

PROPOSTA DE UTILIZAÇÃO DA MATRIZ DE IMPACTOS AMBIENTAIS (LEOPOLD) VARIADA APLICADA AO PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM EM IES: DISCIPLINAS TEÓRICAS

Henrique da Silva Pizzo – henriquepizzo.doctum@gmail.com

Centro de Engenharias de Juiz de Fora – Faculdades Doctum

Rua Padre Café, 357, São Mateus

36016-450 – Juiz de Fora – MG

Paloma Rodrigues Salazar – enfermagem.cat@doctum.edu.br

Coordenação Acadêmica das Faculdades Doctum – Regional Zona da Mata – MG

Av Dr Paulo Japiassu Coelho, 538/302, Cascatinha

36033-310 – Juiz de Fora – MG

Valdinéia Evaristo de Freitas – valdineiabdm@hotmail.com

Acadêmica do curso de engenharia elétrica do Centro de Engenharias JF – Doctum

***Resumo:** O presente trabalho propõe uma técnica subjetiva para avaliação do ensino-aprendizagem em instituições de ensino superior. É baseada nos conceitos das matrizes de interação, notadamente a matriz de Leopold, que é uma técnica de avaliação de impactos ambientais. A mesma trabalha com conceitos de interação entre ações do empreendimento e fatores ambientais, gerando impactos ambientais potenciais, sendo analisadas questões referentes à magnitude e importância de cada interação. O resultado final é referente a cada situação possível (cenários) de, por exemplo, instalação de um empreendimento. Sugere-se aqui, uma transformada para matriz de avaliação do processo ensino-aprendizagem. As ações do empreendimento passam a ser a avaliação que o aluno faz do professor e os fatores ambientais, os impactos nos alunos. São geradas várias interações, aplicadas a cada cenário, aqui sendo o cenário do professor avaliar com provas e o cenário do professor avaliar com trabalhos. Por uma questão de opção, trabalhou-se com o caso de disciplinas teóricas. Ao final, é apresentado um resultado, elaborado por um dos autores.*

***Palavras-chave:** Processo ensino-aprendizagem, Avaliação de impactos ambientais, Matrizes de interação, Listagens de avaliação.*

1. INTRODUÇÃO

1.1. Processos ensino-aprendizagem

Os teóricos educacionais definem avaliação como um termo que remete a valor, ato de determinar o valor a alguma coisa, muito se tem discutido sobre a avaliação do processo de ensino-aprendizagem (LIMA *et al.*, 2013). Consta como atividade complexa e que requer do docente preparo técnico e capacidade de observação dos envolvidos.

Fazenda *et al.* (2010) versa que tanto professores quanto alunos de diferentes níveis do ensino são constantemente questionados sobre o tema avaliação, todos reconhecem sua necessidade, assim como, sua complexidade.

O professor deve observar o aluno sob vários aspectos: temperamento, expectativas, experiências devidas, identificando necessidades e não “problemas” de aprendizagem e buscar formas para facilitar a aprendizagem dos mesmos, se responsabilizando com desenvolvimento de seus alunos. Desta forma a avaliação leva o aluno a refletir sobre seu processo de aprendizagem e o incentiva a buscar progredir (LIMA *et al.*, 2013).

Questiona-se até que ponto o aluno tem estudado para investir em sua formação e realmente tornar-se um bom engenheiro ou, simplesmente, para sair-se bem nas provas. Infelizmente, pode-se afirmar que, em grande parte dos casos, a segunda opção é a verdadeira.

É entendido que o aluno de graduação, apesar de já ter certo livre-arbítrio, faz parte de todo um sistema já pronto, onde, em linhas gerais, bom aluno é aquele que se sai bem nas provas, o que nem sempre é aquilo que ocorre, apesar de existirem fortes ligações (PIZZO & VEIGA, 1997).

A avaliação, enquanto reflexão crítica sobre a realidade deveria ajudar a descobrir as necessidades do trabalho educativo e perceber os verdadeiros problemas para buscar resolvê-los (FAZENDA *et al.*, 2010).

Com estes aspectos em vista é que se propõe a construção de um instrumento de avaliação, baseado na matriz de Leopold, a ser aplicado para alunos dos cursos de engenharia. Objetiva-se uma avaliação com foco ampliado e qualitativo, partindo da premissa da necessidade de inovação nos processos de avaliação.

