

DESENVOLVIMENTO DE MATRIZ DE DECISÃO PARA IDENTIFICAÇÃO DE ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS NA INDÚSTRIA METAL-MECÂNICA

Luísa Scrideli

Universidade de São Paulo – USP, Escola de Engenharia de São Carlos – EESC, Departamento de Engenharia de Produção, São Carlos, SP, Brasil
luisa.scrideli@usp.br

Eraldo Jannone da Silva

Universidade de São Paulo – USP, Escola de Engenharia de São Carlos – EESC, Departamento de Engenharia de Produção, São Carlos, SP, Brasil
eraldosilva@usp.br

Resumo. Este artigo apresenta o desenvolvimento de uma metodologia para tomada de decisão, que consiste em uma matriz de interdependências para a identificação de estratégias sustentáveis na indústria de abrasivos. Para estruturação da metodologia, analisou-se, nos estados de São Paulo e da Califórnia, o contexto e percepção no que dizem respeito à sustentabilidade (legislação, políticas públicas e associações). Por fim, a matriz foi testada em dois ambientes: o Laboratório de Processos Avançados e Sustentabilidade (LAPRAS) e uma empresa fabricante de abrasivos. Os resultados obtidos demonstram que o uso da ferramenta pode servir como instrumento de tomada de decisão ao ajudar a identificar oportunidades de melhoria relacionadas à sustentabilidade.

Palavras chave: Manufatura sustentável, Sustentabilidade, Decision-making

1. INTRODUÇÃO

Os avanços industriais nos últimos 200 anos podem ser considerados um dos principais motores da civilização moderna. Apesar dos benefícios obtidos, esse desenvolvimento ocorreu de forma irresponsável em termos de gestão social e ambiental. Segundo a Agência de Proteção Ambiental (EPA), a atividade industrial responde por 21% de todas as emissões de gases de efeito estufa (Environmental Protection Agency, 2014). Estas emissões, a geração de resíduos tóxicos e as condições precárias de trabalho são apenas alguns dos problemas frequentes associados à industrialização maciça (Clapp, 2014).

Considerando especificamente a indústria metal-mecânica, alguns impactos merecem ser destacados: alta contaminação devido ao uso de fluidos de corte, alto consumo de energia e desperdício de matéria-prima. Portanto, é importante descobrir como gerenciar o *trade-off* entre eliminar ou reduzir esses impactos e arcar com os custos financeiros relacionados.

Além disso, é importante considerar o contexto local de projeto e produção da indústria. Elementos como legislação, políticas públicas, órgãos e associações podem afetar consideravelmente a forma como as empresas locais adotam, aplicam e medem estratégias e práticas sustentáveis (Saha, 2009).

Este artigo apresenta uma proposta para avaliar e implementar práticas sustentáveis de forma mais sistemática e com baixa complexidade, utilizando uma ferramenta de avaliação desenvolvida para mapear a sustentabilidade.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Levantamento da Percepção da Sustentabilidade

No que diz respeito à aplicação, medição e relatos de práticas sustentáveis no contexto empresarial ou industrial, o contexto local é uma grande influência. Para muitas empresas, o principal estímulo para a adoção dessas estratégias ainda é a imposição da lei e a pressão governamental. Portanto, se as leis locais forem vagas nessa questão, as empresas locais provavelmente não terão diretrizes claras para estruturar uma política de sustentabilidade eficiente e sustentável.

O contexto local foi avaliado em dois locais: o Estado de São Paulo e o Estado da Califórnia, considerado um polo de inovação em sustentabilidade. Esta avaliação estabeleceu os contextos locais com base em três aspectos principais: legislação, agências e políticas públicas, associações e normas. A Tabela 1 na seção “Resultados” mostra a listagem da avaliação.

2.2. Desenvolvimento da matriz de interdependências

A fim de mitigar o problema de *trade-off* entre sustentabilidade e custos, foi estruturada uma matriz de interdependências que busca refinar o alinhamento entre objetivos da organização e as estratégias de sustentabilidade já praticadas pela empresa. A matriz foi baseada no modelo de Van der Spiegel *et al*, 2015. O passo-a-passo para a construção da matriz encontra-se descrito na seção 2.2.1.

2.2.1 Passo-a-passo da construção da matriz

O primeiro passo consiste em realizar um levantamento na empresa a fim de identificar estratégias de sustentabilidade corporativas e operacionais. As estratégias corporativas estão relacionadas aos princípios básicos das empresas, enquanto as estratégias operacionais estão relacionadas às práticas sustentáveis do dia-a-dia. Esta avaliação inicial é feita através de *surveys* com funcionários e pesquisas no site das empresas, nos relatórios e nos materiais de marketing.

O segundo passo envolve levantar os objetivos estratégicos da organização em termos de tópicos de sustentabilidade, considerando o *Triple Bottom Line* (Elkington, 1998) Este levantamento ocorre por meio de votação dos funcionários em tópicos mais comuns ou sugestão de novos tópicos. Os mais citados e/ou votados são inseridos na matriz.

