



“TEN YEARS WORKING TOGETHER FOR A SUSTAINABLE FUTURE”

Gestão da Iluminação Pública com Ecoeficiência

SANCHEZ JUNIOR, O.^{a*}

a. Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo

**osanchez@ipt.br*

Resumo

O trabalho apresenta uma proposta de modelo de análise da ecoeficiência de empreendimentos de Iluminação Pública. Seu objetivo é subsidiar políticas públicas e regulamentações. Trata-se de uma abordagem proativa, preventiva e inovadora que estabelece como foco a transição para uma sociedade sustentável. Utilizou-se ferramentas próprias da Avaliação de Ciclo de Vida para definir um roteiro tanto para a avaliação ambiental quanto a econômica. Os resultados mostram a viabilidade e a pertinência da abordagem e aponta para desenvolvimentos complementares necessários.

Palavras-chave: Ecoeficiência, Iluminação Pública, ACV, ACCV.

1. INTRODUÇÃO: O serviço de Iluminação Pública

Por muitas razões o setor de iluminação, em particular o setor de iluminação pública, tornou-se importante para a estrutura da economia brasileira, o que levou à sua escolha como objeto desta pesquisa. A formação do setor elétrico teve início na segunda metade do século XIX, quando o uso da eletricidade para fins de iluminação pública e transporte coletivo tornou-se tão popular que causou um impacto econômico sem precedentes (RUTTER; KEIRSTEAD, 2012). Atualmente, os recursos e serviços de iluminação são responsáveis pelo consumo médio de cerca de 20% de toda energia elétrica gerada, transmitida e distribuída, um padrão mundial para praticamente todas as matrizes energéticas elétricas (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2008). Trata-se de um uso final presente em todos os segmentos da sociedade brasileira (indústria, comércio, residências e gestão pública) e constitui uma cadeia produtiva com mais de 60.000 empregos diretos, cerca de 670 empresas (principalmente pequenas e médias) e faturamento que chegou a R\$4 bilhões em 2012 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA ILUMINAÇÃO, 2005).

Apesar da cadeia produtiva de iluminação se constituir um setor dinâmico (lança mais de 1500 produtos e componentes por ano), enfrenta problemas como produção informal e importação ilegal de produtos e componentes. Além disso, a indústria de iluminação como um todo tem dificuldades em competir com a China e os EUA no mercado nacional e exportar para mercados em fase de formação, principalmente aqueles da África e América Latina (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA ILUMINAÇÃO, 2005; GLOBAL COMPASS, 2011). Um grupo de empresas, associadas da Abilux, constituíram em 2012 um projeto (Projeto Expo-lux) visando fixar presença nestes últimos mercados divulgando a “marca Brasil” ou o “design brasileiro”. O projeto é apoiado pela Agência Brasileira de

“TEN YEARS WORKING TOGETHER FOR A SUSTAINABLE FUTURE”

São Paulo – Brazil – May 24th to 26th - 2017

Promoção de Exportações e Investimentos (Apex-Brasil). Este esforço tem gerado respostas promissoras e tem se tornado um modelo para os demais fabricantes (GLOBAL COMPASS, 2011). A dificuldade de obter métodos analíticos para desenvolver planos de negócios, onde a ecoeficiência é um requisito cada vez mais presente, revela um lado perverso da inovação para as empresas do setor no Brasil.

O parque de Iluminação Pública no Brasil é bastante heterogêneo, o que pode ser observado na **Tabela 1**. Além disso, as instalações têm idades variadas para as tecnologias empregadas, muitas delas prestes a se tornar obsoletas (mesmo com baixo tempo de uso) devido ao surgimento da tecnologia LED. Esta situação leva a um grande interesse nas ações de modernização deste parque visando economizar energia com adoção de novas tecnologias

Tabela 1 – Perfil do parque de Iluminação Pública no Brasil em 2012. Fonte: Soares, 2015.

