Indicadores de sustentabilidade no contexto do «design» de produtos

por Rosângela Araújo, Valdir Fernandes e William Rauen

RESUMO: Esta pesquisa tem como tema central o uso de indicadores de sustentabilidade (IDS) como apoio ao monitoramento, avaliação e gestão ambiental no contexto do desenho industrial. O objetivo da pesquisa foi desenvolver IDS no «design» de sistemas de produtos e serviços. Em termos metodológicos consiste em pesquisa exploratória, tendo como fonte de dados bases bibliográficas e documentais. Os resultados apontam prioridades e deficiências na gestão de «design» sobre a realidade brasileira, ordenando composição dos indicadores de sustentabilidade para resultado replicável, aumentando o registro de métodos e medidas dos resultados e consequências do desempenho do desenho industrial sustentável. E ainda identificando indicadores no contexto do desenho industrial, por meio de um prontuário, visando minimizar ou eliminar os impactos danosos do sistema de produção no entorno social, econômico, cultural e ambiental, onde o mesmo se insere. Estes resultados permitem concluir que é necessário o resgate de outros critérios de racionalidade que não sejam apenas a instrumentalização e o economicismo.

Palavras-chave: Indicadores de Sustentabilidade; Design

TITLE: Sustainability indicators in the context of product design

ABSTRACT: This article is focused on the use of sustainability indicators (IDS) to support the monitoring, evaluation and environmental management in the context of industrial design. The main research goal has been to develop IDS for product and service design systems. It involved an in-depth exploratory research of bibliographic and documentary databases. The results highlight priorities and deficiencies in the context of Brazilian design management, and include a group of IDS recommended for replicable results. Their use can increase the record of methods and outcome measures, as well as performance consequences of sustainable industrial design. The study identified and tabulated IDS in the context of industrial design aimed at mitigating harmful impacts in the context of industrial design. Also evaluate harmful economic, cultural, social and environmental impacts of the production system, where it operates. These results indicated that it is necessary to rescue other criteria of rationality which are not just instrumentalization and economicism.

Key words: Sustainability Indicators; Design

TÍTULO: Indicadores de sostenibilidad en el contexto del diseño de productos

RESUMEN: Esta investigación tiene como tema central el uso de indicadores de sostenibilidad (SDI) como apoyo a la monitorización, a la evaluación y a la gestión del medio ambiente en el contexto del diseño industrial. El objetivo de la investigación fue desarrollar el diseño de sistemas de productos y servicios IDS. En cuanto a la metodología, consiste en la investigación exploratoria, teniendo como fuente de datos bases bibliográficas y documentales. Los resultados apuntan prioridades y deficiencias en la gestión del diseño en la realidad brasileña, ordenando la composición de los indicadores de sostenibilidad para el resultado replicable, aumentando el registro de métodos y medidas de

los resultados así como las consecuencias del desempeño del diseño industrial sustentable. E identificando indicadores en el contexto del diseño industrial, por medio de expedientes, con el objetivo de minimizar o eliminar los impactos perjudiciales del sistema de producción en el entorno social, económico, cultural y ambiental, en el que se inserta. Estos resultados indican que es necesario el rescate de otros criterios racionales que no sean solo la instrumentación y economicismo.

Palabras clave: Indicadores de Sostenibilidad; Diseño

A construção da sustentabilidade implica no estabelecimento de uma nova relação do ser humano com o meio ambiente e dos seres humanos entre si, envolvendo todas as atividades sociais e econômicas. Ela remete a um processo de transformação em escala global que, segundo Sachs (1997 e 2002), necessita de suporte de técnicas e práticas ecologicamente prudentes, criadas em função das potencialidades locais. Os desperdícios de recursos devem ser impedidos e reduzidos, cuidando para que sejam empregados na satisfação das necessidades de todos os membros das sociedades presentes e futuras, dada a diversidade dos meios naturais e dos contextos culturais.

Muitos dos problemas ambientais são derivados da extração de matérias-primas e contaminação resultantes da produção e uso de produtos e serviços, sobretudo considerando a produção massiva e distribuição global. A maioria desses produtos e serviços são desenvolvidos a

Rosângela Souza Araújo
ninaaraujo@gmail.com
Designer e Especialista em Design pela Koln International School of Design, Alemanha. M.Sc em Gestão Ambiental, Universidade Positivo. Professora, Universidade Positivo, Centro Tecnológico, Curitiba-PR, CEP 81280-330, Brasil.
Designer and Specialist in Design at Koln International School of Design, Germany. M.Sc in Environmental Management, Universidade Positivo. Professor, Universidade Positivo, Technological Center, Curitiba-PR, CEP 81280-330, Brazil.
Designer y Especialista en Diseño por la Koln International School of Design, Alemanha. M.Sc en Gestión Ambiental, Universidade Positivo. Profesora, Universidade Positivo, Centro Tecnológico, Curitiba-PR, CEP 81280-330, Brasil.

Valdir Fernandes
valdir.fernandes@icloud.com
Cientista Social, PhD, Universidade Federal de Santa Catarina, Pós-doutorado em Saúde Ambiental, Universidade de São Paulo. Professor, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Tecnologia, Av. Sete de Setembro, 3165, Centro, Curitiba-PR, CEP 80230-901, Brasil.
Social scientist, PhD, Federal University of Santa Catarina, Post-doctorate in Environmental Health, University of São Paulo. Professor, Federal Technological University of Paraná, Graduate Programme in Technology, Av. Sete de Setembro, 3165, Centro, Curitiba-PR, CEP 80230-901, Brazil.
Científico social, PhD, Universidade Federal de Santa Catarina, Postdoctorado en Salud Ambiental, Universidade de São Paulo. Profesor, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Programa de Postgrado en Tecnología, Av. Sete de Setembro, 3165, Centro, Curitiba-PR, CEP 80230-901, Brasil.

