

## **SUSTENTABILIDADE: PESQUISA E REFLEXÃO GLOBALIZADAS NA FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO**

*Carla Eliana Todero Ritter- cetodero@gmail.com*  
Centro Universitário UNIFTEC  
Rua Gustavo Sebbe, 107- Bairro Cinquentenário  
Caxias do Sul- RS

*Luiz Henrique Dias Correa- luizcorrea@acad.ftec.com.br*  
Centro Universitário UNIFTEC  
Rua Gustavo Sebbe, 107- Bairro Cinquentenário  
Caxias do Sul- RS

*Charles Rui- charlesrui@acad.ftec.com.br*  
Centro Universitário UNIFTEC  
Rua Gustavo Sebbe, 107- Bairro Cinquentenário  
Caxias do Sul- RS

*Neiva Larisane Kuyven - neivakuyven@ftec.com.br*  
Centro Universitário UNIFTEC  
Rua Gustavo Sebbe, 107- Bairro Cinquentenário  
Caxias do Sul- RS

**Resumo:** *Promover educação técnica, responsável e cidadã é também uma das responsabilidades das instituições de ensino superior. Preparar o estudante de Engenharia para atuar de maneira sustentável é um desafio que exige planejamento do curso com metodologias que primam pela reflexão, argumentação técnica e escrita. Este trabalho apresenta uma proposta de atividade sobre Sustentabilidade, onde os estudantes buscaram informações sobre diferentes processos industriais e analisaram econômica, social, ambiental e operacionalmente, embasados na legislação argumentaram sobre práticas consideradas aceitáveis na indústria, mas não sustentáveis. A busca pela informação, restrita em alguns casos, e a escrita de relatório exigiu do estudante habilidades complexas de síntese, análise e decisão. Como todo trabalho em grupo a gestão do tempo, gerenciamento de informações e a sua transformação em conhecimento aplicável foram dificuldades encontradas, mas todos os estudantes avaliaram positivamente a atividade que culminou com a apresentação oral em evento da instituição.*

**Palavras-chave:** *Sustentabilidade, Processos produtivos, Pesquisa, Habilidades, Análise global.*

## 1 INTRODUÇÃO

A reflexão sobre a abordagem de temas transversais nos cursos de Engenharia ocorre há anos. Como formar o engenheiro capaz de ser agente de mudança e ação cada vez mais responsável e desvinculada somente com fatores econômicos e técnicos do curso?

Não obstante, a forma de ensino praticada nos cursos de Engenharia no Brasil ainda possui muito de papel doutrinador dos estudantes para atender as necessidades específicas do mercado e serem servidores do modelo econômico. Os engenheiros formam-se, ainda, em sua grande maioria com base numa abordagem acadêmica e tecnicista. No entanto, a universidade pode rever e modificar a sua função, de forma a promover o desenvolvimento da consciência crítica, do pensamento científico e da criatividade, preparando, assim, o estudante para um saber politécnico adequado à sociedade moderna (RAMMAZZINA FILHO *et al.*, 2014).

A Lei nº 9.394/1996, que estabeleceu as Diretrizes e Bases da Educação Nacional prevê que a educação ocorra por meio de processos formativos e que se desenvolva na vida familiar, na convivência humana, no trabalho, nas instituições de ensino e pesquisa, nos movimentos sociais e organizações da sociedade civil e nas manifestações culturais. Já o Parecer nº 1.362, do Conselho Nacional de Educação (2001) sobre as Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia, afirma que: o novo engenheiro deve ser capaz de propor soluções que sejam não apenas tecnicamente corretas, ele deve ter a ambição de considerar os problemas em sua totalidade, em sua inserção numa cadeia de causas e efeitos de múltiplas dimensões.

Não se adequar a esse cenário procurando formar profissionais com tal perfil significa atraso no processo de desenvolvimento. Para que os processos formativos ocorram em todos os níveis de ensino se faz necessária uma definição de temas a serem tratados de forma a capacitar o acadêmico a agir de maneira sustentável no exercício de sua profissão. Nos cursos de Engenharia, é possível observar propostas e projetos de novos desafios que visam não apenas na busca da excelência acadêmica, mas desenham objetivo de adoção de práticas de sustentabilidade ambiental no conjunto de suas atividades e no seu entorno. Além de cumprir o seu papel de educação e pesquisa, as universidades detêm a capacidade e responsabilidade de adotar a sustentabilidade nas suas políticas e práticas de gestão, influenciando o presente e o futuro das sociedades, por meio da transmissão de conhecimento, servindo como exemplo de comportamento ambientalmente responsável (MACHADO *et al.*, 2013).