O terceiro e último passo envolve avaliar em que nível as estratégias corporativas e operacionais do passo 1 contribuem para o atingimento dos objetivos do passo 2. O nível de correlação entre estes dois passos é ilustrado através de uma gradação da cor cinza: quanto mais escuro o tom de cinza, mais forte é a correlação. Idealmente, uma empresa com objetivos e estratégias alinhados deve apresentar uma matriz cuja maioria de suas células estão preenchidas com tons mais escuros.

2.3. Aplicação da matriz em estudo de caso

A Matriz de Interdependências foi aplicada em duas situações: inicialmente um estudo piloto no Laboratório de Processos Avançados e Sustentabilidade (LAPRAS) localizado no campus da USP de São Carlos e, em seguida, um estudo em uma empresa fabricante de abrasivos no estado de São Paulo.

3. RESULTADOS

3.1. Percepção da Sustentabilidade no estado de São Paulo e no estado da Califórnia

De acordo com o levantamento descrito na seção 2.1, elaborou-se a Tabela 1, que ilustra alguns componentes do contexto de sustentabilidade nos locais do escopo.

Tabela 1 – Levantamento de componentes do contexto de sustentabilidade no estado de São Paulo e no estado da Califórnia (State of California, 2018).

	São Paulo – Brasil			Califórnia – Estados Unidos		
	Ambiental	Social	Econômico	Ambiental	Social	Econômico
Legislação	Consolidação das Leis do Trabalho Reforma Trabalhista	Política Nacional de Resíduos Sólidos Código Florestal		California Labor Code California Fair Labor Standard Act	California Environmental Quality Act	
Agências e políticas públicas	Política Nacional de Saúde do Trabalhador e da Trabalhadora	Secretaria do Meio-Ambiente	Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL)	Department of Industrial Relations	California Environmental Protection Agency (CalEPA)	California Green Business Program
	SENAI			California Labor and Workforce Development Agency (LWDA)	California Air Resources Board (CARB)	Green California
	SESI			California Occupational Safety and Health Administration (Cal OSHA)	Office of Environmental Health Hazard Assessment (OEHA)	
	CETESB					CalRecycle
	SEBRAE					

Associações	Associação Brasileira de Máquinas e Equipamentos (ABIMAQ) Associação Brasileira de Metalurgia, Materiais e Mineração (ABM)	California Metals Coalition (CMC) Metal Finishing Association of California (MFACA) California Manufacturing and Technology Association (CMTA)		
Normas	ISO 26000 NBR 15230	ISO 26000 ISSO/TC29/SC 5		

Apesar da boa base legislativa ambiental e trabalhista no Brasil, nota-se que a Califórnia apresenta um número maior agências com estruturação voltada a problemas e áreas específicos da sustentabilidade.

3.2. Aplicação piloto no LAPRAS

A aplicação piloto da matriz no LAPRAS teve como objetivo testar e ajustar a metodologia, bem como identificar possíveis equívocos na estruturação do passo-a-passo.

As etapas descritas na seção 2.2.1 foram aplicadas e os resultados são apresentados na matriz da Tabela 2.

Tabela 2 – Matriz de Interdependências do LAPRAS

Estratégias Corporativas	Estratégias Operacionais						
Produtos sustentáveis e tecnológicos	Uso de processos avançados de manufatura						
	Reutilização de materiais						
	Compras conjuntas						
	Uso de simulações pré-manufatura						
Ambiente de trabalho sustentável	Limpeza e organização dos espaços físicos						
	Baixo desperdício de materiais						
	Baixo uso de objetos descartáveis ou <i>single-use</i>						
Preocupação com trabalhadores	Uso obrigatório de Equipamentos de Proteção Individual						
	Recolhimento de cavacos e poeira						
		Economia de recursos	Diminuição da geração de efluentes contaminados	Ambiente de trabalho mais seguro	Diminuição da exposição ao ruído	Diminuir custos de investimento	Diminuir custos de descarte
		Ambiental		Social		Econômico	
Objetivos Sustentáveis (Tópicos de Sustentabilidade)							

A matriz tem uma taxa de conformidade de 57,4%. Essa taxa é calculada considerando o número de campos coloridos e o número total de campos. A conformidade entre as estratégias praticadas e objetivos definidos de sustentabilidade pode

ser melhorada. O objetivo de Diminuição da Exposição a Ruídos, por exemplo, pode ser revisto. Ele é visado somente por duas estratégias que não apresentam caráter específico voltado à mitigação ou à resolução do problema.

3.3. Aplicação em empresa fabricante de abrasivos.

Após a aplicação piloto no LAPRAS, a metodologia foi aplicada em uma empresa de abrasivos internacional com filial no estado de São Paulo. Os dados foram obtidos no site da empresa, em pesquisas com funcionários e em fichas informativas disponibilizadas pela empresa. Novamente, as etapas da seção 2.2.1 foram aplicadas e resultaram na matriz ilustrada na Tab. 3.

