parte das atividades do projeto temático, em andamento, “Governança ambiental na Macrometrópole Paulista, face à variabilidade climática”, processo nº 15/03804-9, financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e vinculado ao Programa FAPESP de Pesquisa sobre Mudanças Climáticas Globais.

# Digital platform for self-evaluation and monitoring of municipal selective collection, Brazil

## ABSTRACT

In developing countries, selective collection makes it possible to value waste by diverting it from landfills, and it promotes social inclusion and income generation. The methodology for the construction and free availability of the Digital Platform of Sustainability Indicators and Indexes of Selective Collection is presented, as a tool for self-assessment and monitoring of municipal management and waste picker of recyclable material organizations. Quali-quantitative and participatory methods resulted in two matrixes of indicators and indexes. The resulted Platform collects data that feeds 37 indicators, 16 of selective collection ones and 21 indicators of waste picker organizations from differentiated questionnaires. Users have access to historical series, graphs, numerical and qualitative results and in color scale. The Platform contributes to the achievement of the Sustainable Development Objectives and the implementation of the National Waste Policy and Selective Collection Plans.

**KEYWORDS:** Digital platform. Municipal Selective Collection. Waste Picker Organization. Sustainability Indicators. Self-evaluation.



## REFERÊNCIAS

APARCANA, S.; SALHOFER, S. Development of a social impact assessment methodology for recycling systems in low-income countries. *Int J Life Cycle Assess* 18:1106–1115, 2013.

BESEN, G. R. **Coleta seletiva com inclusão de catadores**: construção participativa de indicadores e índices de sustentabilidade (Tese de Doutorado). São Paulo: Faculdade de Saúde Pública/USP, 2011.

BESEN, G. R.; FRACALANZA, A. P. Challenges for the Sustainable Management of Municipal Solid Waste in Brazil. *Journal disP - The Planning Review*. p. 45-52 | 2016 Volume 52 - Issue 2: Brazil. DOI: 10.1080/02513625.2016.1195583

BESEN, G. R.; GUNTHER, W. M. R.; RIBEIRO, H.; JACOBI, P. R.; DIAS, S. M. Gestão da coleta seletiva e de organizações de catadores: indicadores e índices de sustentabilidade. Fundação Nacional de Saúde. Universidade de São Paulo; **Woman and Informal Employment**: Globalizing and Organizing. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública, 2017a. DOI: 10.11606/9788588848245.

BESEN, G. R.; GUNTHER, W. M. R.; RIBEIRO, H.; DIAS, S. M. Avaliação da Sustentabilidade da Coleta Seletiva: estudos de caso no Brasil. **VIII ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM AMBIENTE E SOCIEDADE**. VIII ENANPPAS. Brasília, 2017b. Disponível em: <<http://icongresso.anppas.itarget.com.br/anais/index/resultado/index/index/cc/2>>. Acesso em: 10/12/2017.

BOJANA, T.; BOJAN, S.; BOGDANA, V.; RUSSO, M. A. T.; GORAN, V. Group assessment of key indicators of sustainable waste management in developing countries. *Waste Management & Research*. Vol 35, Issue 9, pp. 913 – 922, 2017. <https://doi.org/10.1177/0734242X17709911>.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Presidência da República, Casa Civil, Brasília – DF, 2010. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)>. Acesso em: 11/ 07/ 2016.

\_\_\_\_\_. **Programa de modernização do setor de saneamento**: Diagnóstico da gestão e manejo de resíduos sólidos urbanos – 2017. Ministério das Cidades. SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Brasília: MCIDADES/ SNSA, 2017.

BRINGHENTI, J. R.; ZANZONADE, E.; GUNTHER, W. M. R. Selection and validation of indicators for programs selective collection evaluation with social inclusion. *Resources, Conservation and Recycling*, Volume 55, Issue 11 p876-884, 2011.

CAMPOS, H. K. T. Recycling in Brazil: Challenges and prospects. *Resources, Conservation and Recycling*, 85, p130–138, 2014.

CIFRIAN, E.; ANDRES, A.; VIGURI, J. R. Developing a regional environmental information system based on macro-level waste indicators. **Ecological Indicators**, 53: 258–27, 2015.

DAHL, A. L. Achievements and gaps in indicators for sustainability. **Ecological Indicators**.17: 14–19, 2012.

DIAS, S. M. Waste pickers and cities. **Environment & Urbanization**. 28(2): 375 – 390, 2016. DOI: 10.1177/0956247816657302

EZEAH, C.; FAZAKERLEY, J. A.; ROBERTS, C. L. Emerging Trends in informal sector recycling in developing and Transition countries. **Waste Management**, 33: 2509–2519, 2013.

