
Compreensões sobre Desenvolvimento Sustentável e suas dimensões: um estudo comparativo entre estudantes ingressantes e concluintes de engenharia

Understandings about Sustainable Development and its dimensions: a comparative study between incoming and graduating engineering students

Marcos Ivan Snigura
Leandro Bordin
Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS)
Chapecó/SC-Brasil

Resumo

A fim de investigar se o processo formativo tem sido capaz de construir e ampliar entendimentos sobre as dimensões ambiental, econômica e social das soluções de engenharia, a coleta de informações foi realizada por meio da aplicação de dois questionários – um para os estudantes ingressantes e outro para os estudantes concluintes do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal da Fronteira Sul, campus Chapecó/SC – e as categorizações e análises decorrentes foram feitas, principalmente, com o emprego da metodologia de Análise de Conteúdo. Os resultados indicam que é necessário avançar na articulação de estratégias formativas – consistentes, permanentes e metodologicamente estruturadas – de discussão e, principalmente, de implementação de soluções tecnológicas no âmbito das relações entre meio ambiente, economia e sociedade.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Educação em Engenharia; Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

Abstract

In order to investigate whether the training process has been able to build and expand understandings about the environmental, economic and social dimensions of engineering solutions, the collection of information was carried out through the application of two questionnaires – one for incoming students and another for the graduating students of the Environmental and Sanitary Engineering course at Universidade Federal da Fronteira Sul, in Chapecó/SC – and the resulting categorizations and analyzes were made, mainly, with the use of the Content Analysis methodology. The results indicate that it is necessary to advance in the articulation of formative strategies – consistent, permanent and methodologically structured – for discussion and, mainly, for the implementation of technological solutions within the scope of relations between the environment, economy and society.

Keywords: Sustainability; Engineering Education; Science, Technology and Society (STS).

1. Introdução: sobre o conceito de desenvolvimento – sustentável –

Os debates acerca do tema desenvolvimento são amplos no meio acadêmico. As diferenças de compreensões ficam evidenciadas, por exemplo, quando da distinção entre desenvolvimento e crescimento econômico: há autores atribuindo apenas os incrementos de renda como condição de desenvolvimento, sem, no entanto, considerarem a distribuição dessa renda (Oliveira, 2002). Scatolin (1989, p. 15) distingue o crescimento como “medida quantitativa” e o desenvolvimento “como um processo de mudança qualitativa de uma estrutura econômica e social”. Nesse contexto, Oliveira (2002) pondera que o desenvolvimento, considerando suas complexidades, deve ser encarado em múltiplas esferas, sendo elas a econômica, a política e a humana e social.

As discussões que vieram a definir o termo Desenvolvimento Sustentável se deram inicialmente na Conferência de Desenvolvimento Humano e Meio Ambiente, em Estocolmo, no ano de 1972 (Barreto, 2011). Com a participação de 113 países, a Conferência de Estocolmo, como ficou conhecida, foi o grande marco que determinou a mudança de paradigma em relação ao meio ambiente (Mariani, 2017). Na Conferência de Estocolmo se dispôs que:

O homem tem o direito fundamental à liberdade, à igualdade e ao desfrute de condições de vida adequadas em um meio ambiente de qualidade tal que lhe permita levar uma vida digna e gozar de bem-estar, tendo a solene obrigação de proteger e melhorar o meio ambiente para as gerações presentes e futuras. (ONU, 1972, p. 2).

A divulgação no mesmo ano – 1972 – do Relatório *The Limits to Growth* pelos pesquisadores Donella Hager Meadows, Dennis Lynn Meadows, Jørgen Randers e William Behrens III do Massachusetts Institute of Technology foi o elemento propulsor dos debates (Mariani, 2017). Naquele momento, se questionava a sustentabilidade dos desenvolvimentos econômico e ambiental conjuntos (Rocha, 2014). Segundo Barreto (2011, p. 50), o Relatório Meadows, como o relatório supramencionado ficou conhecido, previa um possível fim das condições de vida no planeta Terra caso “se persistisse o ritmo crescente de industrialização, de aumento demográfico, de má nutrição, de extinção de recursos não renováveis e de deterioração ambiental”.

Barreto (2011) destaca que a expressão Desenvolvimento Sustentável só foi oficializada no ano de 1986, na Conferência Internacional pela Conservação da Natureza. A

expressão derivou do termo ecodesenvolvimento que, segundo Dias e Tostes (2009), defendia um teto de consumo material que limitaria o mercado e diminuiria o consumo de supérfluos – uma crítica, portanto, ao livro mercado – e, nesse contexto, a autodeterminação dos povos na criação de tecnologias mais apropriadas a cada região.

Contudo, só no Relatório Brundtland, elaborado pela Comissão Mundial da Organização das Nações Unidas (ONU) sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento em 1987, foi que o Desenvolvimento Sustentável ganhou a definição formal que é reconhecida até hoje: “o desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem a suas próprias necessidades” (ONU, 1991, p. 46).

É do Relatório Brundtland que surgiu o conceito de que o Desenvolvimento Sustentável estaria apoiado na indissociabilidade dos desenvolvimentos ambiental, econômico e social. Veiga (2005, p. 196) relata que a publicação do Relatório Brundtland minimizou a confusão dos termos Desenvolvimento Sustentável e ecodesenvolvimento que acontecia até aquele momento e possibilitou a construção mais precisa do termo. Nessa direção, Montibeller-Filho (2004, p. 44-50) explicita a inter-relação ambiental-econômica-social na/da definição de Desenvolvimento Sustentável ao orientar que ele – o Desenvolvimento Sustentável – “busca satisfazer as necessidades humanas fundamentais mantendo a integridade ecológica e respeitando a diversidade cultural e a autodeterminação social”.

Finalmente, na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, em 1992 (ECO-92), foi elaborada a Agenda 21, que especificou recomendações mais objetivas para que o Desenvolvimento Sustentável fosse alcançado. A conferência recebeu suporte teórico do Relatório Brundtland, mas foi motivada pela criação do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e pelo amadurecimento do movimento ambientalista no mundo (Barreto, 2011).

Foi na ECO-92 que, por meio da Agenda 21, foram definidas 2.500 recomendações e responsabilidades em um plano de ação de curto, médio e longo prazos para promover os princípios da Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rocha, 2014). Barreto (2011) relata que a Agenda 21, em comparação com Relatório Brundtland, procurou definir objetivos mais específicos da relação meio ambiente e desenvolvimento, evidenciando as múltiplas dimensões abarcadas pelo termo Desenvolvimento Sustentável.

Compreensões sobre Desenvolvimento Sustentável e suas dimensões: um estudo comparativo entre estudantes ingressantes e concluintes de Engenharia

As recomendações da Agenda 21 global estão divididas basicamente em quatro temas: a) dimensão social e econômica; b) conservação e gestão dos recursos para o desenvolvimento; c) fortalecimento do papel dos grupos principais; d) e meios de execução (ONU, 1992).

