



Sustainable Production Systems, uma Visão da Engenharia: Relacionada ao Tripé de Sustentabilidade

Luis Fernando Moreira, Daniel Faturi e Silva

RESUMO

Este trabalho apresenta uma percepção dos profissionais de engenharia no Brasil, sobre o tripé de sustentabilidade, que no contexto da pesquisa é representado por crescimento econômico, proteção ao meio ambiente e igualdade social, e verifica a percepção de sua aplicação na indústria por meio de produção verde e sustentável. Esta pesquisa apoiada nos três pilares da sustentabilidade, e por meio de uma *survey*, foi realizada com cem profissionais de engenharia em grupos de mídias sociais segmentadas como *Facebook* e *LinkedIn*, considerando a multidisciplinaridade de atuação de cada engenheiro, investigou-se como cada um dos engenheiros distingue a sustentabilidade, implementação, diminuição do impacto ambiental, investimentos e ações na indústria que o profissional de engenharia atua. Os resultados evidenciaram e quantificaram, através de análises de variância, e de médias, uma visão heterogênea e global dos engenheiros relacionado ao tripé de sustentabilidade e sua aplicação na indústria, tornando claro o desafio para estes profissionais em suas respectivas áreas de atuação. O estudo tem como base o plano gerencial e estratégico, pois a utilização de uma ferramenta como a matriz GUT, se aplicada no contexto do tripé de sustentabilidade, pode criar prioridades na aplicação de medidas de gestão ambiental.

Palavras-chave: Tripé de Sustentabilidade. Engenheiros. Percepção. Matriz GUT.

1 INTRODUÇÃO

Vive-se nos dias atuais o paradigma da sustentabilidade, entende-se que se faz necessário pensar e repensar um mundo sustentável, participativo, responsável em suas ações. Tais ações dentro de uma indústria têm causa e efeito, os profissionais responsáveis por essas ações de mudanças nas indústrias precisam redefinir seu planejamento e ações voltadas a este novo pensamento sustentável. Isso porque a introdução efetiva da sustentabilidade em empresas, exige ações que extrapolam os limites organizacionais, abrangendo o ambiente interorganizacional (SEURING; GOLD, 2013). Para isso, a utilização de profissionais engajados neste novo modelo de negócio sustentável é imprescindível para a continuação e o sucesso de uma indústria. Contudo, é necessário saber quais os principais desafios para a indústria na implementação deste modelo para ser considerado sustentável.

Os recursos naturais usados em demasia pelo contínuo crescimento populacional, assim como, a falta da convivência igualitária e pacífica, sensibiliza o planeta a tal ponto que, para diminuir a desigualdade socioambiental, objetivos precisaram ser regidos por um relatório da Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura, com o tema sustentabilidade (UNESCO, 2017).

A área de engenharia possui ferramentas e recursos práticos que podem cooperar para a aplicação destes objetivos. Engenheiros sensíveis com uma boa visão global destas temáticas, em muito contribuem para o desenvolvimento desta proposição de gestão sustentável baseada no tripé de sustentabilidade. Esses bacharéis, sobretudo os engenheiros, tornaram-se professores e, muitas vezes, dividem seu tempo entre o exercício desta profissão e a de origem na qual se formaram nas universidades (SOUZA; NASCIMENTO, 2013). Esta



gestão sustentável tem como objetivo reduzir os impactos ambientais, gerar riqueza, valor e atender aos anseios sociais que compõem a TBL (*Triple Bottom Line*) ou o tripé da sustentabilidade - social, ambiental e econômico (BARBIERI et al.; 2010).

Na visão dos profissionais de engenharia, a sustentabilidade tem entendimentos diferentes, além de efetividade, eficiência e eficácia do engenho humano na solução de problemas. Isso está na formação curricular da própria engenharia do século XXI, que é transversal e basilar a todas as suas inúmeras especialidades. E está também intrinsecamente relacionada ao conceito de engenharia de valor. Estes valores estão relacionados a dimensões ambientais, sociais e econômico-financeiras, que são aplicadas neste artigo. Segundo a União dos Produtores de Bioenergia, UDOP (2018) existem no Brasil, mais de 1,5 milhões de profissionais ativos cadastrados no sistema Conselho Federal de Engenharia e Agronomia, (CONFEA) e Conselho Regional de Engenharia e Agronomia, (CREA). Entre engenharia civil, elétrica, mecânica, são mais de 300 títulos profissionais cadastrados no sistema CONFEA/CREA. A Engenharia Agrônoma corresponde à cerca de 7% deste total, com aproximadamente 102 mil profissionais cadastrados, ocupando a terceira posição no ranking das áreas que mais formam profissionais para engenharia no Brasil.

O presente artigo aborda como objetivo geral, uma percepção dos profissionais de engenharia relacionado ao *Triple Bottom Line*, e para atingir o objetivo geral serão distribuídos em três objetivos específicos que são: (1) Mensurar a satisfação com ações sustentáveis sobre o que é apresentado das iniciativas de *Triple Bottom Line* ao profissional de engenharia. (2) Evidenciar a percepção sobre as principais iniciativas e investimentos em sustentabilidade dentro da indústria que os profissionais de engenharia atuam, e as prioridades a nível de investimento na sustentabilidade. (3) Indicar uma iniciativa de simples aplicação, por meio de uma ferramenta de tomada de decisão, que melhor se adequa na percepção dos engenheiros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Na presente seção, serão apresentados os conceitos principais sobre sustentabilidade, abordando o desenvolvimento, o tripé e os sistemas sustentáveis. Também será conceituada a ferramenta de apoio a gestão e planejamento, denominada de matriz GUT, utilizada na construção dos resultados deste documento.

2.1 SUSTENTABILIDADE

O conceito de sustentabilidade foi abordado pela primeira vez em 1987 e oficializada na Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD), da Organização das Nações Unidas (ONU), como "a habilidade de atender às necessidades presentes sem comprometer a habilidade de futuras gerações de satisfazer suas próprias necessidades" (CMMAD, 1988, p. 9).

