

METODOLOGIA DIDÁTICA PARA FORMAÇÃO DE ENGENHEIROS NA GESTÃO SUSTENTÁVEL DO TRANSPORTE DE CARGAS: UMA ABORDAGEM BASEADA EM BOAS PRÁTICAS E ESTUDOS DE CASO

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2025.6392

Autores: CINTIA MACHADO OLIVEIRA, JÉSSICA WANDERLEY SOUZA DO NASCIMENTO, CAMILA SOARES RIBEIRO DA CONCEIÇÃO

Resumo: O artigo apresenta uma proposta didática baseada em um procedimento estruturado para a identificação, análise e recomendação de boas práticas para a gestão sustentável do transporte de cargas. A metodologia busca integrar teoria e prática, promovendo a aprendizagem ativa e a reflexão crítica dos alunos sobre desafios ambientais, sociais e econômicos da logística urbana. Por meio de estudos de caso, os estudantes são estimulados a desenvolver soluções que contribuam para a redução de impactos e melhoria da eficiência nas operações de transporte. A proposta também gera subsídios para empresas, gestores públicos e demais agentes do setor, ao mapear desafios e propor recomendações aplicáveis ao contexto das cidades. O trabalho contribui para o desenvolvimento de competências técnicas, socioambientais e comportamentais, fortalecendo a formação de engenheiros preparados para atuar na promoção da sustentabilidade na logística urbana.

Palavras-chave: Logística Urbana Sustentável; Boas Práticas Logísticas; Educação em Engenharia; Aprendizagem Ativa

METODOLOGIA DIDÁTICA PARA FORMAÇÃO DE ENGENHEIROS NA GESTÃO SUSTENTÁVEL DO TRANSPORTE DE CARGAS: UMA ABORDAGEM BASEADA EM BOAS PRÁTICAS E ESTUDOS DE CASO

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento sustentável vem se consolidando como um dos pilares na formação dos engenheiros, exigindo uma atuação profissional capaz de integrar aspectos econômicos, ambientais e sociais. No setor de transportes, que responde por 13,8% das emissões de gases de efeito estufa (GEE) no Brasil (BRASIL, 2016) e 13% no mundo (SIMS et al., 2014), torna-se imprescindível formar engenheiros capacitados a atuar na gestão eficiente e sustentável dos sistemas logísticos.

Essa necessidade se reflete na formação em Engenharia, que deve preparar profissionais capazes de utilizar ferramentas e metodologias que integrem a análise de impactos ambientais, inovação tecnológica e gestão eficiente.

De acordo com McKinnon et al. (2010), não se pode considerar apenas medidas que visem maximizar os resultados ligados aos aspectos econômicos. É necessário, também, buscar a redução dos impactos ambientais e melhorias relacionadas aos aspectos sociais, de forma simultânea.

A movimentação de carga gera efeitos adversos, como degradação da qualidade do ar, poluição sonora, acidentes e congestionamentos (LINDHOLM e BEHRENDS, 2012; MCKINNON et al., 2010).

No contexto da mitigação de impactos do transporte, destaca-se a metodologia ASIF (Schipper et al., 2000), que estrutura a análise em quatro eixos, sendo eles: (1) Atividade (quantidade de transporte realizado); (2) Estrutura (tipo de veículo, rota, infraestrutura); (3) Intensidade energética (eficiência dos veículos); e (4) Tipo de combustível (fontes energéticas utilizadas).

Diante desse contexto, este artigo tem como objetivo apresentar uma proposta didática que alia teoria e prática, fundamentada em um procedimento estruturado para a identificação, análise e recomendação de boas práticas voltadas à gestão sustentável do transporte de cargas no ambiente urbano, com base em Oliveira (2016).