No Brasil, traços do Desenvolvimento Sustentável foram formalizados documentalmente pela primeira vez na Política Nacional do Meio Ambiente pela Lei nº 6.938, de 1981, em um de seus objetivos: “compatibilização do desenvolvimento econômico-social com a preservação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico” (Brasil, 1981). A consolidação do termo, porém, só se deu em 1988, com a Constituição Federal, que o traz em dois momentos: (1) no artigo 170, que associa a ordem econômica à defesa ao meio ambiente e a redução das desigualdades; e (2) no artigo 225, que atrela o direito ao meio ambiente à plena qualidade de vida (Brasil, 1988).

Especificamente por meio da Agenda 21, foram definidos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) “que abordam os principais desafios de desenvolvimento enfrentados por pessoas no Brasil e no mundo” (Nações Unidas Brasil, 2021). Na Agenda 2030, atualização do documento anterior, os objetivos foram sintetizados em 17 itens, descritos abaixo conforme Nações Unidas Brasil (2021):

- 1) Acabar com a pobreza em todas as suas formas, em todos os lugares.
- 2) Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura.
- 3) Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades.
- 4) Assegurar a educação inclusiva, equitativa e de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos.
- 5) Alcançar a igualdade de gênero e empoderar todas as mulheres e meninas.
- 6) Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos.
- 7) Assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todos.
- 8) Promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo e trabalho decente para todos.
- 9) Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e

sustentável e fomentar a inovação.

- 10) Reduzir a desigualdade dentro dos países e entre eles.
- 11) Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis.
- 12) Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis.
- 13) Tomar medidas urgentes para combater a mudança climática e seus impactos.
- 14) Conservação e uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável.
- 15) Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade.
- 16) Promover sociedades pacíficas e inclusivas para o desenvolvimento sustentável, proporcionar o acesso à justiça para todos e construir instituições eficazes, responsáveis e inclusivas em todos os níveis.
- 17) Fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável.

2. A Engenharia – Ambiental e Sanitária – como promotora de desenvolvimento sustentável

A discussão em torno da responsabilidade da(s) engenharia(s) na promoção do Desenvolvimento Sustentável não é recente. Cruvinel, Marçal e Lima (2014) destacam que em paralelo às grandes conferências mundiais relacionadas às questões ambientais o conceito e a abrangência da engenharia também tomaram novas dimensões ao longo do tempo. Os autores sintetizam que o exercício da engenharia, visto como o domínio do poder e das forças da natureza em benefício da humanidade, tem avançado no sentido de contemplar a relação econômica em alinhamento com o eixo ambiental-social.

O modelo de engenharia tradicional – normalmente sem perspectivas de Desenvolvimento Sustentável – pode causar diversos impactos – ambientais, econômicos e sociais – adversos (Mihelcic; Zimmerman, 2018). É, portanto, na educação e na atuação profissional em engenharia que o conceito de Desenvolvimento Sustentável deve ser considerado. Uma vez que a profissão é considerada o principal *lócus* de desenvolvimento – tecnológico/econômico –, se faz necessário que o projeto, a execução e o monitoramento

Compreensões sobre Desenvolvimento Sustentável e suas dimensões: um estudo comparativo entre estudantes ingressantes e concluintes de Engenharia

das soluções tecnológicas equalizem os interesses e necessidades do meio ambiente, do mercado e da sociedade (Pereira, 2016).

As instituições de ensino superior desempenham, nesse contexto, um papel fundamental para a formação de profissionais sustentavelmente críticos. O ambiente acadêmico tem, nesse contexto, a responsabilidade de mediar a construção de referenciais ambientais, econômicos e sociais para que se alcance/aponte o Desenvolvimento Sustentável (Lara, 2012; Jacobi, 2004).

Em termos de formação em engenharia as Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Graduação em Engenharia do Ministério da Educação (Brasil, 2019) definem que egressos dos cursos de Engenharia no Brasil atuem comprometidos com a responsabilidade social e com o Desenvolvimento Sustentável. Sendo assim, é de se pressupor que o tema Desenvolvimento Sustentável seja trabalhado em seu eixo ambiental-econômico-social no âmbito dos cursos de graduação em Engenharia e, de modo especial, no curso de Engenharia Ambiental e Sanitária.

No entanto, a pesquisa realizada por Silva, Gomes e Brasil (2017) sobre concepções de Desenvolvimento Sustentável de estudantes do quinto período de Engenharia Ambiental de uma universidade pública indica, entre outros aspectos, que 45% dos respondentes classificam o Desenvolvimento Sustentável a partir da dimensão econômica, 40% a partir da dimensão ambiental e apenas 15% relaciona Desenvolvimento Sustentável com questões sociais. De forma semelhante, Castro e Gomes (2019) analisaram as percepções sobre sustentabilidade de discentes de um curso de Engenharia Ambiental e como principal conclusão as autoras citam o conhecimento limitado dos estudantes quanto ao tema, evidenciando que se faz necessário que os debates sobre Desenvolvimento Sustentável sejam mais frequentes para que a aprendizagem sobre a temática se concretize.

3. Metodologia

A proposta metodológica do presente trabalho teve como base a pesquisa aplicada com abordagem quali-quantitativa caracterizada como pesquisa do tipo exploratória e descritiva (Lüdke; André, 1986; Minayo, 2011; Gil, 2002). Com o objetivo de avaliar como as dimensões do Desenvolvimento Sustentável vêm sendo discutidas e compreendidas ao longo do processo formativo em Engenharia Ambiental e Sanitária, o trabalho foi

desenvolvido por meio de um estudo de caso (Yin, 2001) no curso Engenharia Ambiental e Sanitária da UFFS, *campus* Chapecó/SC.

Foram aplicados dois questionários eletrônicos: um para estudantes ingressantes e outro para estudantes concluintes formulados na plataforma *on-line* Google Forms®. Para os objetivos da presente pesquisa foram considerados ingressantes os estudantes que iniciaram seus estudos no semestre 2022.1 e concluintes os estudantes que integralizaram 75% da matriz curricular (e que no âmbito da Engenharia Ambiental e Sanitária da UFFS *campus* Chapecó estão aptos a cursarem as disciplinas de Estágio Curricular e Trabalho de Conclusão de Curso, por exemplo).

Os questionários foram elaborados com questões de resposta de múltipla escolha e questões de resposta dissertativa. As respostas das questões de múltipla escolha foram apresentadas em gráficos dando ênfase às porcentagens de cada variável de estudo. Já as respostas dissertativas foram tratadas através da metodologia de Análise de Conteúdo de Bardin (1977). O Quadro 1 apresenta um modelo do percurso de análise das respostas.