O tema de surgimento na sua total maioria, foi a preocupação com o Meio Ambiente, com a incorporação de novos temas relacionados ao meio ambiente, e foi compreendido por outros panoramas. Pesquisadores e gestores, hoje têm como premissa o cuidado com as questões econômicas, sociais e ambientais no momento da elaboração e desenvolvimento de produtos para a adequação aos parâmetros sustentáveis requeridos pela contemporaneidade (OLIVEIRA, 2012).

Durante muitos anos, a engenharia adquiriu a marca de uma área que formava pessoas puramente tecnologistas, não preocupadas com as implicações do uso da tecnologia na sociedade (SILVA, et. al.; 2009). Conforme Tommasiello e Guimarães (2013), o



desenvolvimento sustentável é responsabilidade de todos, e a eficiência, assim, como a redução do desperdício, devem ser tidas como prioritárias.

De acordo com Sousa e Gomes (2010), a união entre racionalidade e capitalismo influencia as relações entre o trabalho do engenheiro e a sociedade, sendo que a alteração desse quadro depende de uma ação muito forte, “mudanças na esfera dos valores se fazem necessárias, e isso pode ocorrer na formação do profissional da tecnologia” (SOUSA e GOMES, 2010, p. 90).

Líderes, gestores e empresários são desafiados a contribuir de maneira individual, organizacional e social para a sustentabilidade e o desenvolvimento sustentável (SCHALTEGGER et. al., 2016). Uma sociedade altamente influenciada e imersa na tecnologia, faz com que o engenheiro seja um incorporador de soluções, em vez de fornecer uma solução distinta mesmo em áreas em que não é especializado.

2.1.1 Desenvolvimento sustentável

A definição de desenvolvimento sustentável foi redefinida pela *World Commission on Environment and Development* (1987, p. 41). Segundo a estruturação deste documento, desenvolvimento sustentável é “aquele capaz de atender às necessidades das atuais gerações sem comprometer os direitos das futuras gerações”. A literatura teórica e empírica indica, que a inclinação das organizações em direção à sustentabilidade não constitui apenas uma tendência transitória na teoria dos negócios, mas uma grande transformação contínua nas práticas empresariais, estimulada pela tensão financeira global e pela crescente crise de recursos ambientais (STAVROPOULOU, 2015).

As indústrias vêm adotando o *slogan* de sustentabilidade, mas não podem ser consideradas em sua totalidade de fato sustentáveis, pois utilizam definição de “produção verde” como uma estratégia para sensibilizar o consumidores e fornecedores, além de proporcionar uma imagem positiva da organização na sociedade que está inserida. De acordo com Yemal et. al (2011, p. 4):

“A sustentabilidade é uma filosofia que está encorajando o mundo empresarial a procurar melhorias ambientais que potenciem, paralelamente, benefícios econômicos. Concentra-se em oportunidades de negócio e permite às empresas tornarem-se mais responsáveis do ponto de vista ambiental e mais lucrativas. Incentiva a inovação e, por conseguinte, o crescimento e a competitividade”.

Ao definir como objetivo a dimensão econômica em detrimento da ambiental e social, houve o favorecimento da indústria em como o termo sustentabilidade se confunde, no entanto, não se deixou de avaliar a consideração do dimensionamento econômico de engajar empresas e investidores a se comprometerem com investimentos na sustentabilidade. De acordo com Oliveira et. al. (2013) o curso de Engenharia Ambiental no Brasil obteve um percentual de crescimento de 664,5% se comparamos o ano de 2001 ao ano de 2011, fator que legitima a necessidade e o interesse da sociedade pela atuação na área.

2.1.2 O Tripé de sustentabilidade na indústria (*Triple Bottom Line*)

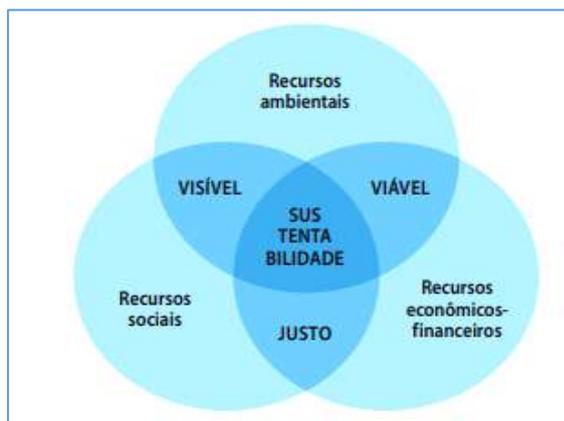
O termo sustentabilidade, cada vez mais, vem adquirindo papel de maior destaque nas discussões e nos planos das gestões de negócios atuais (AMORIM, 2015). A conjuntura empresarial atual é constituída por diversos desafios à manutenção dos negócios, em função de diversas crises econômicas em um mercado totalmente globalizado. É o que destaca, por exemplo, a Confederação Nacional da Indústria em sua sondagem na indústria da construção



(CNI, 2016).

De acordo com Barbosa (2007) os componentes fundamentais para desenvolvimento sustentável consistem em: crescimento econômico, proteção ao meio ambiente e igualdade social. Estes fundamentos fundidos a mudança de modelo na indústria, que tinha unicamente o foco na lucratividade, se renovaram em uma nova concepção de sustentabilidade e desenvolvimento, dando origem ao *Triple Bottom Line* da Sustentabilidade ou TBL.

Figura 1 - A sustentabilidade em suas dimensões ambientais, sociais e econômico-financeiras (*Triple Bottom Line*).



Fonte: Alledi, F. C. (2003).

Mckenzie (2004) afirma que o termo *triple bottom line*, foi desenvolvido pelo ambientalista e economista John Elkington em 1997, e rapidamente tornou-se um lugar comum na comunicação empresarial global, que considerou o meio ambiente e a sociedade, juntamente com preocupações econômicas.

Nidumolu et. al (2009), apresentam estudos realizados com trinta empresas de grande porte dos Estados Unidos, demonstrando que a sustentabilidade é um rico filão de inovações organizacionais e tecnológicas capazes de gerar tanta receita como lucro. Portanto, “o valor sustentável incorpora benefícios econômicos, sociais e ambientais conceituados como formas de valor” (EVANS et al., 2017, p. 601).