William Bonino Rauen
wbrauen@gmail.com
PhD em Engenharia Ambiental, Pós-doutorado em Meio Ambiente e Sustentabilidade, Professor, Cardiff University, Reino Unido. Professor, Programa de Pós-Graduação em Gestão Ambiental, Universidade Positivo, Curitiba-PR, CEP 81280-330, Brasil.
PhD in Environmental Engineering, post-doctorate in Environment and Sustainability, Lecturer, Cardiff University, United Kingdom. Professor, Universidade Positivo, Graduate Programme in Environmental Management, Curitiba-PR, CEP 81280-330, Brazil.
Doctorado en Ingeniería Ambiental, Post-Doctorado en Medio Ambiente y Sostenibilidad, Profesor, Cardiff University, Reino Unido. Profesor, Programa de Postgrado en Gestión Ambiental, Universidade Positivo, Curitiba-PR, CEP 81280-330, Brasil.

Recebido em dezembro de 2014 e aceite em junho de 2015.
Received in December 2014 and accepted in June 2015.
Recibido en diciembre de 2014 y aceptado en junio de 2015.

partir de recursos naturais que são finitos. Os métodos de extração desses recursos e a manufatura, utilizando energia, criam problemas socioambientais e desperdício. A distribuição, o uso e o descarte geram outros impactos ambientais. No centro deste processo está o *design*, que, de acordo com Fiell e Fiell (2005), dá forma a uma cultura material global e influencia a qualidade do nosso ambiente cotidiano. Os produtos do *design* influenciam a experiência e percepção do mundo que nos cerca, ao abrangerem uma gama extraordinária de funções, técnicas, atitudes, ideias e valores. Essa influência abrange as decisões tomadas a respeito da qualidade de vida e do ambiente no futuro.

Nesse contexto, ganham importância os processos de avaliação da produção e seus impactos, sobretudo aqueles relacionados à sustentabilidade. Dentre as alternativas técnicas para esse fim, é crescente a proposição e o uso de indicadores, compreendidos como forma de monitoramento para decisão e gestão.

Indicador é um termo originário do latim *indicare*, que significa apontar, descobrir, estimar, anunciar (Hammond, 1995). Os indicadores são naturais, e, estão por todo o lado, fazem parte da vida de todos. Os indicadores surgem de valores (medimos o que nos preocupamos), e criam valores (nos preocupamos com o que podemos medir) (Meadows, 1998, pp. 1-9). Indicadores são importantes na construção de juízos sobre condições de um sistema, seja ele passado, atual ou futuro. A formação de um juízo ou decisão se facilita quando as condições existentes podem ser comparadas com uma meta existente (Quiroga, 2001). Nesse sentido, indicadores em geral são aplicados em diferentes setores da sociedade civil, governamental, não governamental e mercados (Quiroga, 2001), sobretudo como instrumentos de monitoramento, avaliação e apoio à gestão.

Em relação à definição e mensuração, indicadores podem ser qualitativos ou quantitativos. Segundo Bellen (2005), existe limitação em relação ao uso de indicadores. Exemplos são quando as dimensões são restritas e incompatíveis, como as perdas na biodiversidade que não podem ser comparadas aos ganhos econômicos, limites de recursos financeiros, de recursos humanos e tempo ou o acúmulo desordenado de dados. Os indicadores não são a realidade, não são completos, e não contêm todos os elementos da realidade, com toda sua diversidade e possibilidades (Meadows, 1998; Bellen, 2005).

Há três gerações de indicadores: ambientais a partir da década de 1980; das dimensões de desenvolvimento sustentável, mas sem a devida articulação, no final da década de 1980 e início de 1990; e a partir da década de 1990, de sustentabilidade, ou seja, indicadores cujas dimensões de desenvolvimento sustentável passam a ser articuladas.

No contexto da sustentabilidade, Quiroga (2001) distingue indicadores em três gerações: indicadores ambientais a partir da década de 1980; indicadores das dimensões de desenvolvimento sustentável, mas sem a devida articulação, no final da década de 1980 e início de 1990; e a partir da década de 1990, indicadores de sustentabilidade, ou seja, indicadores cujas dimensões de desenvolvimento sustentável passam a ser articuladas.

Outros marcos no desenvolvimento e divulgação internacional do conceito e de indicadores de desenvolvimento sustentável são os capítulos 8 e 40 da Agenda 21, documento resultante da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro em 1992 (Gomes *et al.* 2000; Quiroga, 2001; Bellen, 2005). Nestes capítulos se reconhece explicitamente a importância da informação para tomada de decisões. Mais especificamente, o capítulo 40.4 pondera que indicadores de desenvolvimento sustentável precisam ser desenvolvidos para prover bases sólidas para as tomadas de decisão em todos os níveis, e para contribuir com a autorregulação integrada e sustentável do ambiente e desenvolvimento de sistemas (United Nations, 1992).

Na Itália, em novembro de 1996, uma conferência internacional resultou nos fundamentos chamados Princípios de Bellagio, considerados ferramentas importantes para «o processo de escolha dos indicadores, sua interpretação e a comunicação de suas leituras para indicação de sustentabilidade» (Souza, 2007, p. 110). Os princípios resumidamente são: «visão e objetivo de desenvolvimento, perspectiva holís-

tica, elementos essenciais, escopo de desenvolvimento, foco das práticas, abrangência, comunicação efetiva, processo participativo, revisão contínua dos resultados e sustentabilidade institucional» (Souza, 2007, p. 111).