Do ponto de vista pedagógico, busca-se promover uma aprendizagem ativa e reflexiva, que capacite os alunos a compreender e enfrentar os desafios ambientais, econômicos e sociais associados à logística urbana. Ao mesmo tempo, espera-se que a aplicação desse procedimento contribua não apenas para o desenvolvimento de competências técnicas, socioambientais e comportamentais dos futuros engenheiros, mas também para gerar insumos relevantes para empresas, gestores públicos e demais agentes do setor logístico.

Dessa forma, além de estimular a reflexão crítica, a proposta visa apoiar a formulação de soluções sustentáveis, por meio da análise de estudos de caso aplicados à realidade operacional das cidades.

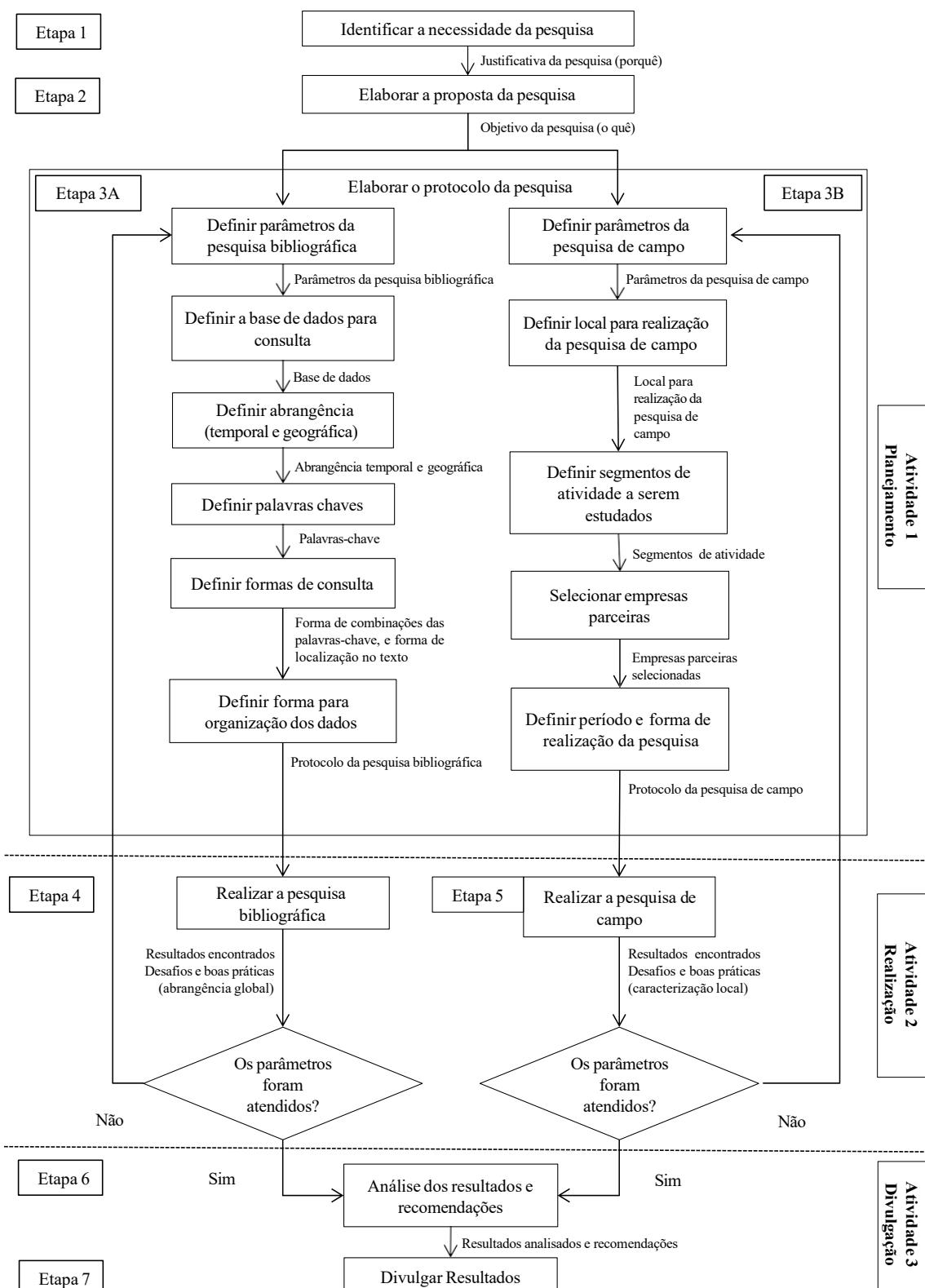
15 a 18 DE SETEMBRO DE 2025
CAMPINAS - SP