Souza e Cordeiro (2010) destacam que para se obter o desenvolvimento sustentável no mercado brasileiro, é necessário alinhar o tripé de sustentabilidade ao planejamento estratégico da organização. As empresas obtêm muitas vantagens ao compartilhar, reter conhecimentos e habilidades de seus empregados, fornecedores e clientes (CARMELI et al., 2013). A retenção destes conhecimentos, trabalham em sincronia com uma manufatura sustentável que agregará valor a seu sistema de produção.

2.1.3 Sistemas de produção sustentáveis

A manufatura sustentável integra os conceitos de manufatura e sustentabilidade. Manufatura é definida por Kalpakjian (2001, p. 2) como: “[...] o uso de máquinas, ferramentas e mão de obra para a produção de produtos para uso ou venda [...]”, referindo-se normalmente à produção em escala industrial, onde recursos materiais e energéticos são transformados em produtos acabados em larga escala.

Apesar de sua definição mais recente englobar as três dimensões da sustentabilidade, o termo *sustainable manufacturing* está mais relacionado ao prisma ambiental. Assim, diversos autores (BERGMILLER, 2006; DORNFELD, 2012; RUSINKO, 2007) têm



empregado mais o termo *GREEN MANUFACTURING*.

Green Manufacturing, que também recebe a alcunha de Produção mais limpa (P+L). Segundo Kazmierczyk (2002), a *United National Industrial Development Organization* (UNIDO) define a Produção mais limpa como uma estratégia preventiva e integrada que pode ser utilizada em todas as fases do processo produtivo.

Segundo o Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL-RS (2018) a produção mais limpa se divide em cinco fases distintas, apresentadas em conjunto na Figura 2, cada uma compreendendo vários passos.

Figura 2: Cinco fases da implementação da produção mais limpa



Fonte: Desenvolvida pelos autores (2018).

Segundo Rizzo e Batocchio (2011), as vantagens da aplicação da Produção mais limpa se concentram na promoção do uso eficiente de matéria prima; água; energia; a fim de eliminar ou reduzir, direto nas fontes de origem, a quantidade de resíduos não desejados.

Broman et al. (2017), na perspectiva do desenvolvimento sustentável, argumentam que este enquadramento conceitual é fundamental para que as empresas possam analisar situações atuais em relação a visões e estratégias para a sustentabilidade. Uma ferramenta de tomada de decisão de fácil aplicação e a matriz GUT que será abordada na próxima seção.

2.2 MATRIZ GUT

A matriz GUT é uma ferramenta muito utilizada pelas empresas para priorizar os problemas que devem ser atacados pela gestão, bem como para analisar a prioridade que certas atividades devem ser realizadas e desenvolvidas (PERIARD, 2011).

Para solucionar problemas, estratégias, desenvolvimento de projetos, tomada de decisões, a matriz GUT é bem útil para todas essas questões, GUT é a sigla para definir as palavras Gravidade, Urgência e Tendência. A grande vantagem em se utilizar a Matriz GUT é que a mesma auxilia o indivíduo a avaliar de forma quantitativa os problemas da empresa, tornando possível priorizar as ações corretivas e preventivas (PERIARD, 2011).



Quadro 1 – Fatores relevantes ao analisar-se a Matriz GUT

| NOTA | GRAVIDADE | URGÊNCIA | TENDENCIA |
|------|--------------------|--|--------------------------|
| 5 | Extremamente grave | Necessidade de ação imediata | Irá piorar rapidamente |
| 4 | Muito grave | Muito urgente | Irá piorar a curto prazo |
| 3 | Grave | Urgente, merece atenção no curto prazo | Irá piorar a médio prazo |
| 2 | Pouco grave | Pouco urgente | Irá piorar a longo prazo |
| 1 | Sem gravidade | Não irá mudar | Não irá mudar |

Fonte: Periard (2011).

Para obter-se o grau de significância das prioridades, basta efetuar o produto entre as notas atribuídas da seguinte fórmula: $(G) \times (U) \times (T)$, presente no Quadro 1. Depois de realizados os cálculos deve-se criar um ranking dos argumentos, de forma que o de maior valor será classificado em primeiro lugar na lista de prioridades a serem apresentadas no estudo onde será apresentada os cinco mais bem ranqueados de acordo com a sua prioridade.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O método utilizado teve abordagem quantitativa com a coleta de dados por meio de pesquisa *survey*, que envolve um questionário, com a utilização do *software Survey Monkey*.

De acordo com Richardson (1989), este método caracteriza-se pelo emprego da quantificação, tanto nas modalidades de coleta de informações, quanto no tratamento, através de técnicas estatísticas, desde as mais simples, até as mais complexas.

As pesquisas descritivas, por sua vez, têm por objetivo descrever criteriosamente os fatos e fenômenos de determinada realidade, de forma a se obter informações a respeito daquilo que já se definiu como problema a ser investigado (TRIVIÑOS, 2008).

Para a análise dos dados serão utilizados, os testes de Levene e ANOVA utilizando o *software* de análise SPSS 22 e a matriz GUT para ranquear as prioridades das iniciativas de sustentabilidade tais como: redução, utilização e reciclagem de recursos, redução do consumo de água, aumento da eficiência energética.

3.1 TÉCNICA AMOSTRAL

O processo de amostragem se deu pela lógica não-probabilística, utilizada quando não se conhecem o tamanho do universo e os indivíduos são selecionados através de critérios subjetivos do pesquisador, com técnica realizada por conveniência que é adequada e frequentemente utilizada para geração de ideias em pesquisas exploratórias (ARIBONI; PERITO, 2004).

A *survey* foi aplicada para 100 respondentes de engenharia, onde apresentou 10 questões. O canal de difusão desta *survey* foram redes sociais (*Facebook* e *LinkedIn*) focadas na área correlacionada da pesquisa durante os meses de Abril e Maio de 2018, com o critério de busca orientado a engenheiros com viés multidisciplinar.

3.2 AMOSTRAGEM SISTEMÁTICA

De acordo com Martins (2002) a amostragem sistemática trata-se de uma variação da amostragem simples, que é conveniente quando a população está ordenada segundo algum critério. No presente estudo, a amostragem está apoiada em grupos de engenheiros com viés multidisciplinar segmentados e identificados nas redes sociais *Facebook* e *LinkedIn*.