De acordo com Guerra *et al.* (2015), a ambientalização curricular compreende a inserção de conhecimentos, de critérios e de valores sociais, éticos, estéticos e ambientais nos estudos e currículos universitários, no sentido de educar para a sustentabilidade socioambiental. É, segundo o autor, um processo contínuo de produção cultural voltado à formação de profissionais comprometidos com a busca permanente das melhores relações possíveis entre a sociedade e a natureza, atendendo aos valores da justiça, da solidariedade e da equidade, aplicando os princípios éticos universalmente reconhecidos e os respeito às diversidades.

Lopes (2014) (apud PERUZZI *et al.*, 2008.) propõe que os cursos de Engenharia sejam cursos profissionalizantes que questionam o mercado de trabalho e os interesses sociais, buscando as tendências tecnológicas e socioeconômicas e analisando criticamente as mudanças de valores. O maior desafio dos educadores responsáveis pela formação dos novos engenheiros reside em modificar as aulas predominantemente expositivas, onde o aluno assume atitude passiva, o que não possibilita a formação que o engenheiro necessita. É preciso, portanto, encontrar uma nova forma de ensinar Engenharia.

Em consonância com a prática de reflexão e de saberes direcionados à Sustentabilidade, o presente trabalho relata uma atividade de pesquisa com análise econômica, social, operacional e ambiental de processos industriais confrontando-a com a legislação vigente. O objetivo da prática de pesquisa foi de proporcionar momentos de busca de informações e de reflexão sobre processos industriais, mapeando as ações e impactos de cada um deles.

## **2 ATIVIDADE DE PESQUISA E ANÁLISE INTEGRAL DE PROCESSOS INDUSTRIAIS**

A disciplina de Gestão Ambiental é ministrada em todos os cursos de Engenharia no Centro Universitário UNIFTEC e é oferecida semestralmente. A carga horária é de 60 h. No semestre de aplicação foi proposta a atividade de pesquisa descritiva com o objetivo de analisar econômica, social, operacional e ambientalmente processos industriais e de determinações legais. Os critérios de avaliação da atividade foram comentados e publicados previamente. A avaliação foi processual, uma vez que a cada encontro os estudantes foram avaliados em relação ao desempenho, produtividade e pró-atividade. Cada grupo também avaliou o trabalho do colega durante apresentação oral a partir de critérios anteriormente estabelecidos.

A atividade de pesquisa e análise foi proposta no primeiro dia de aula do semestre para os 30 estudantes participantes, estudantes de cursos de Engenharia (Mecânica, Química, Produção, Computação, Civil e Elétrica). Foram destinadas três aulas (encontros) de orientação e de estudos sobre o tema, onde os estudantes buscaram informações na internet e organizaram visitas e entrevistas contemplando a melhor compreensão do processo. O acompanhamento das ações dos grupos (avaliação processual) foi monitorado pela professora por meio de planilha com critérios definidos. A atividade estava inserida na programação da disciplina.

Os temas abordados para a pesquisa nos âmbitos econômico, social, ambiental e técnico foram: curtimento do couro com tanino e com solução metálica, o uso de tintas alternativas na reconstrução de imagens em igrejas, o destino final de resíduos hospitalares, destino final para resíduos da construção civil, capina química e mecânica, proposta de plantio de árvores frutíferas nas vias públicas, instalação de sinalização para animais em vias de alto tráfego, Educação Ambiental e a avaliação das propriedades térmicas e acústicas do poliestireno.

Nos encontros, os estudantes receberam orientações sobre as fontes de pesquisa, escrita acadêmica, formatação do trabalho e sobre como realizar a discussão dos resultados obtidos. Também foram orientados sobre o embasamento legal no âmbito da legislação ambiental e indicadores econômicos a serem considerados. O prazo estipulado para a conclusão do mesmo foi de 10 aulas e na 12ª ocorreu a apresentação oral durante o evento da Semana Acadêmica das Engenharias.