1.2. A matriz de Leopold

Em propostas de construção ou melhorias, tanto do ponto de vista da engenharia quanto da economia, é usual que se faça uma análise da necessidade da melhoria e uma relação entre o seu custo e seu benefício.

Além dessa análise econômica e discussão de necessidade, deveria haver uma avaliação do efeito dessa melhoria no ambiente, separadamente da análise monetária de custo-benefício.

Essa avaliação compreenderia uma declaração de impactos ambientais, cuja elaboração deveria ser feita por físicos, cientistas sociais e engenheiros, com revisões de equipes multidisciplinares (LEOPOLD *et al.*, 1971)

Concebida pelo U.S. Geological Survey, a matriz de Leopold é composta do cruzamento de 88 componentes (ou fatores) ambientais e 100 ações potencialmente alteradoras do ambiente, resultando em 8.800 quadrículas. Em cada uma dessas quadrículas são indicados algarismos que variam entre 1 e 10, correspondendo, respectivamente, à magnitude e à importância do impacto. Ao número 1 corresponde a condição de menor magnitude (mínimo da alteração ambiental potencial) e de menor importância (mínima significância da ação sobre o componente ambiental considerado). Ao número 10 correspondem os valores máximos desses atributos. O sinal (+) ou (-) na frente dos números indica se o impacto é, respectivamente, benéfico ou adverso. Como em outros métodos, existe o risco da subjetividade.

Para esse método cabem as seguintes observações:

- A generalidade da abrangência buscada limita a aplicabilidade caso a caso; deve-se ter esse, tanto quanto outros métodos, como referência;
- Frequentemente, mesmo pré-selecionando as ações que estão mais presentes no projeto, chega-se a uma matriz com quantidade elevada de quadrículas preenchidas, de difícil interpretação e visualização dos impactos, sendo necessária uma nova seleção para eliminar os menos significativos; e

- O enfoque sobre o qual a matriz foi gerada volta-se para projetos com impactos, estendendo-se por territórios de amplas extensões; daí sua inespecificidade para o caso de projetos urbanos (BRAGA *et al.*, 2005).

A magnitude, então, representa o valor potencial do impacto, uma vez que não existe certeza de que esse irá ocorrer, e a importância, a sua relevância global no contexto espaço-temporal.

Em seu livro, Canter (1977) aponta que, embora a matriz de Leopold apresente certas limitações, frequentemente fornece um direcionamento inicial bastante útil para estudos mais aprofundados. Nesse contexto, sugere que o avaliador deva se sentir à vontade para modificar o padrão da matriz, a fim de atender as peculiaridades específicas de cada situação. Para visualização inicial de alternativas, recomenda que o número de células (quadrículas) seja reduzido, e que seja preparada uma série de matrizes mais específicas.

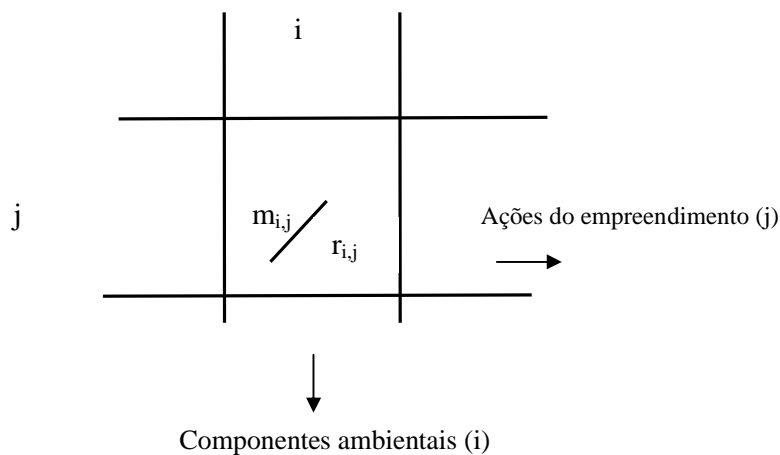
O resultado final de cada quadrícula (interação) é a multiplicação da magnitude pela importância, atribuídas a cada interação, ressaltando que devem ser considerados diversos cenários (situações) de opção (por exemplo, local mais propício, ambientalmente falando, para a implantação de um empreendimento).

Nota-se que as mesmas interações devem ser as adotadas para cada situação analisada, a fim de que se possa existir um critério comparativo. Ainda, deve-se “resolver” cada quadrícula (interação) para as situações propostas, para depois, então, passar-se à análise da quadrícula seguinte, a fim de que não se perca o “critério subjetivo” utilizado em cada comparação.