3.3 DIMENSIONAMENTO AMOSTRAL

Segundo Arango (2005), o dimensionamento amostral é mencionado como a consagração do número de elementos mínimos indispensáveis de uma amostra a ser empregada em um estudo ou experiência de forma que este tenha legitimidade científica.

O cálculo apresentado foi através da fórmula $n = Z^2 \times P \times Q \times N / e^2 \times (N-1) + Z^2 \times P \times Q$, que está representado no Quadro 2:

Quadro 2: Tamanho da Amostra

| | |
|---|-----|
| 1). Z = Nível de Confiança | 95% |
| 2). P = Quantidade de Acerto esperado (%) | 90% |
| 3). Q = Quantidade de Erro esperado (%) | 10% |
| 4). N = População Total | 135 |
| 5). e = Nível de Precisão (%) | 3% |
| Tamanho da amostra (n) = | 100 |

Fonte: Desenvolvido pelos autores (2018).

Quadro 3: Apresenta o escore Z do nível de confiança.

| Nível de Confiança | Valor de Z |
|--------------------|------------|
| 99% | 2,57 |
| 95% | 1,96 |
| 90% | 1,64 |
| 80% | 1,28 |

Fonte: Desenvolvido pelos autores (2018).

O escore Z é o número de desvios-padrão pelo qual um valor dista da média para mais ou para menos, representado no Quadro 3.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os questionários recebidos foram compilados em uma base de dados eletrônica compatível com o *software* de análise SPSS 22. Inicialmente foram utilizados testes de homogeneidade das variâncias (Teste de Levene) e o teste ANOVA, para verificar a significância dos dados apresentados neste estudo, foi determinado um nível de significância onde o valor numérico que se refere ao valor de p correspondente à probabilidade de rejeitar H0 quando é verdadeira. O grau de confiança é habitualmente escrito como $1 - \alpha$, onde α é o complementar do grau de confiança, ou o nível de significância. Na compilação dos dados feito no *software* SPSS, temos um grau de confiança de 0.95 (ou 95%), é o mesmo do que dizer que temos um nível de significância $\alpha = 0.05$ é o mais utilizado em ciências sociais.

As variáveis analisadas estão de acordo com as perguntas dos questionários, simbolizadas pela letra “P”, na ordem de 1 a 10, sendo descritas sua denominação a medida que forem citadas neste capítulo.

Níveis de significância, segundo D’Hainaut (1997, p. 162):

1. – $p > 0.1$ estatística não significativa;
2. – $p \leq 0.05$ estatística significativa;
3. – $p \leq 0.001$ estatística muito significativa.

Primeiramente apresenta-se a estatística descritiva, apresentada no Quadro 4, por meio do cruzamento das perguntas do *survey*. Segundo Fávero et al. (2009), a estatística descritiva



permite ao pesquisador uma melhor compreensão do comportamento dos dados por meio de tabelas, gráficos e medidas-resumo, identificando tendências, variabilidade e valores atípicos.

Quadro 4: Estatística descritiva da análise da variável (P1) *versus* a variável (P2)

1. Qual o seu gênero?

| | N | Média | Desvio Padrão | Erro Padrão | Intervalo de confiança de 95% para média | | Mínimo | Máximo | Variância entre componentes |
|--------------------|-----|--------|---------------|---------------------|--|---------------------|--------|--------|-----------------------------|
| | | | | | Limite inferior | Limite superior | | | |
| MASCULINO | 87 | 6,2069 | 1,68535 | ,18069 | 5,8477 | 6,5661 | 1,00 | 10,00 | |
| FEMININO | 13 | 6,6923 | 2,49615 | ,69231 | 5,1839 | 8,2007 | 3,00 | 10,00 | |
| Total | 100 | 6,2700 | 1,80266 | ,18027 | 5,9123 | 6,6277 | 1,00 | 10,00 | |
| Modelo | | | | | | | | | |
| Efeitos fixos | | | 1,80432 | ,18043 | 5,9119 | 6,6281 | | | |
| Efeitos aleatórios | | | | ,18043 ^a | 3,9774 ^a | 8,5626 ^a | | | -,02611 |

Fonte: *Software SPSS 22* (2018).

A variância entre componentes é negativa. Ela foi substituída por 0,0 no cálculo dessa medida de efeitos aleatória. O quadro 5 apresenta o cruzamento da variável (P1) *versus* a variável (P2).

Quadro 5: Traz a análise das variáveis (P4) *versus* a variável (P5)

2. Qual a sua área de formação na engenharia?

| Estatística de Levene | df1 | df2 | Sig. |
|-----------------------|-----|-----|------|
| 5,241 | 1 | 98 | ,024 |

Fonte: *Software SPSS 22* (2018).

No quadro 5 inicialmente avaliou-se as variável gênero (P1) e a variável área de formação na engenharia (P2) onde apresenta a estatística descritiva, e no quadro 2 constatou-se que a uma significância de 0,024 entre as duas variáveis analisadas apresentaram a homogeneidade entre o gênero e a área de formação de cada respondente ficando a abaixo de 0,05. No tocante à presença das engenheiras no mercado de trabalho, nota-se que ainda há um tratamento diferenciado entre um homem engenheiro e uma mulher engenheira (LOMBARDI, 2006).

Quadro 6: Traz a análise das variáveis (P4) *versus* a variável (P5)

3. Quantos anos você é profissional de engenharia?

| | N | Média | Desvio Padrão | Erro Padrão | Intervalo de confiança de 95% para média | | Mínimo | Máximo | Variância entre componentes |
|----------------------|-----|--------|---------------|-------------|--|-----------------|--------|--------|-----------------------------|
| | | | | | Limite inferior | Limite superior | | | |
| 1.ENTRE 0 A 5 ANOS | 45 | 3,0667 | 1,03133 | ,15374 | 2,7568 | 3,3765 | 1,00 | 5,00 | |
| 2.ENTRE 05 A 10 ANOS | 16 | 3,0000 | ,96609 | ,24152 | 2,4852 | 3,5148 | 2,00 | 4,00 | |
| 3.ENTRE 10 A 15 ANOS | 14 | 2,7857 | ,80178 | ,21429 | 2,3228 | 3,2487 | 2,00 | 4,00 | |
| 4.ENTRE 15 A 20 ANOS | 9 | 2,4444 | 1,23603 | ,41201 | 1,4943 | 3,3945 | 1,00 | 4,00 | |
| 5.ENTRE 20 A 25 ANOS | 12 | 2,7500 | 1,05529 | ,30464 | 2,0795 | 3,4205 | 1,00 | 4,00 | |
| 6.ENTRE 25 A 30 ANOS | 4 | 3,7500 | 1,25831 | ,62915 | 1,7478 | 5,7522 | 2,00 | 5,00 | |
| Total | 100 | 2,9500 | 1,02863 | ,10286 | 2,7459 | 3,1541 | 1,00 | 5,00 | |



| | | | | | | | | |
|--------|--------------------|--|---------|--------|--------|--------|--|--------|
| Modelo | Efeitos fixos | | 1,02303 | ,10230 | 2,7469 | 3,1531 | | |
| | Efeitos aleatórios | | | ,12129 | 2,6382 | 3,2618 | | ,01562 |