## **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Por meio da análise do resumo do trabalho apresentado pelos estudantes pode-se perceber a conexão entre o conhecimento pesquisado e a sua conversão em aprendizagem. Os resumos apresentados ao final da atividade apresentaram considerável número de conceitos abordados ao longo da pesquisa, demonstrando que a aprendizagem foi consolidada. No Quadro 1, observa-se recortes dos resumos cujos conteúdos conceituais foram, em sua maioria, abordados. PEREIRA e GRAÇA (2014) defendem a concepção de que a conceitualização das práticas de escrita tem permitido uma evolução no sentido da sua consideração como uma

atividade social. Na realidade, aprender a escrever textos acadêmicos pressupõe, para as autoras, entrar em uma nova linguagem, a linguagem do discurso acadêmico e, em certa perspectiva, tornar-se bilíngue.

Quadro 1- Fragmentos dos resumos apresentados sobre análise de processos industriais

Tema	Tópicos abordados no trabalho	Fragmento do resumo apresentado
Substituição da capina mecânica pela química	<ul style="list-style-type: none"> <li>-legislação</li> <li>-operacionalização dos processos</li> <li>-impactos ambientais</li> <li>- mão-de-obra e empregos envolvidos</li> <li>-metabolismo de ação do herbicida</li> </ul>	<p>A capina das vias públicas é um direito social, fundamental e é um dever do estado, instituídas por lei a necessidade da capina se torna inerentes às necessidades sociais. Caracterizamos como capina mecânica, o corte do caule das plantas e ervas daninhas levando à sua secagem. Ainda é bastante difundida por apresentar facilidade de uso e com grande potencial para geração de empregos. Já a capina química é realizada através da aplicação de herbicidas, em especial o glifosato. Durante a sua utilização parte do resíduo se destina as ervas e a outra parte acaba se depositando no solo e com o passar dos anos gera um acúmulo de resíduos químicos no Meio Ambiente. A aplicação do Glifosato é alvo de diversos estudos que ressaltam que a atividade do solo não é comprometida, como fertilidade e nitrificação, porém em um estudo realizado com fungos e bactérias verificou-se efeito tóxico no crescimento populacional e na diversidade metabólica. A absorção do Glifosato quando pulverizado ocorre através de suas clorofilas, basicamente em suas folhas e tecidos meristemáticos percorrendo até o floema.</p>

<p>Reutilização de resíduos da construção civil</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- economia da indústria civil brasileira</li> <li>-tipos de resíduos,</li> <li>-geração de empregos,</li> <li>-impactos ambientais da atividade,</li> <li>- substituição de materiais,</li> <li>-destino final dos resíduos</li> <li>-legislação</li> </ul>	<p>O brasileiro produz em média de meia tonelada de resíduos/entulho de construção civil por ano. De acordo com a Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos de Construção Civil e Demolição (Abrecon), o Brasil joga fora em torno oito bilhões de reais ao ano pelo simples fato de não reciclar seus resíduos.</p> <p>O concreto é o material mais popular de uma construção civil. Ele é a base de qualquer tipo de construção. Ele é formado de uma mistura que envolve cimento, areia, pedra e água. A reciclagem pode ser uma das formas mais eficientes para a redução da poluição ambiental nas grandes cidades, vindo contribuir para a melhoria da qualidade de vida da população. Da mesma forma, ações que tenham a finalidade de reduzir o volume de geração de resíduos em canteiros de obras, também, devem contribuir para diminuir os riscos causados.</p> <p>Os resíduos da construção civil processados pelas usinas de reciclagem podem ser utilizados como agregado para concreto não estrutural, a partir da troca dos agregados convencionais como a areia e a brita. Assim, esse trabalho apresenta análise ambiental, social, econômica e operacional do sistema de reutilização desse resíduo.</p>
---	--	--

Observou-se que a construção do resumo exigiu dos estudantes habilidades que estão em construção no curso, como a de descrição, comparação e comunicação oral e escrita. Percebe-se que as habilidades complexas de síntese ainda não foram completamente desenvolvidas. Schlichting e Heinig (2012) descrevem que muito embora as pessoas pensem na atuação dos engenheiros como sendo atividades puramente exatas, dados provenientes dos próprios engenheiros mostram que a leitura e a escrita têm se mostrado cada vez mais presente em sua atuação profissional.