Tipo de lâmpada	Quantidade	Participação
Vapor de Sódio	11.414.217	71,05%
Vapor de Mercúrio	3.799.133	23,65%
Mistas	283.398	1,76%
Multi-Vapor Metálico	201.218	1,25%
Incandescentes	199.398	1,24%
Fluorescentes	164.542	1,03%
Outras	2.209	0,02%
TOTAL	16.064.115	

Pela **Tabela 1**, observa-se que ainda há um grande número de lâmpadas e luminárias utilizadas em Iluminação Pública no Brasil para serem modernizadas. A Eletrobrás estima que há um potencial de economia de energia de 4.811 GWh/ano e 14,3 milhões de sistemas a serem substituídos. Espera-se que ocorra a substituição de 88% destes sistemas por novos sistemas com tecnologia LED em 10 anos, ao custo médio de R\$1.300,00 por luminária, o que representa um mercado potencial de R\$16,4 Bilhões em investimentos (SOARES, 2015).

2. MÉTODOS: Ecoeficiência com Uso de ACVs em IP

Para avaliar a aplicabilidade da técnica de ACV na medição da ecoeficiência de empreendimentos de Iluminação Pública, foi realizada uma pesquisa para identificar o estado da técnica para este segmento, ou seja, com o interesse na aplicação da técnica para avaliação de produtos e serviços para iluminação pública. O uso desta técnica permite a construção do modelo para coleta, análise e tratamento dos dados conforme norma ABNT NBR ISO 14040 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2009).

A técnica de ACV pode ser entendida como uma técnica aplicável à análise de desempenho ambiental de processos e produtos, mas muitos autores admitem que possa ser entendida como parte de um estudo mais amplo que abrange também a Avaliação do Custo do Ciclo de Vida (ACCV) ou Life Cycle Costing (LCC) (BECCALI et al., 2010; HERTWICH et al., 2015; GIRGENTI et al., 2014; HONG, 2010; THIBODEAU; MONETTE; GLAUS, 2014; BENETTO et al., 2004a; BENETTO et al., 2004b; SONG; HYUN, 1999; CLUZEL et al., 2014). Normalmente utiliza-se o termo ACV para se referir ao escopo mais restrito, com ênfase na avaliação ambiental, no entanto, muitos estudos de ACCV são referidos também como estudos de ACV (NORRIS, 2000). A ACCV pode ser realizada complementarmente à ACV pois utiliza a mesma estrutura e os mesmos protocolos. Uma das vantagens desta associação é que se

pode evitar duplo trabalho, lacunas, contagem duplicada de dados e gerar uma condição mais consistente para aproveitamento dos resultados do trabalho para decisões sobre o mundo real. Na realização da ACCV deve-se definir o que foi considerado como custo, qual é a unidade funcional, as fronteiras do sistema considerado, o tempo considerado na análise e o desconto financeiro¹ ou inflação a ser considerada neste período. Portanto, a técnica de ACCV segue o protocolo da ACV mas diferem em propósito e abordagem, conforme descrito no **Quadro 1** (NORRIS, 2000).

As consequências de deixar a ACCV fora da ACV podem ser resumidas como a seguir (NORRIS, 2000):

- Influência limitada e relevância da ACV para tomada de decisão;
- Incapacidade para capturar relações entre consequências ambientais e de custos, o que também inibe a busca de melhor relação custo-benefício, para melhorias ambientais;
- Potencial de não se considerar consequências economicamente importantes ou, em alguns casos, até mesmo economicamente cruciais relacionados com o ambiente e consequências de decisões alternativas para a empresa.

Para esta pesquisa entende-se que a definição inicial adequada e criteriosa da **Unidade Funcional**, nos casos de ACVs e ACCVs de produtos para iluminação, poderá oferecer uma linha de raciocínio para organizar o processo de obtenção dos demais elementos necessários.

Segundo a norma ABNT NBR ISO 14040, a Unidade Funcional é: “[...] o desempenho quantificado de um sistema de produto para uso como uma unidade de referência num estudo de avaliação do ciclo de vida” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2009).