Bellen (2005) elenca alguns dos indicadores ou sistemas de indicadores mais conhecidos:

- **Pegada Ecológica** (*Ecological Footprint Method* – EFM). A ferramenta auxilia a compreensão dos limites da biosfera e a reorientação da vida para uma direção mais sustentável. Quando inseridos os dados referentes ao tipo de consumo, o EFM converte as características em uma área medida em hectares proporcional ao impacto do consumo.
- **Painel da sustentabilidade** (*Dashboard of Sustainability* – DS) projetado para informar os tomadores de decisão, a mídia e o público em geral sobre a situação de desenvolvimento de um determinado sistema, público ou privado, de pequena ou grande escala, nacional, regional, local ou setorial em relação à sua sustentabilidade. Foi criada uma representação gráfica como metáfora ao painel de um automóvel. Os indicadores vão «acelerando» no painel a medida que os dados são inseridos.
- **Barômetro da Sustentabilidade** (*Barometer of Sustainability* – BS) – um projeto destinado às agências governamentais e não governamentais, tomadores de decisão e pessoas envolvidas com questões relativas ao desenvolvimento sustentável, em qualquer nível do sistema, do local ao global (Bellen, 2005). O sistema apresenta conclusões em formato visual e fornece um retrato do bem-estar humano e tecnológico.
- **Índice de Desenvolvimento Humano** – IDH (*Human Development Index* – HDI) – que sugere a medida do desenvolvimento humano focado em três elementos: longevidade, conhecimento e padrão de vida decente (um padrão que, atualmente, já vai além do produto interno bruto ou da renda *per capita*);
- **Pressão, Estado, Resposta** (*Pressure, State, Response* – PSR) – que assume implicitamente uma causa na interação dos diferentes elementos da metodologia, sendo Pressão (P) a descrição da pressão das atividades humanas exercidas sobre o meio ambiente, incluindo recursos naturais; Estado (S) sendo referente a qualidade e quantidade de recursos naturais e qualidade do ambiente; e Resposta (R) a extensão e intensidade das reações da sociedade em responder às preocupações e alterações ambientais;
- **Força Dirigida, Estado, Resposta** (*Driving Force, State, Response* – DSR), cuja função é organizar informações sobre desenvolvimento e avaliações setoriais sendo desenvolvido a partir do sistema PSR alterando Pressão por Força dirigida (D);
- **Iniciativa Relatório Global** (*Global Reporting Iniciative* – GRI). Ferramenta de comunicação do desempenho social, ambiental e econômico das organizações, com difusão global. O GRI é um processo de acreditação ao qual empresas se submetem, tendo como objetivo ter sua sustentabilidade avaliada.

Todos estes esforços, segundo Polaz (2007, p. 1084), visam «melhorar a base de informações sobre o meio ambiente, auxiliar na elaboração de políticas públicas, simplificar pesquisas focais e garantir comparabilidade entre diferentes localidades».

A construção ou identificação de indicadores deve respeitar algumas qualidades: deve ser objetiva e cientificamente fundamentada, pertinente com relação a problemática a qual está referenciada, sensível, facilmente acessível e imediatamente compreensível (Lesama, 2011).

Para Miranda e Teixeira (2004, p. 6), a escolha de indicadores também pode se dar por meio de sistematização por critérios como: acessibilidade dos dados; clareza na comunicação; relevância; amplitude geográfica; padronização; consistência científica; preditividade; pró-atividade; sensibilidade temporal; definição de metas; confiabilidade da fonte e capacidade de síntese (Miranda e Teixeira, 2004, p. 6).

Em relação à organização estrutural e informações necessárias para o desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade, Meadows (1998) apresenta de forma preliminar e sintética um sistema de fluxos organizador. A autora expõe a economia em uma estrutura sistêmica, segregada em três tipos de capitais: capital natural, capital construído, e capital social, em que todos concorrem para o mesmo objetivo, que é o bem-estar (Meadows, 1998, pp. 40-71). Apesar de a autora não levar a cabo o desenvolvimento de indicadores aplicando estas dimensões, capital social e ca-

pital natural são conceitos bastante desenvolvidos e utilizados, sobretudo pela literatura de desenvolvimento regional e economia ecológica, respetivamente.

Neste estudo, por meio da identificação de indicadores no contexto do desenho industrial, constrói-se um prontuário de IDS distinguindo quatro etapas do ciclo de vida: Produção/Manufatura; Consumo, Uso/Serviço; Descarte e Deposição; Reciclagem, Reúso/Redesenho.

De acordo com Bellen (2005), «a utilização de dimensões, ou grupos de indicadores agrupados, pode facilitar o emprego de medidas que vão além dos fatores puramente econômicos e incluir um balanço de sinais que derivam do bem-estar humano e ecológico» (Bellen, 2008, p. 131).

Contudo, não foram encontrados, na literatura, conjuntos de indicadores de sustentabilidade (IDS) no contexto do *design*. Assim, neste estudo, por meio da identificação de indicadores no contexto do desenho industrial, constrói-se um prontuário de IDS distinguindo quatro etapas do ciclo de vida (Produção/Manufatura; Consumo, Uso/Serviço; Descarte e Deposição; Reciclagem, Reúso/Redesenho).

Metodologia

Esta pesquisa fundamentou-se em uma revisão de literatura, por meio da qual buscou-se o estado da arte referente a IDS, considerando três dimensões da sustentabilidade (ambiental, social e econômica). Adicionalmente, foi realizada uma análise documental que envolveu a categorização, considerando os critérios de repetição e relevância segundo a literatura. Estes critérios foram selecionados com base nas propostas de Meadows (1998), Gomes *et al.* (2000), Bellen (2005), Souza (2007), Vezzoli e Manzini (2008), Krucken e Tursen (2009) e ISO 20121:2012, entre outros.

Como resultado, chegou-se a um conjunto de indicadores, cujas características correspondem às quatro etapas do ciclo de vida do processo de Sistema de Produtos e Serviços SPS (1 – produção e manufatura, 2 – consumo e uso, 3 – eliminação e descarte e 4 – reciclagem e redesenho) (Manzini e Vezzoli, 2005; Souza, 2007; Fernandez e Bonsiepe, 2008). Após esta categorização, os indicadores foram subcategorizados em três dimensões da sustentabilidade: ambiental, social e econômica, na forma de um prontuário, conforme Quadro 1.