Outra maneira de sintetizar os conceitos pesquisados foi pela construção da matriz de *Leopold* para análise de impacto ambiental dos processos estudados (Figura 1). Apesar de se caracterizar em um método qualitativo com julgamentos subjetivos, a matriz é uma ferramenta de avaliação que pode ser usada para definir a priorização dos impactos e ações para mitigá-los. Essa matriz apresenta os impactos ambientais e as ações desenvolvidas em um determinado empreendimento (LEOPOLD *et al.*, 1971).

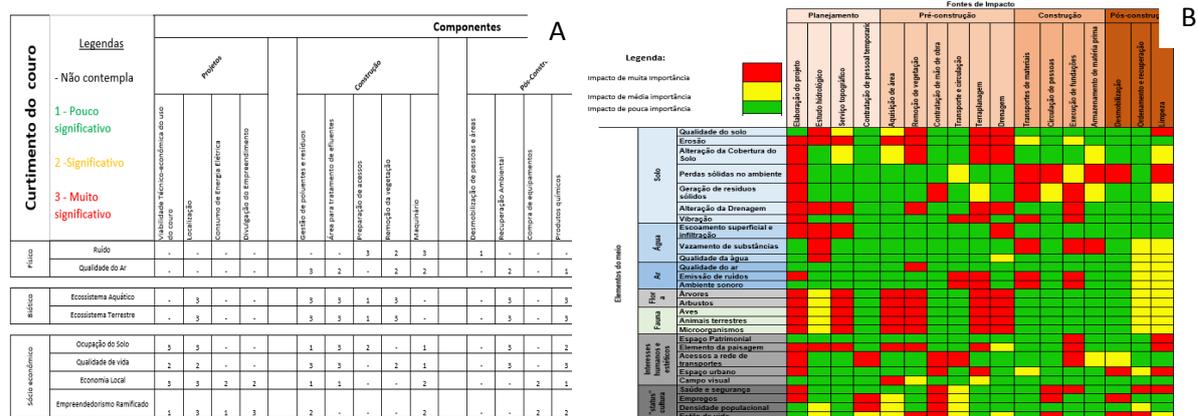
Cavalcante (2005) entende que o engenheiro necessita de conhecimento profundo de uma tecnologia, de conhecer e relacionar conteúdos, métodos, teorias ou outros aspectos do conhecimento tecnológico e, de um processo educativo orientado para a sustentabilidade. Permanecer apenas na integração de vários temas seria manter a realidade atual não transformando o conhecimento tecnológico em uma perspectiva de mudança social. Os processos que podem economizar energia e recursos, diminuir poluição, aumentar produtividade com distribuição equitativa de renda e evitar desperdício de capital, passam pela educação e inovação tecnológicas norteadas pela conservação ambiental.

Por meio da construção da matriz os grupos observaram o processo pesquisado com um olhar diferenciado. A alternativa de utilizar solução de cromo ou tanino extraído da casca da acácia negra no curtimento do couro, o uso de tintas alternativas na reconstrução de imagens

em igrejas, o destino final de resíduos hospitalares e a avaliação das propriedades térmicas e acústicas do poliestireno apesar de seu enorme impacto ambiental foram avaliadas a fim de ponderar a ação do engenheiro na manutenção da vida no planeta.

Colaborado com essas afirmações, Lopes (2014) defende que o processo de ensino-aprendizagem deva proporcionar um ambiente envolvente, instigante e desafiador, estimulando o aluno a olhar o mundo ao seu redor de forma crítica, inter-relacionando os fenômenos e buscando conexões que sirvam para apresentar novas abordagens dos problemas contemporâneos.