Fonte: *Software SPSS 22* (2018).

Quadro 7: Traz a análise ANOVA da variável (P4) versus a variável (P5)

5. Estou satisfeito com o que é me apresentado como profissional de engenharia na aplicação do tripé de sustentabilidade na indústria?

| | Soma dos Quadrados | df | Quadrado Médio | Z | Sig. |
|--------------|--------------------|----|----------------|-------|------|
| Entre Grupos | 6,371 | 5 | 1,274 | 1,217 | ,307 |
| Nos grupos | 98,379 | 94 | 1,047 | | |
| | 104,750 | 99 | | | |

Fonte: *Software SPSS 22* (2018).

No quadro 6 apresentou a estatística descritiva do cruzamento dos dados da variável atuação profissional (P4) versus a variável satisfação (P5), já no quadro 4 avaliou-se os anos de atuação profissional de engenharia (P4) e a variável satisfação (P5) sobre o que apresentado *Triple Bottom Line* na indústria, onde ficou constatado que existe uma dispersão do entendimento sobre o tripé de sustentabilidade, onde os engenheiros sabem para que serve, mas de uma forma superficial e de acordo com sua satisfação e o tempo de atuação na engenharia, a significância deste cruzamento resultou em 0,307 comprovando a heterogeneidade ficando abaixo de 0,05 de significância.

Quadro 8: Apresenta o teste de Homogeneidade de Variâncias da variável (P5) versus a variável (P8)

8. Indique as ações tomadas pela indústria para investimentos relativos ao tripé de sustentabilidade?

| | N | Média | Desvio Padrão | Erro Padrão | Intervalo de confiança de 95% para média | | Mínimo | Máximo | Variância entre componentes |
|--|----|--------|---------------|-------------|--|-----------------|--------|--------|-----------------------------|
| | | | | | Limite inferior | Limite superior | | | |
| 1. APOIO A PROJETOS DE PROTEÇÃO OU RECUPERAÇÃO DA FLORA E FAUNA | 9 | 2,7778 | 1,09291 | ,36430 | 1,9377 | 3,6179 | 1,00 | 4,00 | |
| 2. AQUISIÇÃO DE EQUIPAMENTOS MENOS POLUENTES OU QUE GERAM MENOS RISCOS AMBIENTAIS | 17 | 2,8824 | ,99262 | ,24075 | 2,3720 | 3,3927 | 1,00 | 4,00 | |
| 3. ESTUDOS DE IMPACTO AMBIENTAL GERADOS PELAS OPERAÇÕES DA EMPRESA | 15 | 3,5333 | ,99043 | ,25573 | 2,9849 | 4,0818 | 2,00 | 5,00 | |
| 4. INICIATIVAS DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL TANTO INTERNA QUANTO EXTERNA DA EMPRESA | 15 | 3,0000 | 1,13389 | ,29277 | 2,3721 | 3,6279 | 1,00 | 5,00 | |
| 5. INVESTIMENTO EM MITIGAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS | 3 | 3,3333 | ,57735 | ,33333 | 1,8991 | 4,7676 | 3,00 | 4,00 | |
| 6. MANUTENÇÃO PERIÓDICA DE EQUIPAMENTOS QUE RESULTEM EM REDUÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS | 13 | 3,1538 | 1,21423 | ,33677 | 2,4201 | 3,8876 | 1,00 | 5,00 | |
| 7. MELHORIA DE POLÍTICAS, PRÁTICAS E PROCESSOS AMBIENTAIS | 13 | 2,7692 | 1,01274 | ,28088 | 2,1572 | 3,3812 | 1,00 | 4,00 | |



| | | | | | | | | | |
|--|-----|--------|---------|--------|---------|--------|------|------|--------|
| 8. OUTRAS INICIATIVAS NÃO APONTADAS | 2 | 2,5000 | ,70711 | ,50000 | -3,8531 | 8,8531 | 2,00 | 3,00 | |
| 9. NÃO POSSUI NENHUMA INICIATIVA PARA REDUZIR O IMPACTO E PROMOVER MELHOR DESEMPENHO AMBIENTAL | 13 | 2,3846 | ,65044 | ,18040 | 1,9916 | 2,7777 | 2,00 | 4,00 | |
| Total | 100 | 2,9500 | 1,02863 | ,10286 | 2,7459 | 3,1541 | 1,00 | 5,00 | |
| Modelo | | | | | | | | | |
| Efeitos fixos | | | 1,01254 | ,10125 | 2,7489 | 3,1511 | | | |
| Efeitos aleatórios | | | | ,12362 | 2,6649 | 3,2351 | | | ,03754 |

Fonte: *Software SPSS 22 (2018)*.

Quadro 9: Apresenta o teste de Homogeneidade de Variâncias da variável (P5) versus a variável (P8)

5. Estou satisfeito com o que é me apresentado como profissional de engenharia na aplicação do tripé de sustentabilidade na indústria?

| Estatística de Levene | f1 | f2 | Sig. |
|-----------------------|----|----|------|
| 1,494 | | 1 | ,170 |

Fonte: *Software SPSS 22 (2018)*.

De acordo com a análise dos pressupostos, possível de visualizar no Quadro 9, foram encontrados problemas com a variável satisfação, de acordo com o teste de Levene, pois a estatística indica heterogeneidade de variância entre os grupos para a variável satisfação (P5) e em relação a variável investimentos (P8), a significância ficou em 0.170 ficando acima do esperado que é 0.05.