Da união dos critérios de seleção da estratégia e dos dados bibliográficos e documentais, identificaram-se metas e critérios que caracterizam os indicadores de sustentabilidade. Esta união subsidiou a elaboração do Quadro 2, que, simultaneamente, integra dados relevantes das quatro etapas do ciclo de vida do processo de SPS (1 – produção e manufatura, 2 – consumo e uso, 3 – eliminação e descarte e 4 – reciclagem e redesenho) a serem estudados (Manzini e Vezzoli, 2005, Souza, 2007, Fernandez e Bonsiepe, 2008). Após esta categorização, para aumentar a praticidade da aplicação, os indicadores são subcategorizados em três dimensões da sustentabilidade: ambiental, social e econômica.

O indicador PSR destacado por Quiroga (2001), Bellen (2005) e Gonçalves (2008) na revisão de literatura serviu para identificar a tipologia dos indicadores.

Definiram-se as dimensões a serem abrangidas e seus indicadores. Estes critérios foram relacionados ao procedimento metodológico na forma de prontuário **(ver Quadro I, p. 19)**, a partir de seu surgimento na revisão de literatura e documental.

Os critérios de inclusão e exclusão estão representados no Quadro II **(ver Quadro II, p. 19)**.

Aplicados os critérios de inclusão e exclusão, produziu-se o Quadro III – referencial de resultados **(ver p. 19)**.

Com a organização desse quadro referencial, foram estabelecidas relações dos padrões e divergências dos produtos no contexto do desenho industrial.

Resultados e discussão

Esta proposição de indicadores foi dividida em quatro etapas do processo de desenho industrial, subdivididos em três dimensões de sustentabilidade (ambiental, social e econômica).

A caracterização está ajustada com a identificação dos IDS por nomenclatura, tipologia, unidade de medida, metodologia e periodicidade. Os indicadores divididos nos Quadros IV, V, VI e VII são apresentados a seguir **(ver pp. 20-25)**.

Os doze indicadores apresentados no Quadro IV têm

Quadro I
Modelo do prontuário dos IDS no processo de ecodesign de SPS por etapa do ciclo de vida

Construção do prontuário de IDS no contexto do desenho industrial		
Dividir em 4 etapas ----▸	**Subdividir cada etapa em 3 dimensões de sustentabilidade** ----▸	**Identificar indicadores por:**
1) Produção e manufatura 2) Consumo e uso 3) Eliminação e descarte 4) Reciclagem e redesenho	a) Ambiental b) Social c) Econômica	Nomenclatura Tipologia Unidade de medida Metodologia e periodicidade, conforme revisão de literatura

Fonte: Meadows (1998), Gomes et al. (2000), Bellen (2005), Souza (2007) e Vezzoli e Manzini (2008) e Krucken e Tursen (2009), ISO 20121:2012, entre outros

Quadro II
Critérios de inclusão e exclusão de dados para análise

Critérios de inclusão	Critérios de exclusão
Legislações, normas e processos de desenho industrial de SPS estratégicos para a economia criativa, a competitividade empresarial, a tomada de decisão, o consumo cultural e a exportação de bens, serviços e conteúdos socioculturais abordando as dimensões da sustentabilidade nas quatro etapas do ciclo de vida.	Informações meramente quantitativas, indicadores outros, da caracterização da demanda e oferta dos serviços, mas que não contemplem as três dimensões sustentabilidade de SPS. Por exemplo, taxas de impostos aplicados aos empreendimentos, índices econômicos, de natalidade e gênero.

Fonte: Malheiros (2004), Fernandez e Bonsiepe (2008) e Park e Behera (2013)

Quadro III
Referencial de resultados

	Referencial de resultados	
Quadros do estado da arte da legislação e normas técnicas para avaliação e monitoramento das implicações das atividades do desenho industrial	Lista de metas e práticas do uso de indicadores de sustentabilidade como instrumento de avaliação e monitoramento do desenho industrial	Prontuário com IDS caracterizados e categorizados no contexto do desenho industrial de sistemas de produtos e serviços sustentáveis

como objetivo acompanhar o ciclo de vida de produtos e serviços, observando sua longevidade. No Quadro V estão referidos os IDS para a segunda etapa do ciclo de vida de SPS. Os nove indicadores do Quadro V têm como características principais a multifuncionalidade e eficiência nos sistemas de logística para produtos e serviços.

O Quadro VI apresenta os IDS da terceira etapa do ciclo de vida. Neste quadro, são mostrados seis IDS referentes à terceira etapa do ciclo de vida de sistemas de produtos e serviços. Estes IDS estão diretamente relacionados ao atendimento à Política Nacional de Resíduos Sólidos brasileira, instituída pela Lei Federal n.° 12.305/2010. Ressalta-se que