Ao final, as quadrículas referentes a cada situação são somadas e, a situação que apresentar um maior valor modular, positivo (ou menor valor modular, negativo) é a ambientalmente mais favorável (ou menos desfavorável).

A Figura 1, apresentada por Canter (1977) *apud* Braga *et al.* (2005), exemplifica bem a matriz de Leopold.

Figura 1 – Esquema da Matriz de Leopold



$$\sum_{i=1}^{100} (m_{i,j} \cdot r_{i,j}) \quad (1)$$

(valor relativo do impacto da ação j sobre o ambiente)

$$\sum_{i=1}^{88} (m_{i,j} \cdot r_{i,j}) \quad (2)$$

(valor relativo do impacto do empreendimento sobre o componente ambiental i)

$$\sum_{i=1}^{88} \sum_{j=1}^{100} (m_{i,j} \cdot r_{i,j}) \quad (3)$$

[valor relativo do impacto do empreendimento (ou de uma de suas alternativas) sobre a totalidade do ambiente]

Mota & Aquino (2002) citam que a matriz de Leopold, com diversas variantes, tem sido utilizada em estudos de impactos ambientais, procurando associar os impactos de uma determinada ação de um empreendimento com as diversas características ambientais de sua área de influência. Propõem um novo tipo de matriz de interação a ser utilizada em estudos de impacto ambiental, a qual, segundo os mesmos, permite uma avaliação mais detalhada dos impactos de um empreendimento, associando cada ação do mesmo a uma característica específica de um meio – abiótico, biótico ou antrópico.

A partir do conhecimento de alguns tipos de matrizes utilizadas em processos de avaliação de impactos ambientais, desenvolveram uma matriz que apresentava, de forma mais direta, conforme os autores, uma interação entre determinada ação de um empreendimento e seus impactos sobre as diversas características de um meio. A matriz foi aplicada a um empreendimento real. Segundo os mesmos, as informações obtidas foram mais completas que as geralmente conseguidas através das matrizes convencionais.

Um esquema simplificado da matriz de Leopold foi aplicado por Roveda *et al.* (2005) a duas áreas reais em Passo Fundo, onde foram adotadas, para ações do empreendimento (alteradoras do ambiente), introdução de flora específica, pavimentação, urbanização, obras de saneamento, e desmatamento; e como componentes (fatores) ambientais, o microclima/qualidade atmosférica, a compactação e deposição do solo, a vegetação local e, por fim, a densidade populacional. Foram geradas 20 interações, sendo cada uma delas feita 2 vezes (para a área (1) e para a área (2), totalizando 40 quadrículas).

Silva (2006) apresenta projeto sobre melhoria contínua do índice da qualidade de aterros de resíduos (IQR), onde propõe reformulação da metodologia utilizada para a qualificação dos aterros do estado de São Paulo. A proposta é construir um novo questionário, introduzindo novos itens, objetivando o sistema de gestão ambiental e a avaliação do potencial de aproveitamento energético com recuperação do biogás do aterro. Como base conceitual, utilizou-se de conceitos já consagrados, como o método da matriz de Leopold.

Carneiro & Campos (2006), em seu artigo, objetivaram-se a efetuar a análise *ex post* do estudo de impacto ambiental (EIA) do reservatório Atalho, situado no município de Brejo Santo, Ceará. Procuraram identificar a viabilidade ambiental do projeto, inicialmente preconizado, por meio da análise dos principais impactos ambientais decorrentes da sua implantação e operação. A avaliação de impacto empreendida foi conduzida segundo método proposto por outros pesquisadores, oriundo da evolução do método matricial proposto por Leopold. A análise global do empreendimento, que envolve os resultados obtidos para as áreas de influência física e funcional, demonstrou que, em sua versão original, o projeto apresenta uma soma de benefícios ponderados inferior ao conjunto das adversidades e das

indefinições presenciadas, o que o caracteriza como indefinido ou mal concebido. A incorporação das medidas de proteção ambiental, no entanto, conseguiria reverter esse quadro, conduzindo o projeto para a situação favorável ao meio natural.

2. A CONVERSÃO DA MATRIZ DE LEOPOLD VARIADA PARA AVALIAÇÃO DO ENSINO-APRENDIZAGEM

Imaginou-se elaborar uma transformação da matriz de Leopold, já citada, que avalia impactos ambientais, para uma matriz de avaliação ensino-aprendizagem.