Quadro 10 Traz a análise ANOVA da variável (P5) versus a variável (P10)

5. Estou satisfeito com o que é me apresentado como profissional de engenharia na aplicação do tripé de sustentabilidade na indústria?

| | Soma dos Quadrados | df | Quadrado Médio | Z | Sig. |
|--------------|--------------------|----|----------------|-------|------|
| Entre Grupos | 2,801 | 2 | 1,400 | 1,332 | ,269 |
| Nos grupos | 101,949 | 97 | 1,051 | | |
| Total | 104,750 | 99 | | | |

Fonte: *Software SPSS 22 (2018)*.

Conforme mostrado no Quadro 10, de acordo com a análise dos pressupostos, foram encontrados problemas com a variável satisfação (P5), de acordo com o teste ANOVA, a estatística indica heterogeneidade entre os grupos para a variável (P5), que mede a satisfação do engenheiro em relacionado ao tripé de sustentabilidade e em relação a variável planejamento (P10) que relata qual o nível de planejamento a sustentabilidade é aplicado na indústria, apresentando uma significância que ficou em 0.269 ficando acima do esperado que é 0.05.

4.1 APLICAÇÃO DA MATRIZ GUT

As organizações podem se apoiar em ferramentas de gestão, para que haja a eficiência e eficácia do planejamento estratégico. Alguns aspectos possuem avaliação negativa e devem ter uma priorização de tratativa. Logo, os pontos julgados com maior potencial para o



insucesso devem ser tratados com brevidade, mais do que os pontos com menor potencial. Uma ferramenta que pode ser utilizada neste cenário é a matriz GUT (ALVES et. al., 2015).

A matriz GUT servirá para propor uma iniciativa simplificada e positivista para ser adotada na indústria que o engenheiro está atuando. A grande vantagem em se utilizar a Matriz GUT é que a mesma auxilia o gestor a avaliar de forma quantitativa os problemas da empresa, tornando possível priorizar as ações corretivas e preventivas (PERIARD, 2011).

Para o presente estudo, foram extraídas as respostas dos questionários aplicados aos engenheiros e após análise estatística, foi possível atribuir as notas a matriz e verificar a ordenação da maior (prioridade alta) a menor (prioridade mínima).

Quadro 12: Aplicação da matriz GUT

| Problemas | G Gravidade | U Urgência | T Tendência | GUT | Priorização |
|---|----------------|---------------|----------------|-----------|-------------|
| Iniciativas | | | | | |
| 1. Redução, utilização e reciclagem de recursos. | 5 | 4 | 5 | 14 | 2º |
| 2. Uso de fonte de energia renovável. | 4 | 3 | 4 | 11 | 4º |
| 3. Aumento da eficiência energética | 4 | 3 | 3 | 10 | 5º |
| 4. Redução do consumo de água. | 5 | 3 | 4 | 12 | 3º |
| 5. Redução da geração de resíduos sólidos. | 5 | 5 | 5 | 15 | 1º |

Fonte: Desenvolvido pelos autores (2018).

De acordo com a análise da matriz GUT a redução da geração de resíduos sólidos com um escore de 15 pontos seria a primeira prioridade a ser trabalhada pelas indústrias onde estes engenheiros atuam, segundo Salvato (1982) define resíduo sólido como sendo “qualquer rejeito, lixo, outros materiais descartados, incluindo sólidos, líquidos, semissólidos, gases resultantes de atividades industriais, comerciais, agrícolas e da comunidade”.

Em segundo lugar com 14 pontos a redução, utilização e reciclagem de recursos, a separação e destinação correta de cada resíduo da indústria é muito importante. A destinação dominante (e insustentável) dos resíduos sólidos para aterros é outra problemática importante: “[...] paga-se para ‘enterrar’ resíduos que, muitas vezes, poderiam ser primeiramente reduzidos, ou então reciclados” (SANTOS & GONSALVES DIAS, 2012, p. 150).

No terceiro lugar com escore de 13 pontos, a redução do consumo de água pode ser diminuída, colocando torneiras com sensores de presença. Segundo Fasola et al. (2011) reportam economia de 48% através da substituição de torneiras automáticas por torneiras acionadas por sensor de presença em estudo realizado em duas escolas de Florianópolis, SC.

Em quarto lugar com o escore de 11 pontos, o uso de fonte de energia renovável como painéis de fotovoltaicos utilizando a energia solar substituiria a energia elétrica. Poganietz (2015) complementa que o uso da tecnologia elétrica solar está se desenvolvendo rapidamente, assim como os custos de sua implantação diminuindo, podendo assim, atender as necessidades humanas de produção e consumo.



No quinto lugar com um escore de 10 pontos, o aumento da eficiência energética pode-se utilizar na energia solar como citado no parágrafo acima. Dessa forma, os mercados sustentáveis ganham cada vez mais ambiente e são distintos como aqueles que utilizam as soluções de forma sustentável para acolher suas precisões, desenvolvendo tecnologias limpas, renovação de recursos, reciclagem de materiais e arcando com impactos sociais e ambientais provenientes de seus processos produtivos (BARBIERI, 2011; TRIERWEILLER et al. 2014).

Sobre os cinco itens apresentados na matriz GUT, é importante ressaltar que essa técnica tem sido mais utilizada apenas para a avaliação e tomadas de decisão em processos produtivos, não cobrindo outros aspectos ambientais relevantes, como os impactos ambientais associados às atividades de manufatura, sendo essa lacuna também, uma possível área para o desenvolvimento de novas pesquisas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesse estudo a pesquisa buscou apresentar a percepção e visão do profissional de engenharia sobre o tripé de sustentabilidade e sua implementação pelos engenheiros na indústria, onde o estudo comprovou uma heterogeneidade nos cruzamentos dos dados das variáveis (P4), que é o tempo de experiência de cada engenheiro na indústria que está inserido, que não apresentou significância, e a variável (P5) que mediu a satisfação no que é apresentado na formação do engenheiro nos dias atuais.