Quadro IV
IDS – Etapa 1 – Produção e manufatura

Etapa 1	Produção/Manufatura			
Código	**Ambiental – capital natural**			
IDS1 A01	Demanda de energia para produção: a) quantidade de recursos naturais utilizados como fonte de energia (Souza, 2007)			
	Tipo: Pressão	**Unidade de medida:** percentual de energia utilizada na produção industrial, toneladas equivalentes de petróleo (TEP) por produto produzido	**Metodologia:** calcular percentual do consumo total de energia toneladas equivalentes de petróleo (TEP) utilizada na produção dividido por unidade produzida	**Periodicidade:** Anual
IDS1 A02	Diversidade de materiais para produção: a) número de materiais necessários para confeccionar determinado produto; b) quantidades proporcionais destas matérias-primas no produto final; c) perdas de materiais durante a implementação do processo produtivo (Souza, 2007 e Gomes *et al.* 2000)			
	Tipo: Pressão	**Unidade de medida:** número total, percentagem de matéria por produto	**Metodologia:** calcular a percentagem de matérias--primas utilizadas por unidade produzida	**Periodicidade:** Anual
IDS1 A03	Grau de toxicidade da produção ou do produto final: a) cálculo de emissão de gases de efeito estufa; b) geração de resíduos; c) lançamento de efluentes; d) utilização de materiais tóxicos, materiais radioativos ou elementos danosos à saúde humana e ao ecossistema no entorno da produção (Manzinni e Vezzoli, 2002; Souza, 2007)			
	Tipo: Pressão	**Unidade de medida:** toneladas	**Metodologia:** calculado com base na quantificação dos resíduos produzidos na fonte, efetuada pelas entidades competentes	**Periodicidade:** Anual
IDS1 A04	Normalização e legislação: a) conformidades no processo produtivo quanto às legislações aplicáveis e normas internacionais de qualidade industrial e sustentabilidade (Souza, 2007; Lima e Magrini, 2010; NBR ISO 20121, 2012)			
	Tipo: Resposta	**Unidade de medida:** classes de eficiência	**Metodologia:** combinação de indicadores de qualidade e eficiência	**Periodicidade:** Anual
IDS1 A05	Embalagens: a) projeto de *design* para logística reversa; b) quantidade de processos necessários para reciclagem; c) identificação de matéria-prima (Gomes *et al.*, 2000; Souza, 2007)			
	Tipo: Pressão	**Unidade de medida:** classes de eficiência	**Metodologia:** combinação de indicadores de qualidade e eficiência	**Periodicidade:** Anual
Código	**Social – capital construído e humano**			
IDS1 S01	Autogestão: os trabalhadores não estão mais subordinados a um gerente ou chefe mas, sim, responsáveis por todas as decisões e resultados da produção, de forma coletiva (Souza, 2009)			
	Tipo: Estado	**Unidade de medida:** número de reuniões mensais e número de trabalhadores	**Metodologia:** razão entre o número total de reuniões mensais por número total de trabalhadores envolvidos	**Periodicidade:** Anual
IDS1 S02	Capacitação de mão de obra: a) oferta de treinamentos e cursos para melhoria contínua (NBR ISO 20121, 2012); b) despesa total em programas de formação e qualificação profissional (Gomes *et al.*, 2000)			
	Tipo: Resposta	**Unidade de medida:** Real por funcionário e/ou ator envolvido	**Metodologia:** cálculo do valor total investido dividido pelo número total de funcionários, a partir dos dados da empresa	**Periodicidade:** Anual

(continua na p. 21)

Quadro IV
IDS – Etapa 1 – Produção e manufatura

(continuação da p. 20)

Etapa 1	**Produção/Manufatura**			
Código	**Social – capital construído e humano**			
IDS1 S03	Papel das normas trabalhistas: a) despesa total com saúde; b) distribuição de equipamento de proteção individual; c) vale transporte ou combustível; d) pagamento adequado de benefícios (Gomes *et al*., 2000; Lima e Magrini, 2010)			
	Tipo: Resposta	**Unidade de medida:** Real por funcionário e/ou ator envolvido	**Metodologia:** cálculo do valor total investido dividido pelo número total de funcionários, a partir dos dados da empresa	**Periodicidade:** Anual
IDS1 S04	Patrimônio cultural: a) estabelecer necessidades e expectativas dos atores sociais envolvidos; b) identidade cultural; c) valorização do conhecimento local: potencialização das comunidades locais no sentido de preservar seus conhecimentos e valores culturais, bem como melhorar aspectos como renda e autoestima (Souza, 2009; NBR ISO 20121, 2012)			
	Tipo: Resposta	**Unidade de medida:** classes de eficiência	**Metodologia:** combinação de indicadores de qualidade e eficiência	**Periodicidade:** Anual
Código	**Econômico – capital humano e social**			
IDS1 E01	Economia local: a) impactos econômicos diretos; b) impactos econômicos indiretos (Krucken e Trusen, 2009; NBR ISO 20121, 2012)			
	Tipo: Pressão	**Unidade de medida:** índice	**Metodologia:** razão entre lucro presumido ao longo do ano e o número de moradores locais, razão entre lucro presumido ao longo do ano e prestadores de serviço diretos, razão entre lucro presumido ao longo do ano e prestadores de serviço indiretos	**Periodicidade:** Anual
IDS1 E02	Comércio justo e participação nos lucros (Gomes *et al*., 2000; NBR ISO 20121, 2012)			
	Tipo: Resposta	**Unidade de medida:** Reais, percentagem do lucro presumido	**Metodologia:** despesa consolidada da Administração, dividida por funcionário ou ator social envolvido	**Periodicidade:** Anual
IDS1 E03	Consumo de energia (Gomes *et al*., 2000, p. 153; Manzini e Vezzoli, 2002)			
	Tipo: Pressão	**Unidade de medida:** Toneladas equivalentes de petróleo (TEP), percentagem do consumo total de energia	**Metodologia:** calcular TEP – toneladas equivalentes de petróleo, equivalente a 107 kcal. Trata-se de uma aproximação de conversão de várias unidades (ex. kWh, toneladas de carvão, etc.)	**Periodicidade:** Anual