Figura 1- Matriz de Leopold para análise ambiental de processos de curtimento do couro (A) e de gestão de resíduos da indústria civil (B)



Fonte: os autores

Quando os estudantes analisaram os casos de reutilização dos resíduos da construção civil relataram a dificuldade em monitorar as implicações sociais de cada escolha de matéria prima para o processo. Eles relataram que ao comparar os dados coletados com a Lei 12305/10 (Política Nacional de Resíduos Sólidos) que estabelece prioridades na gestão dos resíduos sólidos, os aspectos ambiental e social não subsidiavam a escolha econômica ou técnica, inviabilizando escolhas no processo. No olhar global dos estudantes, ainda há lacunas legais que não permitem a tomada de decisão final em relação ao destino dos resíduos sólidos da construção civil. Eles também fizeram um contraponto em relação aos casos estudados e a situação do município onde os mesmos moram. O questionamento em relação à falta de estrutura para o reaproveitamento, reciclagem e reuso dos resíduos foi intenso durante a apresentação oral, uma vez que a prerrogativa legal não está sendo cumprida. Observou-se aqui a interação entre o grupo que apresentou o trabalho e os demais estudantes, reforçando habilidades necessárias do futuro engenheiro

Segundo o Artigo 3 da Resolução 11 do Conselho Nacional de Educação, de 11 de março de 2002, que instituiu as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia no Brasil, o curso de graduação em Engenharia tem como perfil do formando egresso/profissional o engenheiro, com formação generalista, humanista, crítica e reflexiva, capacitado a absorver e desenvolver novas tecnologias, estimulando a sua atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas, considerando seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, com visão ética e humanística, em atendimento às demandas da sociedade (BRASIL, 2002).

Em relação à avaliação do processo pedagógico em que estiveram envolvidos, os estudantes avaliaram como positiva a proposta e destacaram como aspectos positivos:

- a temática importante para os cursos de Engenharia,
- a oportunidade de escrita e de análise;

- o aprendizado além dos muros da instituição, uma vez que os estudantes realizaram entrevistas com profissionais da área e visitas aos locais de investigação.

Também salientaram as dificuldades encontradas, destacando:

- o reduzido tempo para a realização, visto que os estudantes são trabalhadores,
- o empenho de todos os estudantes do grupo não foi uniforme, sendo que em determinados grupos, apenas dois componentes realizaram o trabalho,
- a dificuldade de leitura de grande volume de fontes para a síntese,
- a escrita formal e de qualidade para redigir o trabalho e para a apresentação oral,
- em alguns casos, fontes de informação restrita na língua materna e
- envolvimento de todos os componentes do grupo.

Inúmeras habilidades são necessárias para a realização de um trabalho de pesquisa em grupo. No descrito nesse artigo, percebe-se, pelo relato dos estudantes, que além dos conteúdos conceituais, ainda se faz necessário o despertar para a responsabilidade e proatividade do estudante. Nos relatos em suas avaliações, houve o registro de trabalhos realizados por apenas um integrante, visto que os demais não participaram ativamente e com responsabilidade. Segundo Demo (1993) a educação deve fundamentar a capacidade de produzir e participar, não restringir-se ao discípulo, que ouve, toma nota, faz prova, copia, sobretudo cola.

Como a disciplina é oferecida em diferentes momentos do curso, a construção do saber científico passou por trocas durante a execução do trabalho. Esse fato foi evidenciado durante a apresentação oral dos trabalhos. Durante essa etapa, os estudantes demonstraram a aquisição do conhecimento e o compartilhamento do mesmo.

Em relação à avaliação da atividade, os estudantes foram avaliados em relação ao processo e ao produto. Em relação ao processo de construção de aprendizagem, no início da atividade, os estudantes receberam uma planilha com os critérios, habilidades e competências a serem desenvolvidas ao longo da atividade. A cada quinze dias o professor reunia-se com os estudantes para verificar possíveis encaminhamentos e avanços nas etapas da atividade. Em relação ao produto final, o relatório, os estudantes foram avaliados em relação à competência de sintetizar, comparar e analisar dados, bem como a comunicação oral e a habilidade de coesão de ideias.

Ainda durante a avaliação final da atividade, os grupos que assistiam a apresentação formal dos trabalhos, possuíam uma planilha que destacavam pontos fortes e fracos, interagindo com o conhecimento. Esta etapa de debates e de contribuição mútua favorece a aprendizagem uma vez que os futuros engenheiros estão submetidos a momentos de gestão de equipes, de tempo e de conhecimento.