Ferramenta / Método	ACV	ACCV
Propósito	Quantificar e comparar o desempenho ambiental relativo de sistemas de produtos alternativos para atender à mesma utilização final, numa perspectiva ampla da sociedade	Determinar o custo-efetividade de investimentos alternativos e decisões de negócios, a partir da perspectiva de um tomador de decisão econômica, como a de uma empresa de fabrico ou de um consumidor
Atividades que são considerados parte do "Ciclo de Vida"	Todos os processos causalmente ligados ao ciclo de vida físico do produto; incluindo a cadeia de fornecimento, uso e os processos associados, fim de vida e os processos associados	Atividades que causam custos diretos ou benefícios para o tomador de decisão durante a vida econômica do investimento, como resultado do investimento
Fluxos considerados	Poluentes, recursos e fluxos inter-processos de materiais e energia	Custo e benefícios monetários que impactam diretamente o decisor
Unidades para os fluxos rastreados (inventariados)	Principalmente massa e energia, ocasionalmente, volume e outras unidades físicas	Unidades monetárias (por exemplo: dólares, euros, etc.)
Aspectos temporais e alcance	O tempo de duração dos processos e liberação dos fluxos para consumo é tradicionalmente ignorado; a avaliação de impactos pode se referir a uma janela de tempo fixa (por exemplo, horizonte de tempo de 100 anos para avaliar potenciais de mudanças climáticas), mas os impactos futuros geralmente não são descontados	O tempo é crítico. Usa-se o valor presente (desconto) de custos e benefícios. Um horizonte de tempo específico é adotado tornando o modelo mais sensível à taxa de desconto fixada (que pode variar no tempo) e quaisquer custos ou benefícios que ocorrem fora desse tempo, são ignorados

Quadro 1 – Como ACV e ACCV diferem em propósito e abordagem. Fonte: Norris, 2001 (tradução nossa)

No entanto, nos casos de ACVs e ACCVs de produtos para iluminação, a definição do escopo e da Unidade Funcional deve necessariamente levar em consideração em qual dos vários nichos e subnichos de aplicações (iluminação pública, comercial, industrial ou residencial) o estudo está inserido devido ao fato de que os serviços de iluminação atendem a diferentes requisitos de seus usuários, além de demandarem a utilização de produtos com diferentes características. Considerando que cada nicho tem

¹ Diz respeito à perda do poder de compra do dinheiro ao longo do tempo.

suas métricas e demandas e está inserido de forma particular na cadeia produtiva, é de se esperar que cada um tenha sua própria realidade em termos de funções às quais os produtos e instalações devem atender.

3. RESULTADOS: Definição de uma Unidade Funcional Adequada

A utilização do GHG Protocol para realização do inventário de emissões pressupõe um sistema de produto de onde fluem as emissões a serem contabilizadas. O modelo de sistema utilizado é o conceito de sistema de produto da técnica de ACV. Em ACVs é necessário definir uma unidade funcional que represente o escopo do trabalho, como já abordado.

Existem requisitos próprios e normas técnicas que devem ser respeitados a fim de que as escolhas se recaiam sobre produtos que apresentam segurança, durabilidade, confiabilidade e outras qualidades que não estão ligadas diretamente ao serviço usufruído pelo usuário, mas impactam a gestão financeira e o retorno do investimento, por exemplo, e devem ser consideradas na definição da Unidade Funcional que ocorre na primeira fase (Fase 1) de um estudo de ACV.

Apesar de ser muito comum o desenvolvimento do foco na tecnologia ou no produto de iluminação pública, apenas esta abordagem é insuficiente para a realização de uma ACV qualificada e compreensiva. Com apenas esta abordagem se exclui algumas dimensões, como a estética e o exercício de uma série de capacidades visuais, que influenciam de forma poderosa para o resultado pretendido com os serviços de iluminação.

Pelo foco no serviço ou usuário, o objetivo é capturar e traduzir no âmbito da ACV todos os aspectos (ou pelo menos os principais) que influenciam no resultado efetivo dos serviços de iluminação para o usuário final que, no final das contas, é o principal interessado numa gestão ambientalmente e economicamente responsável do serviço.