Quadro U
IDS – Etapa 2 – Consumo, uso/serviço

Etapa 2	Consumo, Uso/Serviço			
Código	**Ambiental – capital natural**			
IDS2 A06	Normalização e legislação: a) conformidades no uso de produtos e usufruto de serviços, quanto às legislações aplicáveis e normas internacionais de qualidade industrial e sustentabilidade (Souza, 2007, p. 154; NBR ISO 20121, 2012)			
	Tipo: Resposta	**Unidade de medida:** número de processos abertos	**Metodologia:** identificar o número de processos abertos decorrentes do uso do produto ou dos serviços prestados pela empresa, possibilitando uma análise da eficácia do processo produtivo propriamente dito, ou se a empresa está em dia com suas obrigações legais e fiscais	**Periodicidade:** Anual
IDS2 A07	Geração de resíduos ou emissão de poluentes (risco real ou potencial) (Manzini e Vezzoli, 2002 e Souza, 2007, p. 154)			
	Tipo: Pressão	**Unidade de medida:** toneladas, número de eventos de geração de resíduos ou emissões por cada 1000 produtos	**Metodologia:** verificar se os usuários estão sujeitos a algum tipo de risco físico, psicológico ou ambiental durante sua manipulação (ex.: choque elétrico, emissões de energia eletromagnética, riscos de contaminação e ferimentos, etc.)	**Periodicidade:** Trimestral
IDS2 A08	Multifuncionalidade (Manzini e Vezzoli, 2002; Souza, 2007, p. 155)			
	Tipo: Resposta	**Unidade de medida:** classes de eficiência	**Metodologia:** verificar se o processo projetual prevê o multiuso ou a multifuncionalidade de determinado produto ou serviço proposto, ampliando as possibilidades de extensão em seu ciclo de vida	**Periodicidade:** Anual
Código	**Social – capital construído e humano**			
IDS2 S05	Satisfação dos consumidores com a qualidade do produto/serviço (Meadows, 1998; Souza, 2007, p. 155)			
	Tipo: Resposta	**Unidade de medida:** classes de eficiência	**Metodologia:** identificar a percepção do usuário/consumidor no que diz respeito a relevância do trabalho da empresa no processo de desenvolvimento cultural, socioeconômico e ambiental de determinado público-alvo	**Periodicidade:** Semestral
IDS2 S06	Qualidade de trabalho dos atores sociais envolvidos (Darnall *et al.*, 2009)			
	Tipo: Estado	**Unidade de medida:** número total de acidentes de trabalho, número total de queixas sobre trabalho	**Metodologia:** identificar as condições de trabalho oferecidas aos funcionários da corporação, identificando por exemplo as possibilidades de desenvolvimento pessoal e profissional	**Periodicidade:** Semestral

(continua na p. 24)

Quadro U
IDS – Etapa 2 – Consumo, uso/serviço

(continuação da p. 23)

Etapa 2	**Consumo, Uso/Serviço**			
Código	**Econômico – capital humano e social**			
IDS2 E04	Carga transportada, por modo de transporte (Gomes *et al.*, 2000, p. 165)			
	Tipo: Estado	**Unidade de medida:** Tonelada-quilômetros, percentagem de carga total transportada	**Metodologia:** Número médio de quilômetros percorrido por cada tonelada de carga transportada. Expresso normalmente em tonelada--quilômetros, por modo de transporte	**Periodicidade:** Anual
IDS2 E05	Produtos certificados ou com denominação de origem (Sougareva *et al.*, 2000; Gomes *et al.*, 2000, p. 212; Manzini e Vezzoli, 2002)			
	Tipo: Resposta	**Unidade de medida:** número total de produtos ou serviços rotulados	**Metodologia:** percentagem do consumo total de produtos que ostentam rotulagem ecológica, biológicos ou objeto de práticas comerciais legais	**Periodicidade:** Anual
IDS2 E06	Demanda energética durante o uso ou usufruto do serviço (Souza, 2007, p. 155)			
	Tipo: Pressão	**Unidade de medida:** número total de produtos ou serviços certificados pelo SELO PROCEL do INMETRO	**Metodologia:** verifica o grau de responsabilidade do *designer* e da empresa no que diz respeito à não disponibilização no mercado de produtos que requerem alto consumo energético	**Periodicidade:** Anual
IDS2 E07	Evolução do preço dos diferentes produtos e serviços (Gomes *et al.*, 2000, p. 159; Halen *et al.*, 2005)			
	Tipo: Resposta	**Unidade de medida:** Real por unidade produzida	**Metodologia:** as séries temporais de valores referem--se a preços correntes de mercado. Pode ou não incluir o valor do imposto sobre o produto ou serviço, conforme indicado	**Periodicidade:** Anual

Quadro VI
IDS – Etapa 3 – Descarte e deposição

Etapa 3	Descarte e deposição			
Código	**Ambiental – capital natural**			
IDS3 A09	Modularidade e desmontagem (Manzini e Vezzoli, 2002; Souza, 2007)			
	Tipo: Pressão	**Unidade de medida:** classes de eficiência	**Metodologia:** identificar projetos de produtos e serviços que preveem modularidade e desmontagem	**Periodicidade:** Semestral
IDS3 A10	Investimento e despesa na gestão de resíduos (Souza, 2007, p. 134)			
	Tipo: Resposta	**Unidade de medida:** Reais, toneladas	**Metodologia:** razão entre o investimento e despesa na gestão de resíduos por toneladas de resíduos gerados	**Periodicidade:** Anual
IDS3 A11	Recicabilidade de matéria-prima (Halen *et al.* 2005; Souza, 2007)			
	Tipo: Estado	**Unidade de medida:** toneladas	**Metodologia:** indicar o reaproveitamento das sobras e perdas associadas ao processo produtivo	**Periodicidade:** Semestral
Código	**Social – capital construído e humano**			
IDS3 S07	Queixas ou reclamações apresentadas por razões ambientais (Wilson, 1998; Gomes *et al*., 2000)			
	Tipo: Pressão	**Unidade de medida:** número de queixas ou reclamações, anos	**Metodologia:** quantificar número total de queixas ou reclamações relativas ao produto ou serviço por ano	**Periodicidade:** Anual
IDS3 S08	Código de ética (Krucken e Trusen, 2009)			
	Tipo: Resposta	**Unidade de medida:** código de ético publicado, número de consumidores	**Metodologia:** verificar as decisões tomadas e a conformidade dos processos, segundo os princípios acordados comumente com a comunidade interna da empresa, expressos na documentação proposta pelo código e identificar se os diversos públicos de relacionamento da empresa reconhecem a transparência e adequação de suas práticas em uma perspectiva solidária e ética	**Periodicidade:** Anual
Código	**Econômico – capital humano e social**			
IDS3 E08	Carga transportada por meio de transporte (Gomes *et al*., 2000, p. 165)			
	Tipo: Estado	**Unidade de medida:** Tonelada-quilômetros, percentagem de carga total transportada	**Metodologia:** número médio de quilômetros percorrido por cada tonelada de carga transportada. Expresso normalmente em tonelada--quilômetros, por modo de transporte	**Periodicidade:** Anual