Quadro 1: Quadro modelo para o processo de unitarização e categorização

Unidades de Análise	Categorias de análise
Excertos das respostas com destaque para os termos/expressões mais representativos/as	Construção/Definição da categoria emergente

Fonte: Adaptado de Bordin (2018)

Por meio do banco de dados da secretaria de curso, foram levantados o número de estudantes que atendiam os critérios de inclusão na pesquisa. Para o grupo de estudantes ingressantes foram identificados 27 possíveis respondentes e o processo de coleta de dados resultou em 16 participações, o que equivale a uma amostra de 59% do total inicialmente projetado. O critério de inclusão na pesquisa para o grupo de estudantes concluintes identificou 29 possíveis respondentes e o processo de coleta de dados resultou em 21 participações, ou seja, 72%.

Para as análises das questões dissertativas – Análise de Conteúdo – as respostas dos estudantes ingressantes foram identificadas pela letra I seguida de um número que varia de 1 a 16. O mesmo procedimento foi adotado para os estudantes concluintes, que foram

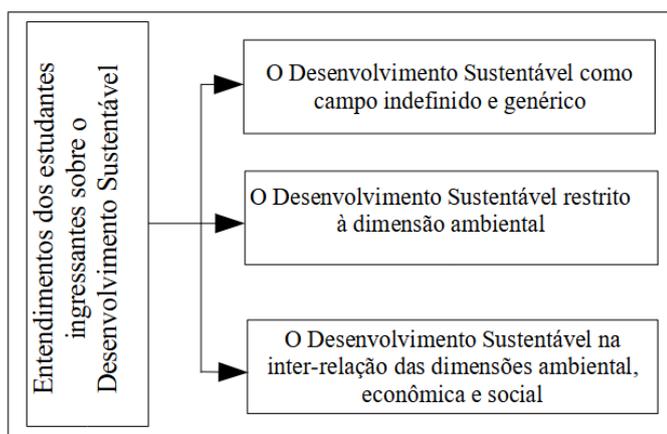
Compreensões sobre Desenvolvimento Sustentável e suas dimensões: um estudo comparativo entre estudantes ingressantes e concluintes de Engenharia

identificados pela letra C seguida de um número que varia de 1 a 21.

4. Resultados e discussões

Na pergunta inicial de ambos os questionários os estudantes foram provocados a escrever sobre o que entendem por Desenvolvimento Sustentável. As categorizações para o grupo de estudantes ingressantes são sintetizadas na Figura 1.

Figura 1: Entendimentos dos estudantes ingressantes sobre o Desenvolvimento Sustentável



Fonte: Autores (2022)

O primeiro grupo de unidades de análise resultou numa categoria denominada O Desenvolvimento Sustentável como campo indefinido e genérico. Os respondentes indicam, neste ponto, uma tentativa de construção do conceito do Desenvolvimento Sustentável, mas que ainda é entendido como pouco esclarecedor.

Forma de utilizar o que já existe para outra finalidade, utilizando novas tecnologias (I12).

Na minha concepção é a evolução das tecnologias e da ciência em relação a sustentabilidade e a forma que é levada ao público (I13).

O segundo, e mais expressivo, grupo de unidades de análise resultou na categoria denominada O Desenvolvimento Sustentável restrito à dimensão ambiental. Ao darem evidência a termos como “meio ambiente”, “natureza”, “recursos naturais” e “reciclagem”, nessa categoria, os ingressantes constroem conceitos de Desenvolvimento Sustentável ligados, estritamente, às questões ambientais.

Para mim, desenvolvimento sustentável é [...], utilizar recursos [naturais] de forma consciente e incentivar a população a utilizar essa prática (I1).

Algo que consiga ser construído/mantido/aprimorado de forma limpa, no caso com poucos poluentes evitando, então, poluir a natureza (110).

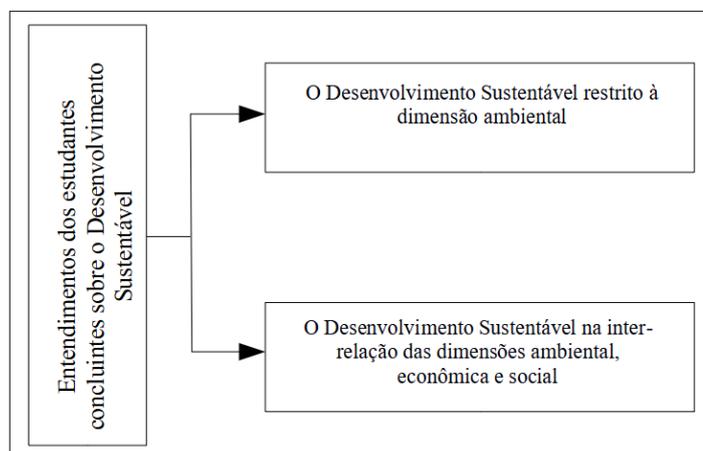
Um terceiro grupo de unidades de análise resultou na categoria denominada O Desenvolvimento Sustentável na inter-relação das dimensões ambiental, econômica e social. Nesse ponto, os estudantes ingressantes ampliam as compreensões sobre o tema ao mencionarem, por exemplo, arranjos produtivos – econômicos – e questões sociais e humanas como parte integrante do conceito de Desenvolvimento Sustentável.

Um desenvolvimento onde o objetivo principal é fazer uso dos recursos naturais alinhados as necessidades humanas e ambientais, onde os prejuízos ambientais sejam minimizados (13).

Um processo de progresso onde que exista um equilíbrio entre desenvolvimento [econômico] e meio ambiente (18).

Como mencionado anteriormente, a mesma pergunta e o mesmo movimento de categorização foram realizados para o grupo de estudantes concluintes. As categorias emergentes são sintetizadas na Figura 2.

Figura 2: Entendimentos dos estudantes ingressantes sobre o Desenvolvimento Sustentável



Fonte: Autores (2022)

Diferentemente do grupo de ingressantes, apenas uma resposta dos concluintes - “É o desenvolvimento que atende as necessidades atuais sem comprometer o atendimento as necessidades futuras” (C9) - ficou circunscrita num campo amplo e genérico, não tendo sido, portanto, configurada em uma categoria. Convém mencionar, neste ponto, que autores como Montibeller-Filho (2004), Veiga (2005), Barreto (2011), Rocha (2014) – esses dois últimos alicerçados nas definições e orientações de ONU (1992)

Compreensões sobre Desenvolvimento Sustentável e suas dimensões: um estudo comparativo entre estudantes ingressantes e concluintes de Engenharia

– apontam para a necessidade de compreensões que explicitem de forma mais clara o conceito de Desenvolvimento Sustentável e suas dimensões do que aquela anunciada na conceituação inicial pelas primeiras conferências e autores que trataram sobre o tema (e que foi mencionada, neste ponto, pelo C9).