A **Figura 1** ilustra um roteiro possível. Pelo foco na tecnologia, o objetivo é entender e desenvolver uma avaliação dos meios adequados para o serviço de iluminação.

O roteiro propõe passo-a-passo a construção das especificações que, completas, comporão a definição da Unidade Funcional adequada.

Nos aspectos comuns aos dois focos, tais como a definição da região geográfica e período a ser considerado, configuração das tecnologias e instalações a ser consideradas, o nível de detalhe dos processos a serem mapeados (profundidade da ACV) e as etapas do ciclo de vida que comporão o sistema de produto (extensão da ACV), o roteiro ajudaria nas definições devido ao fato de que os dois focos já teriam definido as principais dependências. Ao final deste roteiro proposto, uma contraposição das definições com os objetivos iniciais seria realizada a fim de se verificar a satisfação deles. Caso negativo, outra rodada seria realizada até se obter consistência e harmonia. Eventualmente o mesmo caminho poderia ser percorrido por outro estudo, realizado por outra equipe, e, se comparados, poderiam levar a requisitos equivalentes ou mesmo semelhantes. Isto facilitaria enormemente o intercambio deste tipo de conhecimento.

Para o presente caso, como se trata de uma pesquisa exploratória, há que se preocupar com a validação do protocolo de análise proposto. Visando superar esta necessidade, optou-se por definir uma unidade funcional que traduzisse os contornos de um empreendimento que seria objeto de análise na validação do protocolo. Por este motivo optou-se pela definição de uma Unidade Funcional que representasse o objeto da futura e hipotética Parceria Público Privada (PPP) para os serviços de Iluminação Pública da cidade de São Paulo, pois as propostas para este empreendimento estão disponíveis e poderiam servir à validação.

A fim de se representar o objeto de interesse da licitação para substituição do sistema atual de iluminação, o escopo da análise incluiu na Unidade Funcional subsistemas descritos a seguir.