Quadro VII
IDS – Etapa 4 – Reciclagem, reúso/redesenho

Etapa 4	Reciclagem, Reúso/Redesenho			
Código	**Ambiental – capital natural**			
IDS4 A13	Facilidade de reconhecimento de materiais (Halen *et al.* 2005; Krucken e Trusen, 2009)			
	Tipo: Resposta	**Unidade de medida:** classificação de matéria-prima	**Metodologia:** determinação do tipo de material utilizado no processo de *design*, como aspecto determinante da qualidade e adequação do produto no que diz respeito às possibilidades de reciclagem e reaproveitamento de matéria-prima.	**Periodicidade:** Anual
Código	**Social – capital construído e humano**			
IDS4 S09	Reúso (Halen *et al.*, 2005; Souza, 2007, p. 158)			
	Tipo: Resposta	**Unidade de medida:** número total de partes de produtos/serviços reaproveitados	**Metodologia:** contabilizar o reaproveitamento de matéria-prima e/ou partes por unidade produzida	**Periodicidade:** Anual
IDS4 S10	Atualização (Manzini e Vezzoli, 2002; Souza, 2007)			
	Tipo: Estado	**Unidade de medida:** classes de eficiência	**Metodologia:** identificar se o projeto de *design* permite adaptação de acessórios, novos itens ou modelos e estilos que possibilitem seu uso prolongado	**Periodicidade:** Semestral
Código	**Econômico – capital humano e social**			
IDS4 E09	Reciclagem (Malheiros *et al.*, 2004; IBGE, 2012, p. 246)			
	Tipo: Resposta	**Unidade de medida:** proporção de material reciclável em toneladas, dias	**Metodologia:** a razão, expressa em percentual, entre a quantidade de material reciclado e a quantidade total de cada matéria-prima consumida pelo processo produtivo	**Periodicidade:** Diária
IDS4 E10	Revenda/redistribuição (Halen *et al.*, 2005; Souza, 2007, p. 159)			
	Tipo: Resposta	**Unidade de medida:** classes de eficiência	**Metodologia:** verificar a capacidade de adequação de um produto quanto ao atendimento às necessidades de diversos mercados, como estratégia mercadológica de baixo custo e alto grau de resultados	**Periodicidade:** Anual

a literatura das áreas de logística reversa e engenharia mais limpa, na terceira etapa, deve ser amplamente consultada.

O Quadro VII apresenta cinco indicadores de sustentabilidade para a quarta etapa do ciclo de vida de produtos e serviços. Os IDS mostrados no Quadro VII tratam do reúso de produtos, matérias-primas e serviços, pertinente no contexto do desenho industrial. De acordo com a revisão, a capacidade de planejar o ciclo de vida do produto pode reduzir de forma efetiva os fluxos de materiais e influenciar positivamente a redução de impactos ambientais do produto, e de futuros produtos que venham a ser constituídos.

Conclusão

Alguns IDS podem ser usados como ferramentas de monitoramento e avaliação dos processos inerentes ao desenho industrial, especialmente para auxiliar a construção de novos modelos e práticas de negócios, baseados na mudança da cultura de gestão. Quanto ao estado da arte da legislação e normas, nota-se um amplo acervo destinado às mais diversas atividades industriais, mas com carência de parâmetros de conformidade para a atividade do desenho industrial sustentável. Tais parâmetros devem abranger todas as etapas do ciclo de vida de produtos e serviços, sobretudo quando referente as questões ambientais. Indicadores confiáveis, atualizados, sistematizados, com continuidade temporal e comparáveis regional e internacionalmente são necessários para que a criação de novas políticas públicas se dê de uma forma adequada.

Ainda assim, a restauração de um equilíbrio ecológico, ou socioambiental, parece depender da capacidade da sociedade em reagir contra a progressiva materialização dos valores, na sua concepção de produção industrial. Portanto, é fundamental que a humanidade recupere sua capacidade de reflexão, resgatando outros critérios de racionalidade que não sejam a instrumentalização e o economicismo (Fernandes, 2010). E nesse contexto ressalta-se o papel do desenho industrial e suas intervenções nos padrões de produção e consumo que conduzam o processo do desenvolvimento sustentável, com a tarefa crucial de estimular o potencial criativo associado a dimensões mais reflexivas e menos tecnicistas, ainda que isso signifique uma sociedade tecnologicamente menos eficiente.

Merece crítica, no caso do Brasil, a escassez dos casos de compilação de dados documentais nacionais, estaduais e municipais sobre indicadores de sustentabilidade no contexto do desenho industrial. E, também, ausência de legislação nacional que reconheça e regulamente a profissão do desenhista industrial.

As metas elencadas em forma de lista têm em sua essência a lógica de que não há forma de realizar as consequências finais (ainda que subjetivas) sem o bom funcionamento dos sistemas natural, econômico e social. Ainda assim, a produção industrial, que visa reduzir a emissão de carbono, aumentar a eficiência na utilização de recursos e promover a intervenção planejada e a inclusão social, passa por desafios comunicacionais em todos os níveis e modalidades de governança, legislação, fiscalização e aprendizado no país.

Por fim, o maior desafio, percebido durante a análise e proposição dos indicadores, foi realizar um recorte adequado e coerente em relação a legislações e normas, uma vez que o escopo do desenho industrial está inserido no contexto do setor industrial. Este recorte limitou e condicionou a seleção dos indicadores, deixando de fora diversas legislações relacionadas a gestão socioambiental empresarial. Merece crítica, no caso do Brasil, a escassez dos casos de compilação de dados documentais nacionais, estaduais e municipais sobre indicadores de sustentabilidade no contexto do desenho industrial. E, sobretudo, a ausência de legislação nacional que reconheça e regulamente a profissão do desenhista industrial, até a data da conclusão desta pesquisa. ■

Referências bibliográficas

DARNALL, N.; SEOL, I. e SARKISET, J. (2009), «Perceived stakeholder influences and organizations' use of environmental audits». *Accounting Organizations and Society*, 34.