O artigo está estruturado da seguinte forma: além desta introdução, o Item 2 apresenta detalhadamente a proposta didática, descrevendo as atividades e etapas que compõem o procedimento adotado. O Item 3 expõe os resultados obtidos com a aplicação da metodologia, incluindo os principais desafios identificados, as boas práticas recomendadas e os benefícios observados tanto para a gestão logística quanto para a formação dos alunos. No Item 4, discute-se a contribuição da proposta para a formação de engenheiros, destacando o desenvolvimento de competências alinhadas à sustentabilidade. Por fim, o artigo é encerrado com as considerações finais, que sintetizam os principais achados e reforçam o potencial da metodologia como instrumento pedagógico na educação em engenharia.

2. PROPOSTA DIDÁTICA

A proposta didática apresentada neste artigo possui um duplo propósito. Do ponto de vista pedagógico, busca proporcionar aos alunos uma experiência de aprendizagem ativa, que integra teoria e prática na análise de desafios reais do transporte de cargas urbano, sob a ótica da sustentabilidade. Simultaneamente, a metodologia aplicada permite gerar insumos relevantes para a prática profissional, ao identificar desafios, mapear boas práticas e propor recomendações aplicáveis ao contexto operacional das cidades. Assim, além de contribuir para o desenvolvimento de competências técnicas, socioambientais e comportamentais nos futuros engenheiros, o procedimento adotado também oferece subsídios para empresas, gestores públicos e demais atores do setor logístico interessados na melhoria da eficiência e na redução dos impactos socioambientais das operações de transporte de cargas.

O procedimento adotado como proposta didática deste artigo divide-se sinteticamente nas três Atividades apresentadas na Figura 2.1: planejamento; realização e divulgação. A seguir é apresentada uma breve descrição destas Atividades e suas Etapas.



Fonte: Elaboração Própria

Figura 2.1: Procedimento adotado como proposta didática do estudo.

2.1 Atividade 1 – Etapas 1 e 2

Nas Etapas 1 e 2 da Atividade 1, são apresentados a justificativa e os objetivos da pesquisa, idealmente associados a necessidade de identificar os desafios e buscar boas práticas que aprimorem a gestão (planejamento, operação e o controle) do TUC sob a ótica da sustentabilidade socioambiental, ampliando a visão usualmente adotada que considera apenas os aspectos econômicos.

2.2 Atividade 1 – Etapa 3

Uma vez que se disponha dos resultados das Etapas 1 e 2, são desenvolvidos os protocolos de pesquisa. Especificamente neste caso, desenvolve-se um protocolo para a pesquisa bibliográfica (Etapa 3A), que procura cobrir uma visão global na identificação dos desafios e boas práticas associadas ao TUC e outro protocolo para a pesquisa de campo (Etapa 3B), cuja finalidade é caracterizar localmente tais desafios e boas práticas.

- **Etapa 3A – Protocolo da pesquisa bibliográfica**

Nesta etapa definem-se os critérios para realização da pesquisa bibliográfica. Como primeiro passo a ser dado, definem-se os parâmetros da pesquisa, na forma do que deverá ser extraído dos estudos selecionados. Tais definições devem ser pautadas no objetivo da pesquisa. A seguir, define-se a base de dados para realização da consulta. Logo após, definem-se o horizonte temporal da pesquisa e sua abrangência geográfica. Em seguida, definem-se as palavras chaves que serão utilizadas, a forma de combinação por meio de operadores lógicos e o local onde tais palavras serão identificadas nos estudos. Por fim, define-se a forma de organização dos resultados. Recomenda-se que tal pesquisa seja realizada por meio de um procedimento sistemático, pois este pode ser replicado e aprimorado quantas vezes forem necessárias.