As ações potencialmente alteradoras do ambiente (impactantes) seriam os itens (5 itens) de avaliação do professor pelo aluno, utilizados por uma determinada faculdade de engenharia.

- a] O professor trabalhar os conteúdos da disciplina com clareza, destacando aspectos importantes da matéria;
- b] O professor enriquecer as aulas com resultados de pesquisa e/ou material atualizado;
- c] O professor incentivar a participação dos alunos, considerando o seu questionamento crítico e suas contribuições;
- d] O professor apresentar e deixar claro para os alunos os procedimentos de convivência em sala de aula e os critérios de avaliação;
- e] O professor analisar com os alunos os resultados das avaliações e esclarecer dúvidas.

Os fatores (componentes) ambientais foram substituídos por impactos nos alunos e são os seguintes: nota, interesse, satisfação, apreensão do conteúdo, e crescimento profissional.

É gerada uma matriz de 5x5, totalizando 25 interações, salientando-se que não se está analisando isoladamente a ação do professor, mas sim, associada com o impacto no aluno. Por exemplo, a avaliação do professor (ação impactante) associada ao impacto no aluno (componente ambiental), pode ser mais ou menos forte (ou fraca) dependendo da interação que se está analisando.

Exemplificando, a nota atribuída à interação de um professor com boa clareza (ação impactante / avaliação do professor) associada à satisfação do aluno (componente ambiental / impacto no aluno) pode ser diferente da nota atribuída à interação de um professor com boa clareza associado ao crescimento profissional.

Para se valorar cada quadrícula (interação), as magnitudes foram consideradas como sendo os próprios itens de avaliação do professor (ações do empreendimento, no caso de Leopold), e foram - 2, - 1, 0, +1, e +2, sendo tanto menor quanto mais “falha” for a ação do professor naquele quesito (lembrando-se sempre de considerar a associação do impacto no aluno). Pode-se pensar que as notas anteriores correspondem, respectivamente, às seguintes afirmações às questões “a”, “b”, “c”, “d”, e “e”:

- discordo plenamente;
- discordo pouco;
- indiferente;
- concordo pouco;
- concordo plenamente.

As importâncias, que usualmente são relevância global no contexto espaço-temporal, foram reduzidas ao âmbito temporal, visto que, nesse caso, até como uma forma de simplificação, o quesito espacial não se aplica. Variaram de 1 a 5, e foram definidas da seguinte maneira:

- Durante cada etapa de notas dentro do mesmo período: nota 1;
- Durante o semestre: nota 2;

Durante os 02 primeiros anos de curso: nota 3;

Durante todo o curso: nota 4;

Durante a vida profissional: nota 5.

Para obter-se o valor da quadrícula (interação), multiplica-se o valor da avaliação do professor pelo aluno pelo impacto nos alunos (são 25 interações).

Dessa forma, o valor de cada quadrícula variará de 0 a ± 10 , enquanto na matriz de Leopold, cada quadrícula assume valores de -100 a +100.

Ao final, deve-se fazer o somatório total, lembrando-se de aplicar aos vários cenários (situações) propostos. Assim como na matriz de Leopold, devem ser considerados 2 ou mais cenários (ou situações). Proceda-se da mesma maneira, só que os cenários adotados são “o fato do professor avaliar o aluno por prova” e o “fato do professor avaliar por trabalho”.

A hipótese feita foi de que o critério de avaliação dos alunos, pelo professor, possa influir na nota final da quadrícula (interação). Dessa forma, não serão “resolvidas” apenas 25 quadrículas, mas 50 (25 para cada cenário). Nessa hipótese, o presente trabalho sugere que as atribuições sejam feitas tendo-se em mente que são referentes a disciplinas teóricas.

É importante não confundir que o que cada quadrícula leva em conta, para o seu “resultado”, não é efeito na nota da prova e/ou na nota do trabalho, mas sim se o critério de avaliação do aluno pelo professor é através de provas ou de trabalhos.

Evidentemente, é bastante comum que o critério não seja exclusivamente avaliação por prova ou trabalho, talvez um misto dos dois tipos, ou outro.

Assim sendo, quanto maior o valor modular positivo, significa que “mais positiva” foi a interação (foi mais favorável e teve efeito mais duradouro), e quanto maior o valor modular negativo, “mais negativa” foi a mesma (mais desfavorável, também com efeito mais duradouro).

Ao final, realiza-se o somatório geral das quadrículas de cada cenário.