Tabela 3 – Matriz de Interdependências de uma empresa de abrasivos (Saint Gobain, 2018)

Estratégias Corporativas	Estratégias Operacionais						
Redução do impacto ambiental	Uso de matérias-primas recicladas						
	Prédios “verdes”						
	Reciclagem de abrasivos						
	Redução de resíduos na água						
Foco em Saúde e Segurança	Diretrizes de segurança para trabalhadores						
	Baixa exposição a componentes químicos						
	Maquinário que apresente ruído reduzido						
Desenvolvimento da equipe de trabalho	Planos de treinamento para funcionários						
	Satisfação dos funcionários						
	Planos de carreira						
		Redução de emissões de CO2	Redução de resíduos sólidos	Desenvolvimento Profissional	Valor para a comunidade	Aumento de vendas	Redução de custos
		Ambiental		Social		Econômico	
Objetivos Sustentáveis (Tópicos de Sustentabilidade)							

A taxa de conformidade entre estratégias e objetivos é consideravelmente maior (81,6%). Isso pode ser explicado pelo caráter da empresa voltado a metas e métricas, conforme especificado pelos Relatórios Financeiro e de Sustentabilidade da mesma e pela divulgação de informações no site e nas fichas informativas.

4. CONCLUSÕES

Comparando as duas aplicações da matriz neste artigo, pode-se observar um maior nível de conformidade entre objetivos e estratégias sustentáveis na empresa que possui um plano de sustentabilidade estruturado e divulgado e que segue legislação e órgãos internacionais. No caso do estudo aplicado no laboratório, apesar de não haver um plano de sustentabilidade formal, a matriz pode identificar que há oportunidades de melhoria e direcionar para revisão dos objetivos e práticas levantados.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao apoio financeiro e institucional da Fapesp e do CNPq e ao Laboratório de Processos Avançados e Sustentabilidade (LAPRAS). Além disso, agradecimentos à Saint-Gobain Abrasives Brasil pela ajuda nos dados para esta pesquisa.

6. REFERÊNCIAS

- CLAPP, B. W. 2014. “*Environmental History of Britain since the Industrial Revolution*” An. Routledge,
- ELKINGTON, John., 1998 “*Partnerships from cannibals with forks: The triple bottom line of 21st-century business*”. Environmental Quality Management, v. 8, n. 1, p. 37-51.
- ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2014. “Greenhouse Gas Emissions”. 16 Fev. 2018. <<https://www.epa.gov/ghgemissions/globalgreenhouse-gas-emissions-data#Sector>>.
- SAHA, D., 2009 “*Factors influencing local government sustainability efforts*” State and Local Government Review 41.1: 39-48.
- SAINT GOBAIN, 2018. “Responsabilidade Social Corporativa”. 05 Out 2018. <<https://www.saint-gobain-abrasives.com/ptbr/responsabilidade-social-corporativa>>.
- SAINT GOBAIN, 2018. “*Ficha de Segurança de Produtos Químicos; Discos de Corte e Desbaste*”
- SPIEGEL, Daniella Van der, et al., 2015 “*Sustainability strategies of manufacturing companies on corporate, business and operational level*” International Journal of Strategic Engineering Asset Management 2.3:270-286.
- STATE OF CALIFORNIA, 2018. “CA.Gov.: Listing of Agencies” 30 Sep 2018 <<https://www.ca.gov/agenciesall>>

7. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

Os autores são os únicos responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho.

DEVELOPMENT OF A DECISION-MAKING TOOL FOR IDENTIFICATION OF SUSTAINABLE STRATEGIES IN THE METAL- MECHANICAL INDUSTRY

Luísa Scrideli

University of São Paulo – USP, São Carlos School of Engineering – EESC, Industrial Engineering, São Carlos, SP, Brazil.
luisa.scrideli@usp.br

Eraldo Jannone da Silva

University of São Paulo – USP, São Carlos School of Engineering – EESC, Industrial Engineering, São Carlos, SP, Brazil.
eraldosilva@usp.br

Abstract. This article presents the development of a methodology for decision making, which consists of a matrix of interdependencies for the identification of sustainable strategies in the abrasives industry. For the structuring of the methodology, the context and perception regarding sustainability were analyzed in the states of São Paulo and California. Finally, the matrix was tested in two environments: the Laboratory of Advanced Processes and Sustainability (LAPRAS) and a company that manufactures abrasives. The results show that the methodology can be used as a decision-making tool to help identify opportunities for improvement related to sustainability.

Keywords: Sustainable manufacturing, Sustainability, Decision-making

RESPONSIBILITY NOTICE

The author(s) is (are) the only responsible for the printed material included in this paper.