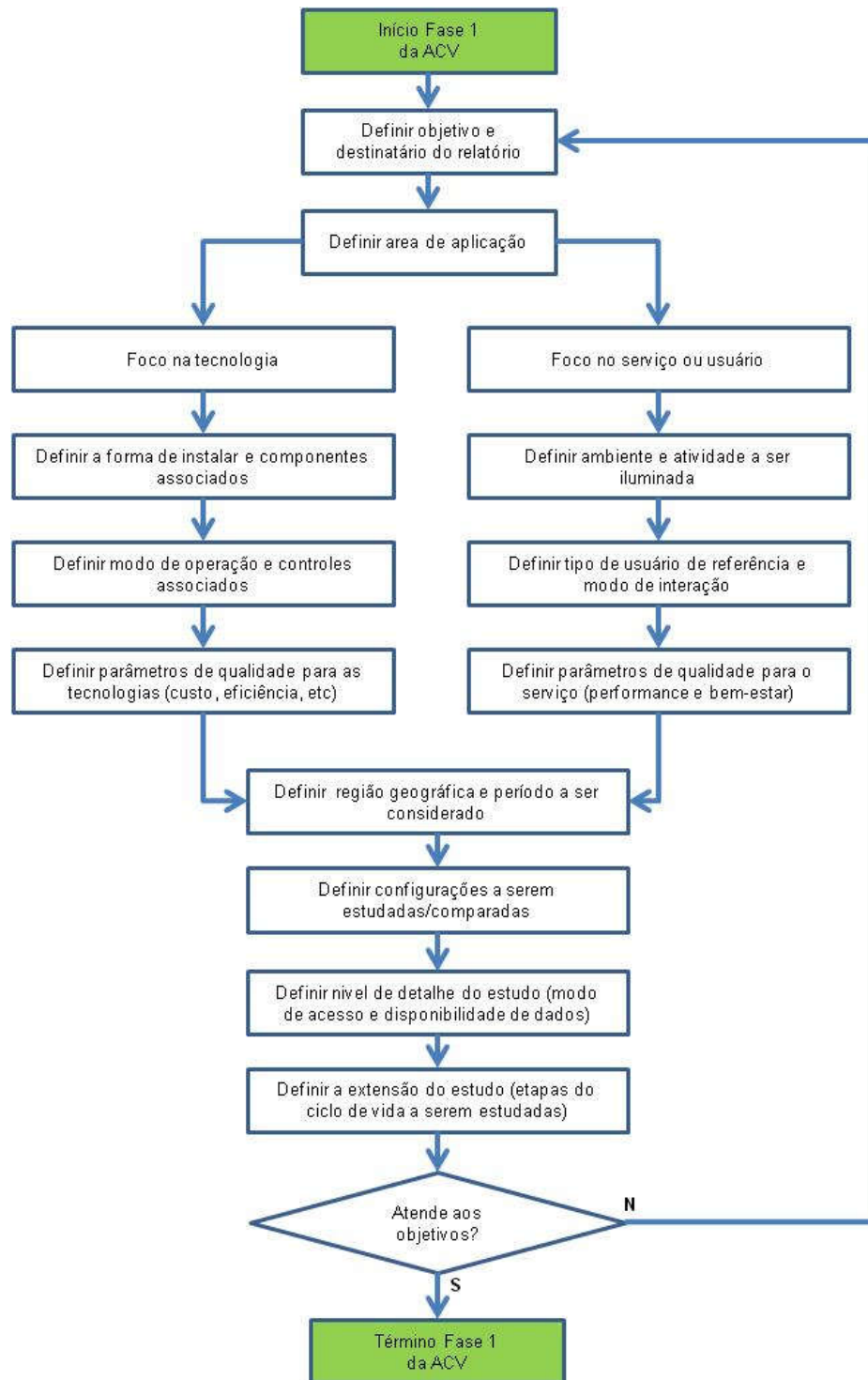


Figura 1 – Roteiro proposto para a Fase 1 de ACVs na área de iluminação. Fonte: Elaborado pelo autor.

Como o empreendimento envolve um período de vinte anos, ao longo dos quais se substituirão todo um sistema físico por um outro mais moderno, o escopo da análise teve que incluir parte do ciclo de vida de um sistema já instalado e em funcionamento (incluindo substituição de equipamentos antigos por outros novos mas com tecnologia ultrapassada, ou seja luminárias com lâmpadas de descarga, enquanto o cronograma de substituição completa não atinge cinco anos) e parte de um sistema que será instalado mas que terá seu fim de vida para além do contrato da PPP (mais que vinte anos).

A **Figura 2** a seguir, ilustra o escopo analisado para a Unidade Funcional.