- **Etapa 3B – Protocolo da pesquisa de campo**

Nesta etapa definem-se os critérios para realização da pesquisa de campo. Como primeiro passo a ser dado, definem-se os parâmetros da pesquisa, na forma do que deverá ser levantado por meio da pesquisa de campo. Tais definições devem ser pautadas no objetivo da pesquisa. A seguir, define-se o local onde a pesquisa será realizada. Logo após, definem-se os segmentos de atividade a serem estudados. Em seguida, faz-se a seleção das empresas parceiras da pesquisa (estudos de casos). Por fim, define-se o período e a forma de realização da pesquisa de campo, ou seja, quando será feita a pesquisa e como deverão ser feitos os registros de dados e informações (formulários, questionários, coleta automatizada e fotografias).

2.3 Atividade 2 – Etapas 4 e 5

As Etapas 4 e 5 da Atividade 2 dão conta da realização e da avaliação da pesquisa bibliográfica e da pesquisa de campo. A realização das pesquisas deve possuir total aderência aos protocolos propostos nas Etapas 3A e 3B, de forma que seus resultados sejam apresentados sob a mesma base de formulação e apresentação. Além disso, ambas as pesquisas devem ser avaliadas quanto ao atendimento dos

parâmetros estabelecidos. Tal avaliação deve considerar a qualidade e a quantidade das informações e dos dados levantados. Além disso, caso o resultado alcançado não atenda aos parâmetros estabelecidos, deve-se colocar quais alterações deverão ser realizadas nos protocolos das pesquisas. Desta forma, espera-se que os resultados possam ser analisados na Etapa 6.

Recomenda-se que a realização da pesquisa de campo seja feita em paralelo a pesquisa bibliográfica, uma vez que basear a pesquisa de campo no resultado da pesquisa bibliográfica pode incluir um viés que poderia atrapalhar a identificação de peculiaridades observadas localmente na prática da gestão do TUC. No entanto, tais Etapas podem ser realizadas em períodos diferentes.

2.4 Atividade 3 – Etapa 6

A análise dos resultados obtidos nas Etapas 4 e 5, na forma de desafios, boas práticas e agentes associados à sua implantação, subsidiarão a elaboração das recomendações de boas práticas para o TUC, que serão estabelecidas sob uma visão global, aprimorando o planejamento, a operação e o controle desta atividade sob a ótica da sustentabilidade socioambiental.

2.5 Atividade 3 – Etapa 7

Na Etapa 7 é realizada a divulgação do resultado, que pode ser feita na forma de um documento escrito. Porém, idealmente, recomenda-se que seja realizada uma reunião de trabalho, na forma de um workshop, quando se apresenta os resultados das pesquisas de campo e bibliográfica e busca-se avaliar a aceitação destas, por parte dos participantes, a fim de validar os resultados encontrados e subsidiar as recomendações que se pretende apresentar.

3. RESULTADOS

Conforme procedimento apresentado na Figura 3.1, foram utilizados quatro instrumentos principais: pesquisa bibliográfica, pesquisa de campo, estudo de casos múltiplos e a técnica de grupo focal, viabilizados por três workshops (2012, 2014 e 2015). O procedimento seguiu cinco etapas principais:

3.1 Planejamento da Pesquisa

Identificação da necessidade: O crescimento urbano, os desafios logísticos e a busca por sustentabilidade evidenciaram a urgência do estudo. Foram considerados fatores como poluição, congestionamento, ruído e insegurança no transporte de cargas.