Nas variáveis (P5) que mede a satisfação do engenheiro em relacionado ao tripé de sustentabilidade e em relação a variável (P8) que relata investimentos relativos ao tripé de sustentabilidade também se comprovou está heterogeneidade nos dados. Neste mesmo raciocínio os dados das variáveis (P5) que mede a satisfação do engenheiro em relacionado ao tripé de sustentabilidade e em relação a variável (P10) que relata qual o nível de planejamento a sustentabilidade é aplicado na indústria comprovou-se está mesma heterogeneidade.

O único cruzamento que apresentou homogeneidade foi da análise da variável (P1) que relata o gênero do respondente e a variável (P2) que relata a área de formação da engenharia do respondente que ficou significativo com 0,021 ficando abaixo da estipulado no presente estudo que é de 0,05.

Embora representados de modo desigual, os dados corroboram o entendimento percebido pelos engenheiros com uma visão mais dispersa e heterogênea sobre tripé da sustentabilidade, sendo assim, de posse dessa realidade, percebe-se que estamos diante de um desafio, principalmente na indústria. Faz-se necessário estabelecer um amplo espaço de discussão e conscientização de toda a sociedade sobre a importância do desenvolvimento sustentável pautado em políticas públicas e práticas sustentáveis pelo tripé de sustentabilidade.

É preciso chamar a atenção das indústrias e dos profissionais de engenharia, para ressaltar a necessidade de produzir, de fato, aplicação de educação ambiental nas indústrias e certificar em uma norma especificada para gestão ambiental como a ISO14001/2015.

Entende-se que este estudo tem como foco o segmento gerencial, justamente pela utilização da matriz GUT como uma ferramenta de tomada de decisão, e por sua simples aplicação no desenvolvimento sustentável, pode-se criar prioridades na aplicação de medidas de gestão ambiental apoiadas no tripé de sustentabilidade. Na análise da estatística descritiva da variável (P5) *versus* a variável (P10), o nível de planejamento para sustentabilidade ficou delineado no planejamento estratégico da indústria. Para pesquisas futuras poderá ser aplicada uma pesquisa com um número maior de 100 respondentes, ou em uma única área de estudo de engenharia, mas também para outras áreas, como Ciências Sociais.



REFERÊNCIAS

- ALLEDI, C. F. **O tripé da sustentabilidade**. 2003. Trabalho de Conclusão do Curso (Gestão de Negócios Sustentáveis) – LATEC-UFF Business School, Rio de Janeiro, 2003.
- ALVES, T. L.; ALBANO, C. S.; WOHLBERG, J.; SANTOS, C. O. **Utilização da matriz SWOT como forma de introduzir o planejamento estratégico em pequenas e micro organizações**: um estudo de caso em uma organização do setor cerealista. In: XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Fortaleza, Ceará, 2015;
- AMORIM, D. F. B. **Sustentabilidade é compromisso com a ação**. Revista Master, Porto Alegre, v. 142, p.19-19, 2015.
- ARANGO, H. G. **Bioestatística – Teórica e Computacional**, editora Guanabara Koogan, 2ª edição, 2005, Rio de Janeiro/RJ
- ARIBONI, S; PERITO, R. **Guia Prático para um projeto de pesquisa exploratória, experimental, descritiva**. São Paulo: Unimarco, 2004.
- BARBIERI, J. C. **Gestão ambiental empresarial**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2011. 376p.
- BARBIERI, J. C.; et al. **Inovação e sustentabilidade: novos modelos e proposições**. RAE - Revista de Administração de Empresas, São Paulo, v. 50, n. 2, p. 146-154, abr./jun. 2010.
- BARBOSA, P. R. A. **Índice de sustentabilidade empresarial da bolsa de valores de São Paulo (ISE-BOVESPA)**: exame da adequação com referência para aperfeiçoamento da gestão sustentável das empresas e para formação de carteiras de investimentos orientadas por princípios de sustentabilidades corporativas. 2007. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade federal do Rio de Janeiro, Instituto COPPEAD de Administração, 2007.
- BARROS, A. J. S., LEHFELD, N. A. de S. (2000). **Fundamentos de metodologia científica: um guia para a iniciação científica**. São Paulo: Pearson Education do Brasil.
- BERGMILLER, G. G. (2006). **Lean manufacturers transcendence to green manufacturing: correlating the diffusion of lean and green manufacturing systems**. Florida: University of South Florida.
- BROMAN G.; et al. **Science in support of systematic leadership towards sustainability**. Journal of Cleaner Production, v. 140, p. 1-9, 2017.
- BRUSCHINI, C. **Médicas, arquitetas, advogadas e engenheiras: mulheres em carreiras profissionais de prestígio**. Revista Estudos Feministas, v. 7, n. 1/2, p.9-24, 1999.
- CARMELI, A.; et al. Leadership, creative problem-solving capacity, and creative performance: the importance of knowledge sharing. **Human Resource Management**, v. 52, n. 1, p. 95-121, 2013.
- Certificação **ISO 14001**. Bureau Veritas. Disponível em:



<http://www.bureauveritas.com.br/services+sheet/certificacao_iso_14001>. Acesso em 02 mai 2018.

CNI – Confederação Nacional da Indústria. **Sondagem Indústria da Construção**. Disponível em <http://www.portaldaindustria.com.br/cni/publicacoes-eestatisticas/estatisticas/2016/01/1,38096/sondagem-industria-da-construcao.html>, acessado em 16 abr 2018.

CNTL - **Centro Nacional de Tecnologias Limpas – SENAI. COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO - CMMAD**. Nosso futuro comum. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1988.

D'HAINAUT, L. (1997). **Conceitos e Métodos da Estatística**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian Disponível em <<http://institutosennai.org.br/conteudo/cntl>>: Acesso em: 25 abr 2018.

DORNFELD, A. D. (2012). **Green manufacturing: fundamentals and applications**. Berkeley: Springer.

FASOLA, G. B.; et al. **Potencial de Economia de Água em Duas Escolas em Florianópolis, SC**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 11, n. 4, p 65-78, out/dez. 2011.

FÁVERO, Luiz Paulo; et al. Análise de dados – **Modelagem multivariada para tomada de decisões**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 1999.

CNI. **Indústria brasileira investe cada vez mais no desenvolvimento sustentável**. Disponível em: < <https://noticias.portaldaindustria.com.br/especiais/industria-brasileira-investe-cada-vez-mais-no-desenvolvimento-sustentavel/#>>. Acesso em 28 abr. 2018.