DONATO, J.; KUBO, E.; PEREIRA, R. e OLIVA, E. (2013), «Repensando a lógica de avaliação de desempenho individual: Um estudo empírico em um Banco de Desenvolvimento no Nordeste do Brasil». *Revista Portuguesa e Brasileira de Gestão*, vol. 12, n.º 4, out/dez, pp. 50-62.

FERNANDES, V. (2010), «Interdisciplinaridade: A possibilidade de reintegração social e recuperação da capacidade de reflexão na ciência». **INTERthesis**. Florianópolis, pp. 65-80.

FERNANDEZ, S. e BONSIEPE, G. (2008), **História del Diseño en América Latina y el Caribe – Industrialización y Comunicación Visual para la Autonomía**. Blucher, São Paulo.

GMELIN, H. e SEURING, S. (2014), «Determinants of a sustainable new product development». *Journal of Cleaner Production*, 69.

GOMES, M. L.; MARCELINO, M. M. e ESPADA, M. (2000), **Proposta para um Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável**. Direção de Serviços de Informação e Acreditação, Direção Geral do Ambiente, Portugal.

HALEN, C. van; VEZZOLI, C. e WIMMER, R. (2005), **Methodology for Product Service System. How to Develop Clean, Clever and Competitive Strategies in Companies**. Van Gorcum, Assen.

HAMMOND, A.; ADRIAANSE, A.; RODENBURG, E.; BRYANT, D. e WOODWARD, R. (1995), **Environmental Indicators: A Systematic Approach to Measuring and Reporting on Environmental Policy Performance in the Context of Sustainable Development**. World Resources Institut, Washington, DC.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2012), «Indicadores de desenvolvimento sustentável – Brasil 2012». Estudos e Pesquisas Informação Geográfica, 9. ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursos_naturais/indicadores_desenvolvimento_sustentavel/2012/ids2012.pdf.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (2013), «ISO 20121: Event sustainability management systems – Requirements with guidance for use». http://www.iso.org.

KRUCKEN, L. e TRUSEN, C. A. (2009), «Comunicação da sustentabilidade de produtos e serviços». *In* **Cadernos de Estudos Avançados em Design. Design e Sustentabilidade**. EdUEMG, Barbacena.

LESAMA, M. F. (2011), **O Método IDEA (Indicadores de Sustentabilidade): Adaptação do Método à Agricultura Família**.

LIMA, L. H. e MAGRINI, A. (2010), «The Brazilian Audit Tribunal's role in improving the federal environmental licensing process». *Environmental Impact Assessment Review*, 30.

MALHEIROS, T. F.; PHILIPPI JR., A.; COUTINHO, S. e CARVALHO, F. (2004), **Modelos para a Construção de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável para a Gestão e Gerenciamento de Resíduos**. ICTR – Instituto de Ciência e Tecnologia em Resíduos e Desenvolvimento Sustentável e NISAM – USP Núcleo de Informações em Saúde Ambiental da USP, Florianópolis.

MANZINI, E. e VEZZOLI, C. (2002), «Product-service systems and sustainability. Opportunities for sustainable solutions». http://www.unep.fr/scp/*design*/pss.htm.

MEADOWS, D. (1998), **Indicators and Information Systems for Sustainable Development**. A Report to the Balaton Group. The Sustainability Institute.

PERLIN, A. P.; GUEDES, G.; NUNES, M. e FERREIRA, P. (2013), «Indicadores de sustentabilidade da indústria de cortiça portuguesa». *Revista Portuguesa e Brasileira de Gestão*, vol. 12, n.º 3, jul/set, pp. 47-56.

MIRANDA, A. B. e TEIXEIRA, B. A. N. (2004), «Indicadores de sustentabilidade para os sistemas urbanos de água e esgoto: Escolha ampliada». *Engenharia Sanitária Ambiental*, vol. 9, n.º 4.

POLAZ, C. N. M. e TEIXEIRA, B. A. N. (2007), «Proposta de método para elaboração de indicadores de sustentabilidade para a gestão de resíduos sólidos urbanos». Congresso de Pós-Graduação, 4. **Anais de Eventos da UFSCAR**, São Carlos.

QUIROGA, R. M. (2011), **Indicadores de Sostenibilidad Ambiental y de Desarrollo Sostenible: Estado del Arte y Perspectivas. División de Medio Ambiente y Asentamientos Humanos**. Serie Manuales, CEPAL, Organização das Nações Unidas, Chile.

SACHS, I. (1986), **Espaços, Tempos e Estratégias do Desenvolvimento**. Vértice, São Paulo.

SACHS, I. (2002), **Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável**. Garamond, Rio de Janeiro.

SOUGAREVA, N. (2000), «Relatório Técnico – Para um perfil da sustentabilidade local – Indicadores comuns europeus». Direção Geral do Ambiente, Comissão Européia, Alemanha.

SOUZA, P. F. de A. (2007), «Sustentabilidade e Responsabilidade Social no *Design* do Produto: Rumo à Definição de Indicadores». Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo.

VAN BELLEN, H. M. (2005), **Indicadores de Sustentabilidade: Uma Análise Comparativa**. Editora FGV, Rio de Janeiro.

VEZZOLI, C. e MANZINI, E. (2008), «Review: Design for sustainable consumption and production systems». *In* A. Tukker, M. Charter, C. Vezzoli, E. Sto e M. Andersen (EE.), **System Innovation for Sustainability 1. Perspectives on Radical Changes to Sustainable Consumption and Production**. Greenleaf Publishing, Sheffield.

WILSON, L. (2009), «A practical method for environmental impact assessment audits». *Environmental Impact Assessment Review*, 18.

UNITED NATIONS (1992), «Agenda 21. Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento». http://www.un.org/geninfo/bp/enviro.html.