Diante disso, o primeiro e menor grupo de respostas dos concluintes resultou na categoria O Desenvolvimento Sustentável restrito à dimensão ambiental. De forma semelhante aos ingressantes, esses concluintes constroem nas unidades dessa categoria conceitos de Desenvolvimento Sustentável ligados estritamente às questões ambientais. Resultados semelhantes foram encontrados nas pesquisas de Castro e Gomes (2019) e Silva, Gomes e Brasil (2017) realizadas, também, em cursos de Engenharia Ambiental.

Desenvolvimento sustentável é a produção de um produto ou serviço com o mínimo ou reduzido impacto ao meio ambiente (C3).
Atender as necessidades da sociedade do presente com técnicas capazes de manter recursos naturais para as futuras gerações (C16).

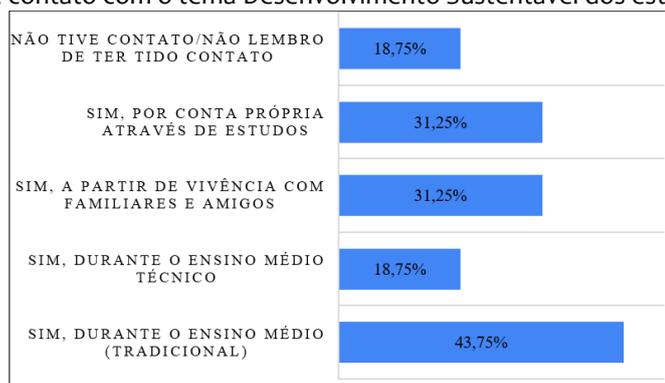
Observou-se que para os concluintes, diferentemente dos ingressantes, há um número maior de unidades alocadas na categoria do ideal esperado, indicando, assim, que o processo formativo em Engenharia Ambiental e Sanitária, objeto da presente análise, tem, em boa medida, possibilitado a ampliação e a construção de novos significados sobre o tema Desenvolvimento Sustentável. O terceiro grupo de unidades de análise, nesse contexto, resultou na categoria O Desenvolvimento Sustentável na inter-relação das dimensões ambiental, econômica e social. Questões “ambientais”, “culturais”, “econômicas”, “sociais” e “humanas” foram recorrentemente citadas pelos estudantes concluintes.

É o desenvolvimento que leva em consideração as esferas sociais, ambientais, econômicas e culturais a fim de evitar o esgotamento de recursos, ser economicamente viável e socialmente igualitário, acessível e positivo (C1).
Acho que o foco do desenvolvimento sustentável é muito mais amplo do que apenas o meio ambiente, tecnologia e economia. Trata-se também de garantir uma sociedade não apenas consciente, mas também corresponsável, saudável e justa, atendendo as diversas necessidades de todas as pessoas nas comunidades existentes e futuras, promovendo além do bem-estar pessoal, a coesão e a inclusão socioambiental e criando oportunidades iguais para todos (C15).

Na sequência, os estudantes ingressantes foram perguntados a respeito do contato com conteúdos e discussões sobre o conceito de Desenvolvimento Sustentável antes de ingressar na Engenharia Ambiental e Sanitária. Os estudantes concluintes, por sua vez, responderam sobre os espaços/formatos das discussões ao longo do processo formativo. Uma vez que mais de uma alternativa poderia ser assinalada, os resultados dos Gráficos 1 e 2 apresentam valores somados superiores a 100%.

Em relação aos dados do grupo de estudantes ingressantes – Gráfico 1 – destaca-se o percentual de 62,5% das respostas indicando o ensino médio – modalidades tradicional e técnico –, em contrapartida dos 18,75% que admitem não se lembrarem e/ou não terem tido contato com o conceito de Desenvolvimento Sustentável até o momento.

Gráfico 1: Espaço de contato com o tema Desenvolvimento Sustentável dos estudantes ingressantes

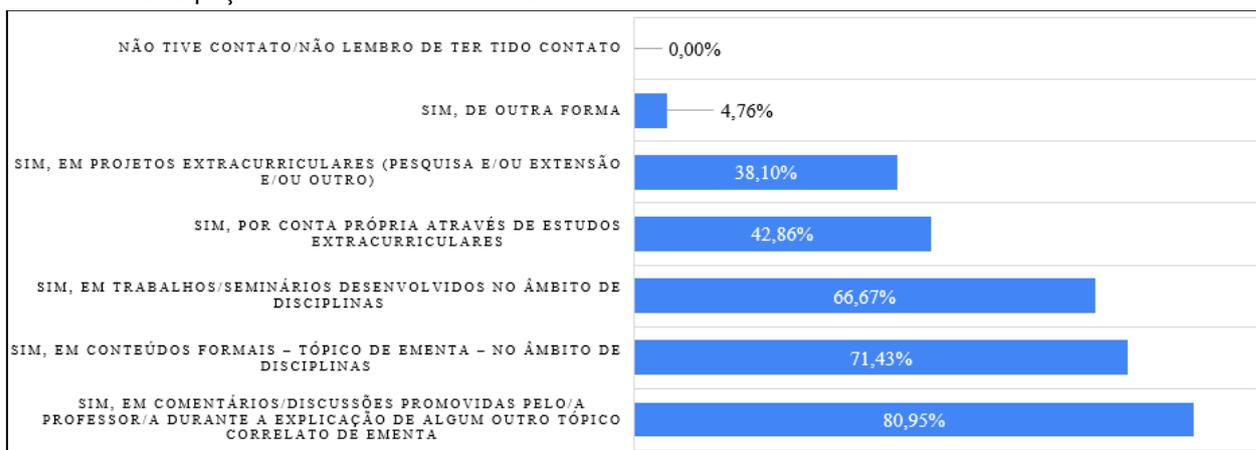


Fonte: Autores (2022)

Na mesma linha de investigação os estudantes concluintes foram perguntados sobre o contato com o tema Desenvolvimento Sustentável no contexto da formação em Engenharia Ambiental e Sanitária. Os resultados são apresentados na Gráfico 2 e indicam, positivamente, elevados percentuais da presença do tema em espaços formais de ensino (em discussões promovidas pelo/a professor/a em sala de aula, como tópico de ementa e no desenvolvimento de trabalhos e seminários no âmbito de disciplinas). Importante destacar que não houve marcações no item ‘Não tive contato’, o que permite concluir que de uma ou de outra forma o tema Desenvolvimento Sustentável fez parte do processo formativo – curricular e extracurricular – dos estudantes.