Elaboração da proposta: O estudo focou no Rio de Janeiro, considerando sua complexidade geográfica, alta densidade populacional e desafios estruturais para o TUC.

Definição do protocolo: Adotou-se uma abordagem que combina práticas internacionais com a realidade local, utilizando métodos qualitativos (entrevistas, observações, registros fotográficos) e quantitativos (acompanhamento de rotas e análise de dados operacionais).

3.2 Resultados da Pesquisa Bibliográfica

15 a 18 DE SETEMBRO DE 2025
CAMPINAS - SP

Analisaram-se 29 artigos internacionais, identificando 16 desafios recorrentes no TUC, como congestionamentos, desgaste do pavimento, dificuldade de renovação de frota, falta de locais adequados para carga e descarga e ausência de integração entre os agentes.

Foram levantadas 26 boas práticas, entre elas: implantação de centros de distribuição urbanos, utilização de veículos mais eficientes, coleta e entrega noturna, uso de sistemas de informação, e transferência modal para meios de transporte mais sustentáveis.

3.3 Resultados da Pesquisa de Campo

A pesquisa foi conduzida em quatro setores predominantes na Região Metropolitana do Rio de Janeiro: encomendas, material de construção, alimentos e bebidas, que representam 71% da carga transportada.

Foram acompanhadas rotas de distribuição, realizadas entrevistas com gestores e motoristas, além de observações diretas das operações.

Confirmou-se a presença dos mesmos 16 desafios encontrados na bibliografia e constatou-se que apenas 8 das 26 boas práticas estavam sendo efetivamente adotadas na cidade.

3.4 Análise dos Resultados

Verificou-se que 73% das boas práticas contribuem simultaneamente para ganhos econômicos, ambientais e sociais.

O poder público é responsável direto pela implementação de 27% das boas práticas, enquanto a iniciativa privada responde por 65% e, em alguns casos, a atuação conjunta é necessária.

Desafios como antipatia da população, falta de priorização da carga e impactos ambientais exigem atuação conjunta entre governo e setor privado.

Observou-se que cidades como Londres e Tóquio obtiveram avanços significativos ao integrar o TUC nas suas políticas de mobilidade urbana.

3.5 Divulgação dos Resultados

Para divulgação da pesquisa foram realizados 3 workshops nomeados como “*Megacity Logistics Workshop*”.

1. I *Megacity Logistics Workshop* – realizado em agosto de 2012, com a participação de pesquisadores do MIT, da ANPET e da Escola Politécnica da USP. Teve como objetivo discutir e validar a necessidade da pesquisa.
2. II *Megacity Logistics Workshop* – realizado em setembro de 2014, também com participação do MIT, ANPET e Poli-USP. Teve como foco a validação dos resultados parciais da pesquisa de campo e da pesquisa bibliográfica.

15 a 18 DE SETEMBRO DE 2025
CAMPINAS - SP

3. III Megacity Logistics Workshop – realizado em 11 de junho de 2015, na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), com a presença de representantes do setor público, privado e da academia. Seu objetivo foi analisar os resultados consolidados e construir, de forma colaborativa, as recomendações de boas práticas para o Transporte Urbano de Cargas (TUC) na megaciadade do Rio de Janeiro.

A partir da realização desses 3 eventos, os principais desafios identificados são:

- Intensificação dos congestionamentos;
- Escassez de áreas adequadas para carga e descarga;
- Dificuldade na renovação da frota;
- Desgaste das vias;
- Falta de dados e informações para o planejamento;
- Antipatia da população em relação às operações de carga;
- Realização de viagens com baixa ocupação dos veículos.