3. RESULTADOS E CONCLUSÕES

O método proposto foi aplicado por um dos autores do presente trabalho. Para tal, foi adotado o enfoque direcionado a disciplinas teóricas. Após os cálculos, chegou-se aos seguintes valores:

Cenário (1): Critério de avaliação dos alunos pelo professor com provas: somatório final: 175 pontos.

Cenário (2): Critério de avaliação dos alunos pelo professor com trabalhos: somatório final: 156 pontos.

Dessa forma, conclui-se que, para a situação específica, tendo-se em vista que a aplicação foi feita por uma única pessoa, com a subjetividade imposta, o critério de avaliação dos alunos pelo professor mais interessante, exclusivamente para o caso de disciplinas teóricas, é a aplicação de provas.

Trata-se de uma simples proposição. De fato, são necessários muitos testes, ajustes, séries de dados temporais, análises estatísticas, a fim de poder aferir sua real aplicabilidade, com etapas de validação e calibração.

Dessa forma, quaisquer contribuições aos autores são muito bem-vindas.

4. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Aplicar a presente técnica para disciplinas práticas e/ou teórico-práticas;
- Adotar novos critérios de importância (impactos nos alunos);
- Realizar tal proposta com várias turmas no mesmo ano, e com a mesma turma em diversos anos, a fim de se obter séries estatísticas.

5. REFERÊNCIAS

CANTER, L.W. Environmental impact assessment. Nova York: Mc Graw Hill, 1977.

CARNEIRO, F.M.; CAMPOS, R.T. Análise *ex post* do estudo de impacto ambiental: o caso do açude atalho em Brejo Santo, Ceará. Revista Econômica do Nordeste, Fortaleza, v. 37, n. 2, p. 248-260, 2006.

FAZENDA, I. C. A., KIECKHOEFEL; L., PEREIRA, P. P. e SOARES, A. Z. Avaliação e Interdisciplinaridade R. Interd., São Paulo, Volume 1, número 0, p.01-83, Out, 2010.

LEOPOLD, L.B. *et al.* A procedure for evaluating environmental impact. Geological Survey Circular 645, Washington, 1971.

LIMA, D. de J., SILVA, L. C. e ARAÚJO, M. J. A Avaliação da Aprendizagem nas Escolas. Cadernos de Graduação - Ciências Humanas e Sociais | Aracaju | v. 1 | n.16 | p. 49-57 | mar. 2013

MOTA, S.; AQUINO, M. D. Proposta de uma matriz para avaliação de impactos ambientais. Anais: VI Simpósio Ítalo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Vitória, 2002.

PIZZO, H. S.; VEIGA, A. L. W. Problematizando a questão avaliação-aquisição do conhecimento no ensino da engenharia. Anais: III Encontro de Ensino de Engenharia, 1997, Petrópolis, 1997.

ROVEDA, M. *et al.* Aplicação do método de Leopold na avaliação de impacto ambiental. Anais: I Simpósio Sul de Gestão e Conservação Ambiental – Biodiversidade: Ensino e Pesquisa. Erechim: URI, 2005.

SILVA, M.F. Análise de instrumentos de gestão ambiental visando a melhoria contínua do índice da qualidade de aterro de resíduos – IQR do estado de São Paulo. Relatório de Projeto. CETESB/SMA/MCT. Campinas, 2006.

PROPOSED USE OF THE ENVIRONMENTAL IMPACTS MATRIX (LEOPOLD) VARIED APPLIED TO TEACHING-LEARNING PROCESS IN HEIs: THEORETICAL SUBJECTS

Abstract: *This paper proposes a technique for subjective assessment of teaching and learning at higher education institutions. It is grounded in the concepts of interaction matrices, notably Leopold matrix, which is a technique for assessing environmental impacts. It works with concepts of interaction between development actions and environmental factors, creating potential environmental impacts, and analyzed issues related to the magnitude and importance of each interaction. The final result is related to each possible situation (scenario), for example, an enterprise facility. It is now suggested a transformed matrix for evaluating the teaching-learning process. The actions of the enterprise shall be the evaluation that the students do about the professor, and environmental factors, the impact on students. Several interactions are analyzed, applied to each scenario. The scenarios are the fact of the professor evaluate by academic tests, and evaluate by other academic activities. As a matter of choice, it worked here with the case of theoretical disciplines. Eventually a result, prepared by one of the authors, is presented.*

Key-words: *Teaching-learning process, Assessment of environmental impacts, Interaction matrices, Evaluation listings.*