Compreensões sobre Desenvolvimento Sustentável e suas dimensões: um estudo comparativo entre estudantes ingressantes e concluintes de Engenharia

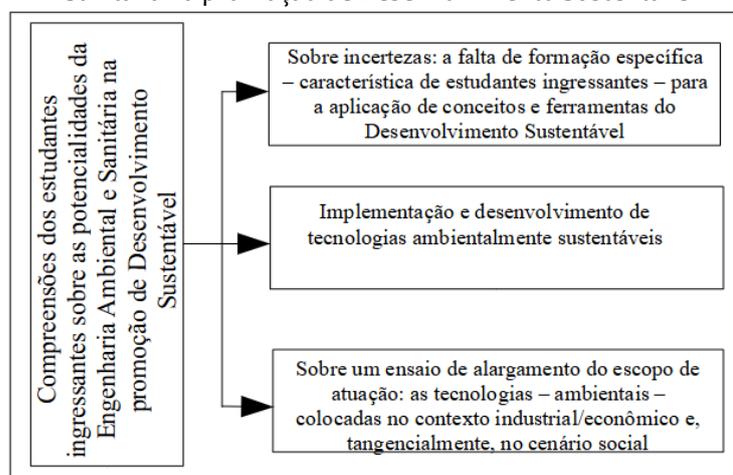
Gráfico 2: Espaço de contato com o tema Desenvolvimento Sustentável dos estudantes concluintes



Fonte: Autores (2022)

Na pergunta – dissertativa – subsequente de ambos os questionários, os estudantes foram provocados a escrever sobre as potencialidades/responsabilidades da Engenharia Ambiental e Sanitária na promoção do Desenvolvimento Sustentável. As categorizações para o grupo de estudantes ingressantes são sintetizadas na Figura 3.

Figura 3: Compreensões dos estudantes ingressantes sobre as potencialidades da Engenharia Ambiental e Sanitária na promoção de Desenvolvimento Sustentável



Fonte: Autores (2022)

O primeiro grupo de unidades de análise resultou numa categoria denominada Sobre incertezas: a falta de formação específica – característica de estudantes ingressantes – para a aplicação de conceitos e ferramentas do Desenvolvimento Sustentável. Naturalmente, por não possuírem formação específica sobre Desenvolvimento Sustentável, estudantes ingressantes apresentaram respostas limitadas sobre sua aplicação na prática.

Na parte dos projetos (I6).

Creio que a Engenharia Ambiental e Sanitária consegue impactar diretamente no desenvolvimento sustentável através de estudos dentro e fora da universidade (I10).

O segundo e maior grupo de unidades de análise resultou numa categoria denominada como Implementação e desenvolvimento de tecnologias ambientalmente sustentáveis. As soluções de engenharia ficam, portanto, limitadas à dimensão ambiental.

Desenvolvendo/criando sistemas e tecnologias para reduzir ao máximo os impactos [ambientais] negativos do desenvolvimento (I4).
Num programa de reciclagem por exemplo (I7).

Apesar de na Figura 1 algumas respostas que fizeram emergir as categorias de análise resultarem numa dimensão de interlocução entre as diferentes dimensões do Desenvolvimento Sustentável, fica evidente a dificuldade de os ingressantes pensarem na implementação de soluções integradas.

A inter-relação entre as diferentes dimensões do Desenvolvimento Sustentável encontra materialidade em, apenas, duas respostas, as quais resultaram na categoria Sobre um ensaio de alargamento do escopo de atuação: as tecnologias – ambientais – colocadas no contexto industrial/econômico e, tangencialmente, no cenário social.

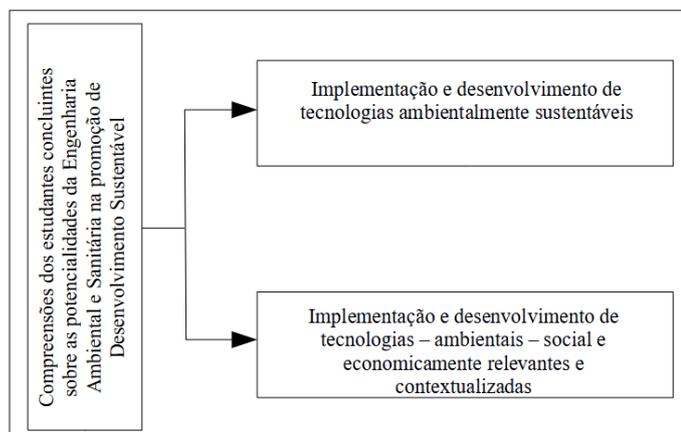
Acredito que tendo o conhecimento necessário conseguimos conciliar o crescimento e desenvolvimento das cidades e polos industriais e, ao mesmo tempo, preservar ao máximo nossas regiões de mata nativa, controlar os gases poluentes emitidos diariamente, os resíduos que são em sua maioria dispensados em locais não adequados entre inúmeras outras maneiras de ajudar o meio ambiente (I9).

Pode promover novas tecnologias e métodos junto com a sociedade/empresas para contribuir com a sustentabilidade (I11).

Os concluintes foram, da mesma forma, provocados a escrever sobre as potencialidades e/ou responsabilidades da profissão para a promoção de Desenvolvimento Sustentável. Os resultados do movimento de categorização para o grupo em questão são sintetizadas na Figura 4.

Compreensões sobre Desenvolvimento Sustentável e suas dimensões: um estudo comparativo entre estudantes ingressantes e concluintes de Engenharia

Figura 4: Compreensões dos estudantes concluintes sobre as potencialidades da Engenharia Ambiental e Sanitária na promoção de Desenvolvimento Sustentável



Fonte: Autores (2022)

Percebeu-se uma tendência de os concluintes, quando comparados aos ingressantes, apresentarem potencialidades/soluções mais relevantes para que se alcance o Desenvolvimento Sustentável. No entanto, a categoria Implementação e desenvolvimento de tecnologias ambientalmente sustentáveis revela as dificuldades dos estudantes concluintes articularem soluções integradoras sobre o tema.

Responsabilidade: Implementação de PGRS [Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos], SGA [Sistemas de Gestão Ambiental], planos de ação de redução de matérias primas, conscientização de temas ambientais, proposta de mudança de insumos menos agressivos ao meio ambiente. Potencialidades: Através de pesquisa com biomassas e/ou resíduos agrícolas e resíduos sólidos para outras finalidades (C3).

O Engenheiro Ambiental e Sanitarista leva consigo esse princípio, pois todas as atribuições levam em conta um mundo melhor e mais sustentável, com menos poluição, menos impactos a natureza (C6).

O segundo grupo de unidades de análise, que foi categorizado como Implementação e desenvolvimento de tecnologias – ambientais – social e economicamente relevantes e contextualizadas, contou com as respostas mais próximas do que se esperava como ideal.

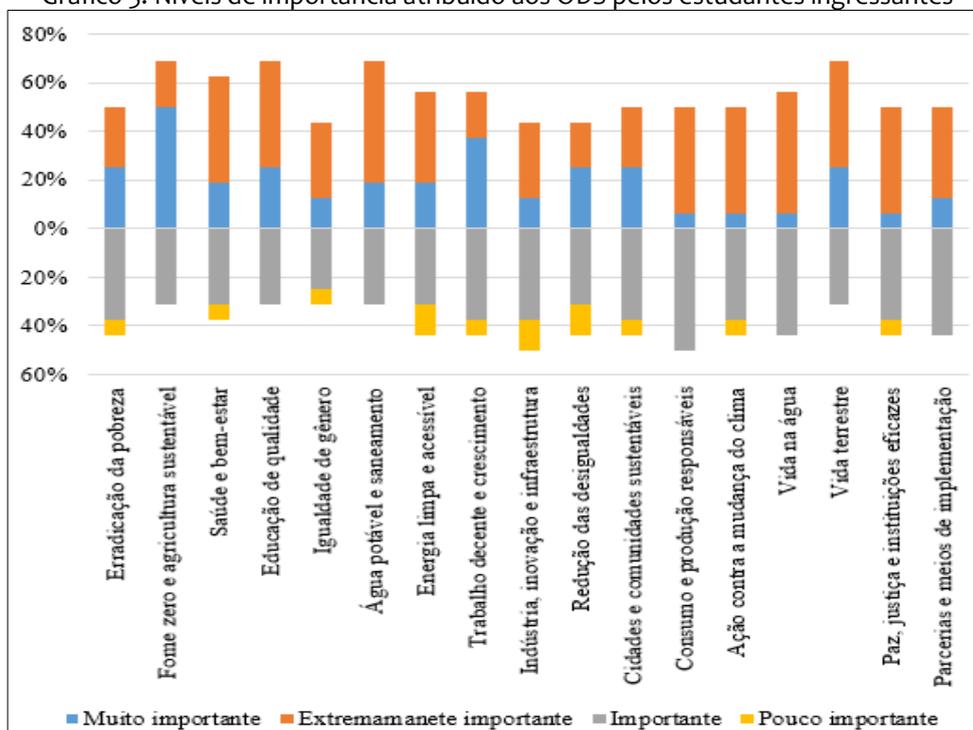
Para mim a profissão de Engenharia Ambiental e Sanitária tem a responsabilidade de promover o Desenvolvimento Sustentável através da preservação dos recursos naturais e da proteção da saúde humana por meio da redução dos impactos causados pelas atividades humanas ao meio ambiente. Vale ressaltar que a redução desses impactos está relacionada com o compromisso com os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) criados pela ONU (C9).

Nessa categoria, os estudantes se apresentam como futuros profissionais da Engenharia Ambiental e Sanitária associando as três dimensões do Desenvolvimento Sustentável. Há nesse ponto, um número maior de estudantes concluintes apresentando respostas melhores contextualizadas quando comparadas aos estudantes ingressantes.

Com o objetivo de avançar no nível de profundidade das compreensões sobre as dimensões ambiental, econômica e social do Desenvolvimento Sustentável, foi solicitado que os estudantes marcassem a ordem de importância para 17 itens, sendo esses os objetivos do Desenvolvimento Sustentável. Na Escala Likert aplicada na questão, os respondentes poderiam assinalar de ‘Pouco importante’ até ‘Extremamente importante’. ‘Indiferente’ também poderia ser uma opção e é entendida, neste trabalho, como ponto que divide as respostas entre o ideal esperado – ‘Muito importante’ e ‘Extremamente importante’ – e o desconhecimento/desconsideração – ‘Importante’ e ‘Pouco importante’ – daquela esfera do Desenvolvimento Sustentável.

Os resultados da questão para os estudantes ingressantes são apresentados no Gráfico 3 e para os estudantes concluintes no Gráfico 4.

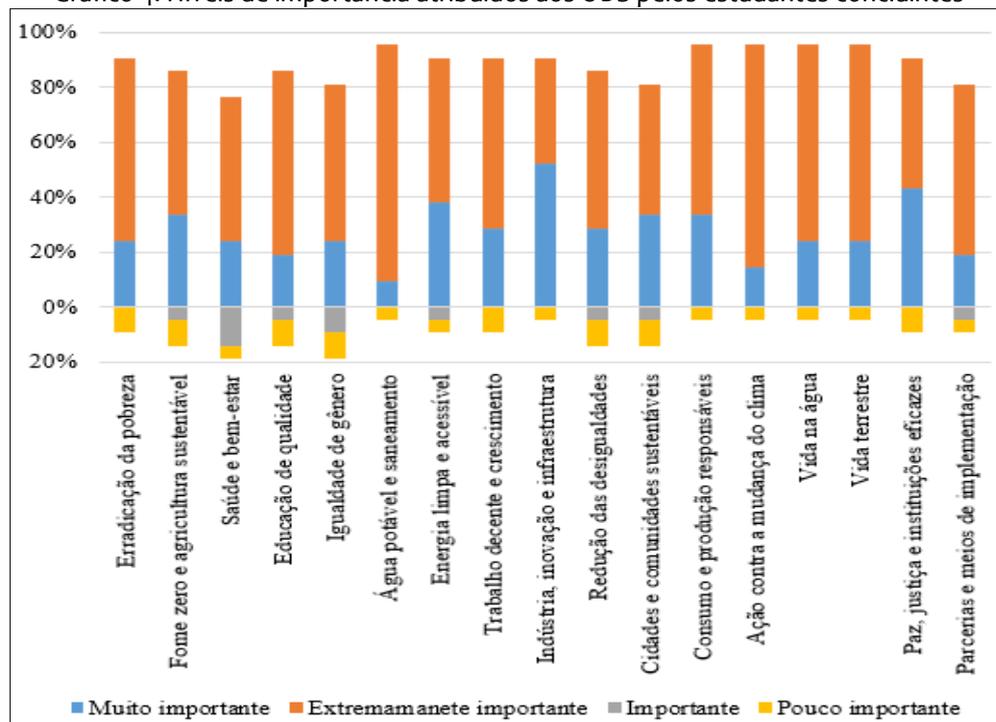
Gráfico 3: Níveis de importância atribuído aos ODS pelos estudantes ingressantes



Fonte: Autores (2022)

Compreensões sobre Desenvolvimento Sustentável e suas dimensões: um estudo comparativo entre estudantes ingressantes e concluintes de Engenharia

Gráfico 4: Níveis de importância atribuídos aos ODS pelos estudantes concluintes



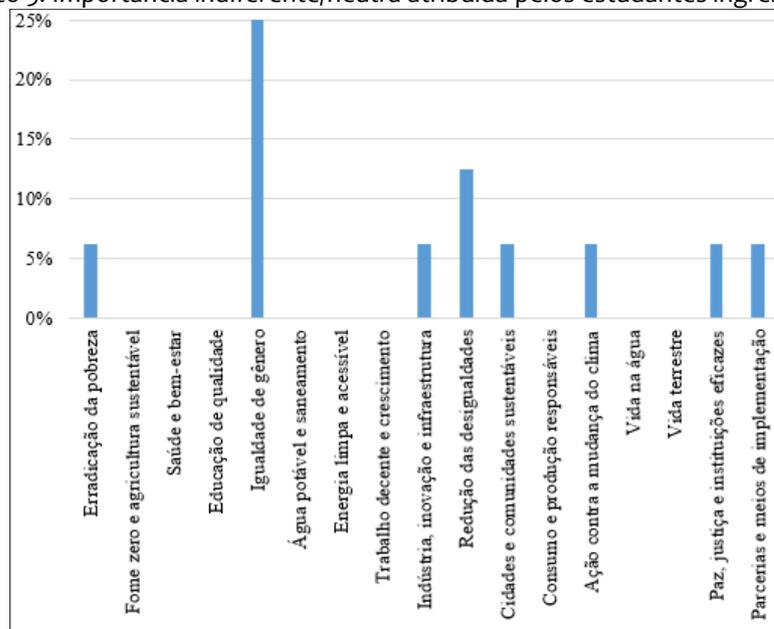
Fonte: Autores (2022)

Nesse ponto, percebe-se que os estudantes concluintes compreendem melhor o Desenvolvimento Sustentável – lembrando que os 17 objetivos apresentados na questão carregam a complexidade das dimensões ambiental, econômica e social. Ao comparar os Gráficos 3 e 4, é perceptível que as colunas do gráfico dos concluintes ficam predominantemente na parte superior – resposta ideal – do gráfico. Ainda assim, os ingressantes, apesar de não terem tantos elementos sobre o Desenvolvimento Sustentável (o que é revelado nas categorias das Figuras 1 e 3 e nos dados do Gráfico 1), sugerem níveis de importância mais altos – resposta ideal – em 16 colunas do Gráfico 3. Isso indica que excluindo os indiferentes, os demais mostram uma tendência a não privilegiarem uma ou outra dimensão. ‘Indústria, inovação e infraestrutura’ – ligado a dimensão econômica – foi o único objetivo que apresentou maior porcentagem ‘negativa’ do que ‘positiva’.

Nos gráficos anteriores algumas colunas não somam 100%. Isso acontece no caso dos ODS que tiveram uma ou mais marcações na opção ‘Indiferente’. Os Gráficos 5 e 6 apresentam, respectivamente, os percentuais de estudantes ingressantes e concluintes que posicionam o item como indiferente/neutro e que, portanto, revelam não saber situar a dimensão em questão no âmbito do Desenvolvimento Sustentável. Fazendo uma comparação entre ingressantes e concluintes, percebe-se que há maiores porcentagens de

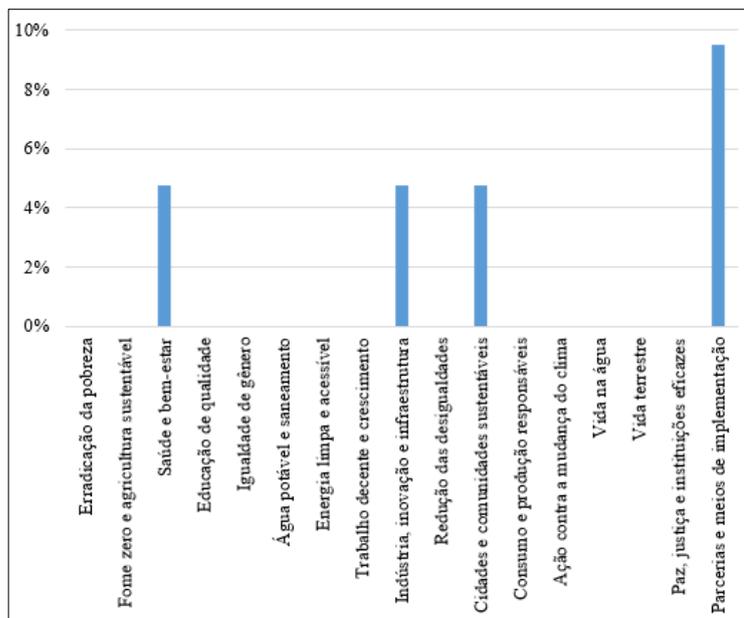
indiferenças e que aparece um número maior de objetivos marcados como ‘Indiferente’ no grupo de ingressantes.

Gráfico 5: Importância indiferente/neutra atribuída pelos estudantes ingressantes



Fonte: Autores (2022)

Gráfico 6: Importância indiferente/neutra atribuída pelos estudantes concluintes



Fonte: Autores (2022)

Especial destaque negativo merece ser dado, no âmbito do grupo de estudantes ingressantes, ao aparecimento na opção ‘Indiferente’ de objetivos notadamente de âmbito

Compreensões sobre Desenvolvimento Sustentável e suas dimensões: um estudo comparativo entre estudantes ingressantes e concluintes de Engenharia

social – erradicação da pobreza, igualdade de gênero, redução das desigualdades e paz, justiça e instituições fortes. Afora isso não há diferenças significativas uma vez que em ambas as amostras aparecem variáveis do campo econômico – indústria, inovação e infraestrutura (ingressantes e concluintes) – e também itens do campo ambiental – ação contra a mudança do clima (ingressantes) e edificações e comunidades sustentáveis (ingressantes e concluintes).

5. Considerações finais

O presente trabalho buscou entender se o processo formativo em Engenharia Ambiental e Sanitária é capaz de construir e ampliar entendimentos sobre as dimensões ambiental, econômica e social do Desenvolvimento Sustentável. A pesquisa empírica – realizada com estudantes ingressantes e estudantes concluintes – revelou que o curso é um importante *lócus* na construção de entendimentos sobre o tema.

Na tentativa de definir o Desenvolvimento Sustentável, os estudantes concluintes, no contraponto dos estudantes ingressantes, revelam posicionamentos mais consistentes e críticos. A respeito das potencialidades/responsabilidades da profissão na promoção de soluções no âmbito do Desenvolvimento Sustentável, houve uma tendência dos concluintes, quando comparados aos ingressantes, apresentarem propostas mais relevantes. No entanto, ainda ficam evidentes as dificuldades de implementar ações no campo da prática.

Destaca-se que, apesar de certa porcentagem de estudantes ingressantes terem colocado que não haviam tido contato e/ou não lembravam de ter tido contato com o tema, não houve concluintes que se apresentassem nessa direção. Houve, sim, altas porcentagens de estudantes concluintes que disseram ter participado de discussões curriculares no âmbito de várias disciplinas do curso, indicando que o tema tem um (ensaio de) tratamento transversal ao longo da matriz curricular objeto de análise.

Especificamente sobre os 17 ODS, percebeu-se que os estudantes concluintes compreendem melhor as inter-relações entre as dimensões ambiental, econômica e social do Desenvolvimento Sustentável por apontarem níveis de importância mais próximos do ideal. Ainda assim, os estudantes ingressantes mostram uma tendência a não privilegiarem uma ou outra dimensão, o que, em certa medida, rejeita – nesse ponto – a hipótese inicial da pesquisa de que os ingressantes vinculariam o tema mais fortemente à sua dimensão ambiental. Houve destaque negativo, no âmbito do grupo de estudantes ingressantes, ao

se apresentarem com indiferença em relação aos objetivos notadamente de âmbito social como, por exemplo, erradicação da pobreza, igualdade de gênero, redução das desigualdades e paz, justiça e instituições fortes.

Por fim, convém orientar que é necessário que o curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, objeto da presente análise, avance no sentido de articular estratégias – consistentes, permanentes e metodologicamente estruturadas – de discussão e, principalmente, de implementação de soluções tecnológicas numa perspectiva integradora entre meio ambiente, economia e sociedade.

Referências

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.

BARRETO, Nathalia Lima. O Princípio do Desenvolvimento Sustentável. **Cadernos de Direito**, v. 11, n. 20, p. 47-65, 30 jun. 2011.

BORDIN, Leandro. **A educação em engenharia numa perspectiva sociotécnica**. 2018. 308 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

BRASIL. **Política Nacional do Meio Ambiente**. Brasília, 31 ago. 1981. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm. Acesso em: 15 fev. 2022.

BRASIL. **Constituição Federal**. Brasília, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 15 fev. 2022.

BRASIL. **Resolução CNE/CES 2/2019**: Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Brasília, 2019. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=112681-rces002-19&category_slug=abril-2019-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 15 fev. 2022.

CASTRO, Emanuelle Maria Gomes; GOMES, Raimunda Kelly Silva. Percepção sobre educação e sustentabilidade dos discentes do curso de Engenharia Ambiental da Universidade do Estado do Amapá. In: **Anais X Encontro Pesquisa em Educação Ambiental, VII Encontro Sergipano de Educação Ambiental**, São Cristóvão: Ueap, 2019.

CRUVINEL, Karla Alcione; MARÇAL, Débora Raíssa; LIMA, Yan Carlo Rodrigues. Evolução da Engenharia Ambiental no Brasil. In: **Anais Congresso Brasileiro de gestão Ambiental**. Belo Horizonte: Ibeas, 2014.

DIAS, Guilherme Vieira; TOSTES, José Glauco Ribeiro. Desenvolvimento sustentável: do ecodesenvolvimento ao capitalismo verde. **Revista da Sociedade Brasileira de Geografia**, Brasília, v. 2, n. 2, p. 1-20, jan. 2009.

Compreensões sobre Desenvolvimento Sustentável e suas dimensões: um estudo comparativo entre estudantes ingressantes e concluintes de Engenharia

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
JACOBI, Pedro. Educação e meio ambiente: transformando as práticas. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, p. 28-35, jan. 2004.

LARA, Pedro Túlio de Resende. Sustentabilidade em instituições de ensino superior. **Revista Monografias Ambientais**, v. 7, n. 7, p. 1646-1656, 2012.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli Eliza Dalmazó Afonso. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MARIANI, Antonio de Abreu. O Relatório Limites do Crescimento revisitado. **Revista Jurisfib**, v. 8, n. 8, p. 721-747, dez. 2017.

MIHELIC, James R.; ZIMMERMAN, Julie Beth. **Engenharia ambiental: fundamentos, sustentabilidade e projeto**. 2. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 2018.

MINAYO, Maria Cecília Souza (org.); Deslandes, Suely Ferreira.; Neto, Otávio Cruz.; Gomes, Romeu. **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 30. ed. Petrópolis: Vozes, 2011.

MONTIBELLER-FILHO, Gilberto. **O mito do desenvolvimento sustentável: meio ambiente e custos sociais no moderno sistema produtor de mercadorias**. 2. ed. Florianópolis: UFSC, 2004.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 15 fev. 2022.

OLIVEIRA, Gilson Batista de. Uma discussão sobre o conceito de desenvolvimento. **Revista da Fae**, v. 5, n. 2, p. 37-48, maio 2002.

ONU. **Declaração da Conferência de ONU no Ambiente Humano**. Estocolmo, 1972.

ONU. **Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento**. Nosso Futuro Comum. 2. ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1991.

ONU. **Agenda 21 Global**. Rio de Janeiro, 1992.

PEREIRA, José Bráulio. **Sustentabilidade: um desafio para engenharia**. Revista Instituto de Educação Tecnológica, 2016.

ROCHA, Rossana de Araújo. **A conscientização e a ação conjunta de governos, sociedades e agentes econômicos para a viabilização do desenvolvimento sustentável**. TCC (Curso de Direito Ambiental). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

SCATOLIN, Fábio Dória. **Indicadores de desenvolvimento: um sistema para o estado do Paraná**. 1989. 252 f. Dissertação (Mestrado em Economia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1989.

SILVA, Paulo Sérgio Araújo da; GOMES, Fabiane Frances Araújo; BRASIL, Mateus Henrique Trajano. Concepções de desenvolvimento sustentável em alunos do curso de engenharia ambiental: a crítica de um conceito. In: **Anais IX Simpósio Brasileiro de Engenharia Ambiental, XV Encontro Nacional de Estudantes de Engenharia Ambiental e III Fórum Latino Americano de Engenharia e Sustentabilidade**. Belo Horizonte, 2017.

VEIGA, José Eli da. **Desenvolvimento sustentável: o desafio do século XXI**. Editora Garamond, 2005.

YIN, Robert. K. **Estudo de caso: Planejamento e Métodos**. 2. ed. Porto Alegre (RS): Bookman, 2001.

Sobre os autores

Marcos Ivan Snigura

Engenheiro Ambiental e Sanitarista formado pela Universidade Federal da Fronteira Sul, campus Chapecó/SC.

E-mail: marcosnigura@gmail.com Orcid: <https://orcid.org/0009-0000-7452-7452>

Leandro Bordin

Engenheiro Civil, Mestre em Engenharia Civil, Doutor em Educação Científica e Tecnológica. Professor da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), campus Chapecó/SC. Realiza trabalhos e pesquisas sobre as implicações sociais e ambientais da ciência e da tecnologia no âmbito da educação tecnológica e, especialmente, da educação em engenharia.

E-mail: lbordin@uffs.edu.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4703-6671>

Recebido em: 05/02/2024

Aceito para publicação em: 14/03/2024