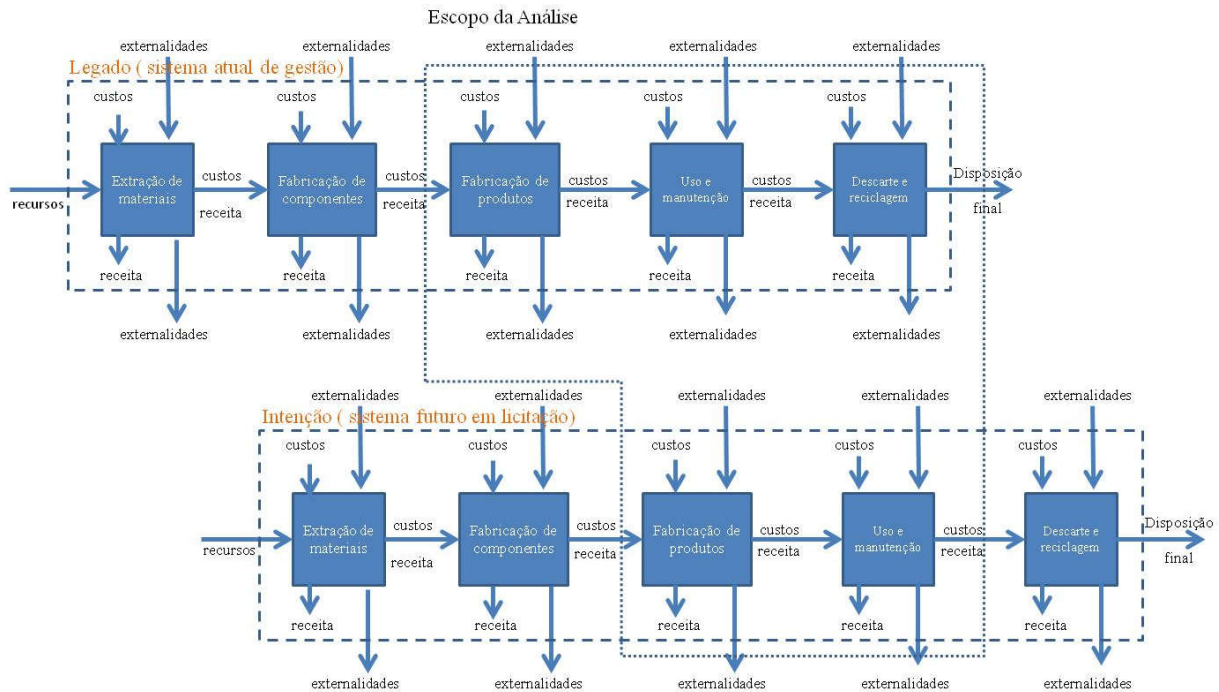


Figura 2 – Escopo do sistema analisado. Fonte: elaborado pelo autor.

Como se pode observar pela representação do escopo de análise, devido à ausência de dados organizados e objetivos para o caso brasileiro, estão fora do sistema os processos de extração de materiais e produção de componentes para a tecnologia de luminárias com lâmpadas de descarga de alta intensidade, que serão substituídas ao longo dos primeiros cinco anos do projeto. Estão fora também os processos de extração de materiais e produção de componentes para a tecnologia que será instalada e também o processo de descarte e reciclagem desta tecnologia uma vez que se espera que o ciclo de vida desta nova tecnologia atinja um período maior do que vinte anos (contrato da PPP). Sistemas de logística reversa ficaram fora do escopo por inexistirem neste setor. Existe uma negociação das associações do setor junto ao MMA e ao MIC para implementar uma solução completa como resposta à Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Os documentos referentes à preparação da PPP e à sua licitação, todos disponíveis no site da prefeitura (<http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/servicos/>) fornecem os elementos básicos para a Unidade Funcional – UF que para este trabalho foi definida como:

“Eficientização de 561.490 pontos de iluminação pública existentes, com previsão de ampliação para 637.490 em cinco anos, incluindo a sua operação, com a qualidade mínima exigida na norma ABNT NBR 5101:2012, durante 20 anos.”

Esta definição implica que a avaliação econômica e ambiental deverá partir de uma situação existente que será referenciada como “linha de base” ou “situação atual” para prever todos os fluxos financeiros e de aspectos ambientais que ocorrerem a partir do início da vigência até 20 anos de duração do empreendimento, para cada proposta de PPP. Portanto, é importante frisar que a linha de base em si é uma opção de empreendimento, no sentido de que não havendo contratação de PPP, a modernização, otimização, expansão, operação e manutenção da rede de Iluminação Pública deverão ocorrer da forma como consta da Política de Desenvolvimento Urbano e do Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo (PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO, 2014), seguindo as mesmas exigências de qualidade.

4. CONCLUSÕES

Os resultados demonstram que as propostas de realização de um empreendimento de Iluminação Pública podem ser analisadas comparativamente pelo conceito de ecoeficiência. Com a utilização de um roteiro relativamente simples e ferramentas apropriadas, identificou-se uma forma de realizar esta avaliação. A utilização de um único indicador para o desempenho econômico (como o VPL) e um único indicador para o desempenho ambiental (como as emissões de CO₂ equivalentes), com uma análise da correlação entre ambos, mostrou-se efetiva como medida da ecoeficiência de propostas de empreendimentos de Iluminação Pública.

O modelo analítico desenvolvido e expresso no presente documento pode auxiliar na solução de desafios enfrentados por outros empreendimentos da área. Com isso, eventuais tomadas de decisão que visem promover a ecoeficiência na gestão de recursos, com obtenção de mínimos impactos ambientais e com o máximo aproveitamento econômico, podem usufruir do resultado desta pesquisa. Com isso, espera-se auxiliar no embasamento, de forma transparente e objetiva, das decisões sobre os empreendimentos de Iluminação Pública.