KALPAKJIAN, S. (2001). **Manufacturing engineering and technology**. Upper Saddle Rive: Prentice Hall.

LOMBARDI, M. R. **Engenheiras brasileiras: inserção e limites de gênero no campo profissional**. Cadernos de Pesquisa, São Paulo, v. 36, n. 127, p. 175-178; 184-185, jan./abr., 2006.

MARTINS, G. de A. **Estatística Geral e Aplicada**, editora Atlas, 2ª edição, 2002, p.157 – 200, São Paulo.

MCKENZIE, S. **Social sustainability: towards some definitions**. Hawke Research Institute, Working Paper Series. University of South Australia: Magill, 2004.

MOUSAVI, S.; BOSSINK, B. A. G. **Firms' capabilities for sustainable innovation: the case of biofuel for aviation**. Journal of Cleaner Production, [s. l.], v. 167, p. 1263–1275, 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.07.146>>. Acesso em: Mai. 2018.



MORIN, E. **Da necessidade de um pensamento complexo**. In: Martins, F.M.; SILVA, J.M. Para Navegar no Século XXI. 3.Ed. Porto Alegre: Sulina, Edipucrs, 2003. p.13-36.
NIDUMOLU, R. et al. **Why sustainability is now the key driver of innovation?** Harvard Business Review, v. 87, n. 9, p. 56-64, 2009.

OLIVEIRA, L. R. et al. **Sustentabilidade: da evolução dos conceitos à implementação como estratégia nas organizações**. Production Journal, v. 22, n. 1, p. 70-82, 2012.

OLIVEIRA, V. F. et al. **Um estudo sobre a expansão da formação em engenharia no Brasil**. Juiz de Fora, Minas Gerais, 2013. In: Revista de Ensino de Engenharia da ABENGE – ISBN 0101 5001.

PERIARD, G. **Matriz Gut** - Guia Completo. Disponível: Acesso em 30/04/2018.

POGANIETZ, W R. **Frameworks for understanding and promoting solar energy technology development**, Resources, v. 4, p.55-69, 2015.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. São Paulo: Atlas, 1989.

RIZZO, G. V.; BATOCCHIO, A. **Manufatura sustentável: estudo e análise da adoção articulada das técnicas de produção mais limpa e produção enxuta**. “Cleaner Production Initiatives and Challenges for A Sustainable World”. São Paulo. 2011. Disponível em: <
<http://www.advancesincleanerproduction.net/third/files>
http://www.advancesincleanerproduction.net/third/file/sexsoes/5B/2/Rizzo_GV%20-%20Paper%20-%205B2.pdf>. Acesso em: 25 abr 2018.

RUSINKO, C. A. (2007). **Green manufacturing: an evaluation of environmentally sustainable manufacturing practices and their impact on competitive outcomes**. IEEE Transactions on Engineering Management, 54, 445-454.
<http://dx.doi.org/10.1109/TEM.2007.900806>

SALVATO, J. A. **Environmental engineering and sanitation**. New York: John Willy e Sons, 1982.

SANTOS, M. C. L., & GONSALVES-DIAS, S. L. F. (2012). **Gestão de Resíduos na cidade de São Paulo: um problema, múltiplas soluções**. In B. R. Padovano, M. Namur, & P. B. Sala (Eds.), São Paulo: em busca da sustentabilidade (Vol. 1, pp. 146-159). São Paulo: EDUSP/PINI

SCHALTEGGER, S. et al. **Business models for sustainability: origins, present research, and future avenues**. Organization & Environment, v. 29, n. 1, p. 3-10, 2016.

SELIGER, Günther; KERNBAUM, Sebastian; ZETTTL, Marco. **Remanufacturing approaches contributing to sustainable engineering**. Gest. Prod., São Carlos, v. 13, n. 3, p. 367-384, dez. 2006.

SEURING, S., & Gold, S. **Sustainability management beyond corporate boundaries: from stakeholders to performance**, Journal of Cleaner Production, v. 56, p. 1-6, 2013.

SILVA, Luis Celso da. et. al. **Ensino de Responsabilidade Sócio-Ambiental: Práticas em**



um curso de Engenharia de Produção. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA PRODUÇÃO, XXIX ENEGEP. Anais. Salvador, Bahia, 2009.

SOUSA, C. M.; GOMES, G. F. **A importância do enfoque CTS na graduação de engenheiros.** Educação & Tecnologia, v. 15, n. 2, 2010.

SOUZA, F. C. S.; NASCIMENTO, V. S. O. **Bacharéis professores: um perfil docente em expansão na rede federal de educação profissional e tecnológica.** In: MOURA, D. H. (Org.). Produção de conhecimento, políticas públicas e formação docente em educação profissional. Campinas: Mercado das Letras, p. 409-434, 2013.

SOUZA, G. R., CORDEIRO, J. S. **Mapeamento cognitivo e Balanced Scorecard na gestão estratégica de resíduos sólidos urbanos.** Gestão e Produção, v. 17, n. 3, p. 483-496, 2010.

STAVROPOULOU, A-M. **Innovation, sustainable leadership and consideration of future consequences: a cross-cultural perspective.** Dissertação (Industrial and Organizational Psychology) - Department of Psychology. Linnaeus University, Kalmar and Vaxjo, 2015.

TIBOR, T.; FELDMAN, I. - **ISO 14000: Um Guia para as novas normas de Gestão Ambiental.** São Paulo: Futura, 2001.

TRIVIÑOS, A. N. da S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação.** São Paulo: Atlas, 2008.

UDOP – **União dos Produtores de Bioenergia.** Disponível em:
<<http://www.udop.com.br/index.php?item=noticias&cod=1162221>>. Acesso em 29 abr 2018

UNESCO. **Sustainable development knowledge platform.** Em:
<<https://sustainabledevelopment.un.org/>>. Acesso em 28 de abr 2018.

WCED. **World Commission on Environment and Development.** Our common future. Oxford: Oxford University Press. 383 p. 1987.

YEMAL, J. A. et al. **A. Sustentabilidade na construção civil.** INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION, 3., 2011, São Paulo. Anais... São Paulo, p. 1-10, 2011.