FERRI, G. L.; CHAVES, G. L. D.; RIBEIRO, G. M. Reverse logistics network for Municipal solid waste management: The inclusion of waste pickers as a Brazilian legal requirement. **Waste Management**, 40: 173-191, 2015.

GUO, D.; DEFRANCIA, K.; CHEN, M.; FILIATRAUT, B.; ZHANG, C. Assessing Sustainability: Frameworks and Indices. **Sustainability Metrics White Paper Series: 3 of 3. March 2015**. Columbia University. New York, 2015.

GUTBERLET, Y. Cooperative urban mining in Brazil: Collective practice in selective household waste collection and recycling. **Waste Management**, 45: p22–33, 2015.

HIREMATH, R. B.; BALACHANDRA, P.; KUMAR, B.; BANSODE, S. S.; MURALI, J. Indicator-based urban sustainability - A review [online]. **Energy for Sustainable Development**. 17:(6), p 555–563, 2013.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISAS ECONÔMICAS APLICADAS. **Situação social das catadoras e dos catadores de material reciclável e reutilizável – Brasil**. Brasília: IPEA, 2013.

JACOBI, P. R.; BESEN, G. R. Solid waste management in São Paulo: the challenges of sustainability. **Estud. av.**, São Paulo, 25:71 p135-158,2011. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S01034014201100010010&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S01034014201100010010&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: 09 /02/2017. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142011000100010>.

LANDETA, J. Current validity of the Delphi method in social sciences. **Technological Forecasting & Social Change**. 73 (5) pp.467-482,2006.

MILANEZ, B. **Resíduos sólidos e sustentabilidade: princípios, indicadores e instrumentos de ação**. 2002. 206 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

PADILHA, M. L. **Indicadores de desenvolvimento sustentável para o setor têxtil**. 2009. 312 p. Tese (Doutorado em Saúde Pública) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo.

RADA, E. C.; RAGAZZI, M.; FREDIZZI, P. Web-GIS oriented system viability for municipal solid waste selective collection optimization in developed and transient economies. **Waste Management**. 33:785–792, 2013. doi: 10.1016/j.wasman.2013.01.002

RIBEIRO, H.; BESEN, G. R.; GUNTHER, W. M. R.; JACOBI, P. R.; DEMAJOROVIC, J. Evaluation of sustainability of Municipal Programs of Selective Waste Collection of Recyclables in Partnership with Scavengers Organizations in Metropolitan São Paulo. **Sustainable Solid Waste Management**. Kurian J., Nagendran R., Thanasekaran K., Chennai, Allied Publishers Pvt. Ltd. p90 -96,2007

RUTKOWSKI, J. E.; RUTKOWSKI, E. W. Expanding worldwide urban solid waste recycling: The Brazilian social technology in waste pickers inclusion. **Waste Management & Research**. 33(12) 1084–1093, 2015.

SOLTANI, A.; HEWAGE, K.; BAHAREH, R.; SADIQ, R. Multiple stakeholders in multi-criteria decision-making in the context of Municipal Solid Waste Management: A review. **Waste Management**. V35, p318-328, 2015.

UN - UNITED NATIONS. **Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies Third Edition**, United Nations New York, 2007.

UN - HABITAT. **Solid waste management in the world's cities: Highlights from the UN-Habitat 2010 book**, 2010. Disponível em: <<http://www.waste.nl/en/product/solid-waste-management-in-the-worlds-cities>>. Acesso em: 14/02/ 2016.

VELIS, C. A. et al. An analytical framework and tool ('InteRA") for integrating the informal recycling sector in waste and resource management systems in developing countries. **Waste Management & Research**. 30:43. p43-66, 2012.

WRIGHT, J.; GIOVINAZZO, R. Delphi – Uma ferramenta de apoio ao planejamento prospectivo. **Caderno de Pesquisas em Administração**, São Paulo: FIA/FEA/USP, v. 01, n.12, p. 54-65, 2º trimestre 2000.

WILSON, D.; ARABA, A.; CHINWAH, K.; CHEESEMAN, C. Building recycling rates through the informal sector. **Waste Management** 29:2, p629–635, 2009.

WILSON, D. C.; RODIC, L.; MODAK, P. et al. **Global Waste Management Outlook**. Report. UNEP/ISWA, 2015.

**Recebido:** 25/03/2020

**Aprovado:** 12/02/2021

**DOI:** 10.3895/rts.v17n47.11831

**Como citar:** BESEN, G.R. et al. Plataforma digital de autoavaliação e monitoramento da coleta seletiva municipal, Brasil. **Rev. Technol. Soc.**, Curitiba, v. 17, n. 47, p.121-140, abr./jun., 2021. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/11831>. Acesso em: XXX.

**Correspondência:**

**Direito autoral:** Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