Os resultados do trabalho corroboram que a visão da ecoeficiência na gestão de serviços públicos não apresenta, necessariamente, apenas vantagens econômicas, mas pode levar a efeito a responsabilidade do gestor perante o cidadão. Vale lembrar que segundo a Abilux, esta cadeia produtiva é responsável por cerca de 40.000 empregos diretos.

Em relação às ferramentas necessárias (planilha de parâmetros, inventário, fluxo de caixa e avaliação econômica), ressalta-se que podem ser aprimoradas com maior cuidado na alocação dos custos e receitas vindos da valoração de aspectos ambientais. Tal dimensão, ainda que não ofereça grande influência na análise, pode ser melhor estudada com o objetivo de refinar a análise e subsidiar os especificadores e projetistas deste tipo de infraestrutura. Isto demandaria um aprofundamento no entendimento das externalidades associadas ao custo do ciclo de vida do empreendimento, o que não foi um objetivo desta pesquisa.

Entende-se, também, que o trabalho pode ser aprimorado com um refinamento da técnica, principalmente no que diz respeito à valoração dos aspectos ambientais na parte da avaliação econômica e definição do fluxo de caixa.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14040**: Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Princípios e estrutura. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.
- BECCALI, M. et al. Life cycle assessment of Italian citrus-based products. Sensitivity analysis and improvement scenarios. **Journal of Environmental Management**, v.91, n.7, p.1415-1428, 2010.
- BENETTO, E. et al. Life cycle assessment of coal by-products based electric power production scenarios. **Fuel**, v.83, n.7-8, p.957-970, May, 2004a.
- CLUZEL, F. et al. Exploitation scenarios in industrial system LCA. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v.19, n.1, p.231-245, 2014.
- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco Energético Nacional 2008**: Ano base 2007. Rio de Janeiro: EPE, 2008. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/mme/menu/todas_publicacoes.html>. Acesso em: 04 set. 2009.
- GIRGENTI, V. et al. From "farm to fork" strawberry system: current realities and potential innovative scenarios from life cycle assessment of non-renewable energy use and green house gas emissions. **Science of the Total Environment**, v.473-474, p.48-53, 2014.
- GLOBAL COMPASS. **Planejamento estratégico para internacionalização do setor de iluminação**. [S.I.] Global Compass, 2011. (Relatório Final do Projeto Lux Export/APEX 2011-2015).
- HERTWICH, E.G. et al. Integrated life-cycle assessment of electricity-supply scenarios confirms global environmental benefit of low-carbon technologies. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States**, v.112, n.20, p.6277, May 19, 2015.
- HONG, J. Life cycle assessment of four municipal solid waste management scenarios in China. **Waste Management**, v.30, n.11, 2010.
- NORRIS, G.A. Integrating economic analysis into LCA. **Environmental Quality Management**, v.10, n.3, p.59-64, 2000.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. **Política de Desenvolvimento Urbano e o Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo**: Lei nº 16.050. São Paulo: PMSP, 2014.
- RUTTER, P.; KEIRSTEAD, J. A brief history and the possible future of urban energy systems. **Energy Policy**, v.50, p.72-80, Nov. 2012.
- SOARES, G.A. **PROCEL**: Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. São Paulo: Ilume Expo, 2015. Disponível em: <http://www.rpmbrasil.com.br/ilumexpo2015/George_Alves_Soares.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2015.
- SONG, H.S.; HYUN, J.C. A study on the comparison of the various waste management scenarios for PET bottles using the life-cycle assessment (LCA) methodology. **Resources, Conservation & Recycling**, v.27, n.3, p.267-284, 1999.
- THIBODEAU, C.; MONETTE, F.; GLAUS, M. Comparison of development scenarios of a black water source-separation sanitation system using life cycle assessment and environmental life cycle costing. **Resources, Conservation & Recycling**, v.92, p.38-54, 2014.