As principais Boas Práticas Recomendadas foram:

- Alta influência: Implantação de centros de distribuição urbanos, otimização das rotas, revitalização de vias, coleta e entrega noturna, uso de sistemas de informação e rastreamento.
- Influência altíssima: Renovação da frota, manutenção preventiva dos veículos, transferência modal para meios menos poluentes, gestão integrada dos modos de transporte, restrição do tráfego pesado em zonas urbanas.
- Influência alta: Promoção de uma melhor gestão de tráfego, fiscalização eletrônica das áreas de carga/descarga e treinamento de motoristas (Eco-driving).

4. DISCUSSÃO: BENEFÍCIOS PARA A FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO

A inserção do tema da gestão sustentável do transporte de cargas na formação de engenheiros responde a uma demanda contemporânea por profissionais mais alinhados aos princípios do desenvolvimento sustentável. A proposta didática apresentada neste artigo permite que alunos se envolvam com problemas reais e complexos, desenvolvendo competências técnicas, socioambientais e comportamentais.

No contexto da educação em engenharia, a adoção de metodologias ativas, como o uso de estudos de caso, pesquisa aplicada e interação com diferentes agentes do setor logístico, contribui para a formação de profissionais capazes de propor soluções inovadoras e sustentáveis. Além disso, estimula a reflexão crítica sobre os impactos das operações logísticas nas cidades, incentivando a busca por alternativas que conciliem eficiência econômica, responsabilidade ambiental e inclusão social.

15 a 18 DE SETEMBRO DE 2025
CAMPINAS - SP

A proposta dialoga diretamente com as diretrizes curriculares nacionais dos cursos de engenharia, que ressaltam a importância do desenvolvimento de competências associadas à sustentabilidade, à atuação ética e à responsabilidade social. Ao incorporar essa metodologia, os cursos fortalecem sua aderência aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e formam engenheiros preparados para atuar em contextos cada vez mais desafiadores e interdisciplinares.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento e a aplicação do procedimento estruturado para identificação, análise e recomendação de boas práticas no transporte de cargas revelaram-se uma estratégia didática eficaz na formação de engenheiros comprometidos com a sustentabilidade.

A metodologia proposta permitiu não apenas o aprofundamento teórico dos alunos sobre logística sustentável, mas também sua aplicação prática em contextos reais. Os resultados obtidos demonstraram que é possível gerar ganhos econômicos, ambientais e sociais a partir da adoção de boas práticas, além de desenvolver competências essenciais para o exercício profissional.

Nesse sentido, o trabalho contribui para a modernização dos processos de ensino-aprendizagem na engenharia, ao integrar teoria, prática e responsabilidade socioambiental. Espera-se que esta experiência inspire outras iniciativas na educação em engenharia, ampliando a adoção de metodologias que promovam a formação de profissionais mais preparados para os desafios da sociedade contemporânea.

AGRADECIMENTOS

À FAPERJ pelo suporte financeiro a este estudo.

REFERÊNCIAS

OLIVEIRA, Cintia Machado de. *Procedimento para Identificação, Análise e Recomendação de Boas Práticas para o Transporte de Cargas*. 2016. Tese (Doutorado) – COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.

MCKINNON, A. et al. *Green Logistics: improving the environmental sustainability of logistics*. 2. ed. London: Kogan Page, 2010.

SCHIPPER, L. et al. *Flexing the Link between Transport and Greenhouse Gas Emissions: A Path for the World Bank*. Paris: International Energy Agency, 2000.

SIMS, R. et al. *Transport*. In: IPCC. *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press, 2014.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). *Terceiro Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários*. Brasília, 2016.

LINDHOLM, M.; BEHREND, S. *Challenges in urban freight transport planning – a review in the Baltic Sea Region*. *Journal of Transport Geography*, v. 22, p. 129-136, 2012.

REALIZAÇÃO



15 a 18 DE SETEMBRO DE 2025
CAMPINAS - SP

CHaabane, A. et al. *Designing sustainable supply chains by selecting appropriate SCM practices.*
Journal of Cleaner Production, v. 33, p. 30-39, 2012.

ORGANIZAÇÃO



REALIZAÇÃO



ORGANIZAÇÃO