Cabe salientar, que por todas as dificuldades destacadas por parte dos estudantes, uma adaptação da atividade para próximas turmas por parte do professor se faz necessária. Entretanto, a oportunidade de reflexão, apresentação oral e de busca por informação sempre será proposta.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta de reflexão econômica, ambiental, social e operacional de processos pertinentes à Engenharia demonstrou-se como uma ferramenta possível de avaliar a percepção sustentável dos estudantes. Pesquisando sobre os temas definidos e confrontando com a legislação vigente, os estudantes perceberam a necessidade de mudanças em algumas práticas consideradas aceitáveis, como o uso do poliestireno na indústria civil, do cromo na indústria do couro, da capina mecânica e da viabilidade de plantio de árvores frutíferas nos canteiros de

passeio público. Além da pesquisa, a redação do trabalho escrito exigiu dos estudantes aprofundamento teórico e conceitual.

A avaliação de um processo produtivo pelas lentes da legislação ambiental, do aspecto social e da viabilidade econômica trouxe momentos de aprendizagem ativa e interativa para os estudantes. Atividades que promovam a interação e a gestão de pessoas e de conhecimento reforçaram habilidades essenciais na formação do engenheiro.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. CNE. Conselho Nacional de Educação e Câmara de Educação Superior. Resolução CNE/CES 11/2002. Institui Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Diário Oficial da União, Brasília, 9 de abril de 2002. Seção 1, p. 32.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação (CNE)/Câmara de Ensino Superior (CES). Resolução CNE/CES n.º 2, de 18 de junho de 2007.

CAVALCANTE, C.R.R. Educação e inovação: o papel e o desafio das engenharias na promoção do desenvolvimento industrial, científico e tecnológico. **Revista Parcerias Estratégicas**, no 21, 2005.

DEMO, P. **Desafios Modernos da Educação**. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 1993

LEOPOLD, L.B. Procedure for Evaluating Environmental Impact. Washington, D.C.: **Geological Survey Circular**, 1971.

LOPES, A. **O Lugar da Sustentabilidade nos Currículos de Cursos de Engenharia Civil em Duas Instituições Federais Mineiras**. Dissertação (Mestrado em Educação Tecnológica), Belo Horizonte: Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais 2014.

MACHADO, R. E. ; FRACASSO, E. M. ; TOMETICH, P.; NASCIMENTO, L.P. Práticas de Gestão Ambiental em Universidades Brasileiras. **Revista de Gestão Social e Ambiental**. [S.l.], v. 7, p.37-51, 2013.

PEREIRA, L.A.; Graça, L. **Concepções sobre a escrita acadêmica de estudantes de ensino superior**. Dourados, v.8 , n.16, 2014.

RAMMAZZINA FILHO, W. A.; BATISTA, I.L.; LORENCINI JÚNIOR, Álvaro. Formação de Professores de Engenharia: Desafios e Perspectivas. **Anais do IV Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia**. Ponta Grossa: [s.n], 2014.

SCHLICHTING, T.S.; HEINIG, O. L. Práticas de leitura e escrita no espaço das Engenharias: novos olhares. **Anais do COBENGE**, Santa Catarina, 2012.

## SUSTAINABILITY AS TRANSVERSAL THEME IN ENGINEERING TEACHING AND AS A PROPOSAL FOR REFLECTION

**Abstract:** *Promoting technical, responsible and citizen education is also one of the responsibilities of higher education institutions. Preparing the Engineering student to act in a sustainable way is a challenge that requires course planning with methodologies that excel in reflection, technical and written argumentation. This paper presents a proposal for Sustainability activity, where students sought information on different industrial processes and analyzed economically, socially, environmentally and operationally, based on legislation, argued about practices considered acceptable but not sustainable. The search for information, restricted in some cases, and report writing required the student's complex skills*

*of synthesis, analysis, and decision. As all group work time management, information management and its transformation into applicable knowledge were difficulties encountered, but all students positively assessed the activity that culminated in the oral presentation at the institution's event.*

**Key-words:** *sustainability, productive processes, research, ability, analyze...*

Organização:



Realização:

