



## A PERCEÇÃO DA CONSCIÊNCIA AMBIENTAL NA CONSTRUÇÃO EM ESTUDANTES DE ENGENHARIA CIVIL

**Gabriela Schneider de Sousa Bottega**

Universidade Comunitária da Região de Chapecó - SC

**Juliana Kiles Oliveira**

Universidade Comunitária da Região de Chapecó - SC

**Katiane Laura Balzan**

Universidade Comunitária da Região de Chapecó - SC

**Silvio Edmundo Pilz**

Universidade Comunitária da Região de Chapecó - SC

**Francieli Dalcanton**

Universidade Comunitária da Região de Chapecó - SC

**Marcelo Fabiano Costella\***

Universidade Comunitária da Região de Chapecó - SC

Faculdade Meridional IMED - RS

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6471-9848>

### RESUMO

A engenharia civil é a uma das profissões que mais cresce no país, contribuindo de forma significativa para o seu desenvolvimento, devendo este ser sustentável, atendendo a geração presente e futura. O profissional da engenharia civil é um grande responsável nesse desenvolvimento sustentável, na medida em que o setor da construção é grande consumidor de recursos naturais e grande gerador de resíduos. Portanto, esta pesquisa teve como objetivo identificar o nível de conhecimento dos estudantes do curso de engenharia civil em relação aos parâmetros de sustentabilidade na construção civil, abrangendo os alunos iniciantes e concluintes de duas instituições de ensino superior. O instrumento de estudo foi um questionário contemplando questões básicas e específicas, relacionada aos temas consciência ambiental e sustentabilidade na construção civil, onde as respostas receberam pesos diferenciados a fim de quantificar o nível de conhecimento. A amostragem coletada na pesquisa, durante o período do segundo semestre de 2015, foi de 136 alunos, sendo 67 alunos na fase iniciante do curso e 69 alunos na fase de conclusão do curso de engenharia civil. Os resultados demonstram que há insuficiência de domínio nesse tema, tanto na fase inicial quanto na fase final do curso, no qual apenas 36,23% dos concluintes apresentaram conhecimento avançado sobre o assunto. Diante disso, foi constatada a importância de uma mudança no sistema de ensino dentro das universidades, em que o foco seja no desenvolvimento sustentável para aplicação na construção civil.

**Palavras-chave:** Engenharia civil; Sustentabilidade; Ensino na engenharia civil; Desenvolvimento sustentável.

---

\*Autor para correspondência / Author for correspondence / Autor para la correspondencia:

Marcelo Fabiano Costella - E-mail: [costella@unochapeco.edu.br](mailto:costella@unochapeco.edu.br)

Data do recebimento do artigo (received): 8/4/2019

Data do aceite de publicação (accepted): 28/02/2020

## **PERCEPTION OF ENVIRONMENTAL AWARENESS IN CONSTRUCTION IN CIVIL ENGINEERING STUDENTS**

### **ABSTRACT**

Civil engineering is one of the fastest growing professions in the country, contributing significantly to its development, and this should be sustainable, given the present and future generation. The Civil engineering professional is a major responsible in this sustainable development, as the construction sector is a large consumer of natural resources and large waste generator. Therefore, this research aimed to identify the level of knowledge of the students of the Civil engineering course in relation to the sustainability parameters in civil construction, covering the beginner and concluding students of two institutions of Higher education. The study instrument was a questionnaire addressing basic and specific questions related to environmental awareness and sustainability issues in civil construction, where responses received differentiated weights in order to quantify the level of Knowledge. The sample collected in the research, during the period of the second semester of 2015, was 136 students, being 67 students in the beginner phase of the course and 69 students in the phase of completion of the Civil engineering course. The results show that there is insufficient dominance in this subject, both in the initial phase and in the final phase of the course, in which only 36.23% of the seniors presented advanced knowledge on the subject. Therefore, the importance of a change in the education system within universities was verified, in which the focus is on sustainable development for application in civil construction.

**Keywords:** Civil Engineering; Sustainability; Teaching in civil engineering; Sustainable development.

## **LA PERCEPCIÓN DE LA CONCIENCIA AMBIENTAL EM CONSTRUCCIÓN EN ESTUDIANTES DE INGENIERÍA CIVIL**

### **RESUMEN**

La ingeniería civil es una de las profesiones de más rápido crecimiento en el país, contribuyendo significativamente a su desarrollo, y esto debe ser sostenible, dada la generación presente y futura. El profesional de la ingeniería civil es un importante responsable en este desarrollo sostenible, ya que el sector de la construcción es un gran consumidor de recursos naturales y grandes generadores de desechos. Por lo tanto, esta investigación pretendía identificar el nivel de conocimiento de los estudiantes del curso de ingeniería civil en relación con los parámetros de sostenibilidad en la construcción civil, cubriendo a los estudiantes principiantes y concluyentes de dos instituciones de Educación superior. El instrumento de estudio fue un cuestionario que aborda cuestiones básicas y específicas relacionadas con la concienciación medioambiental y cuestiones de sostenibilidad en la

construcción civil, donde las respuestas recibieron pesos diferenciados con el fin de cuantificar el nivel de Conocimiento. La muestra recolectada en la investigación, durante el período del segundo semestre de 2015, fue de 136 estudiantes, siendo 67 estudiantes en la fase de iniciación del curso y 69 estudiantes en la fase de finalización del curso de ingeniería civil. Los resultados demuestran que no hay una dominación insuficiente en este tema, tanto en la fase inicial como en la fase final del curso, en la que sólo el 36,23% de las personas mayores presentaron conocimientos avanzados sobre el tema. Por lo tanto, se verificó la importancia de un cambio en el sistema educativo dentro de las universidades, en el que se centra en el desarrollo sostenible para su aplicación en la construcción civil.

**Palabras clave:** Ingeniería Civil; Sostenibilidad; Enseñanza en la ingeniería civil; Desarrollo sostenible.

## 1 INTRODUÇÃO

A degradação ambiental é um dos grandes desafios a ser superado pela sociedade global, o que requer aplicabilidade em ações efetivas e tomadas de decisões que possam ser aplicadas na área de construção civil para que se reverta esse quadro (Costa, Machado, Rodrigues & Souza, 2017).

Sendo assim, o tema sustentabilidade tem sido comumente discutido na atualidade, e este vem ganhando cada vez mais espaço e importância. Aparece ser algo novo, inédito, porém a primeira definição sobre desenvolvimento sustentável surgiu em 1987 através do *Brundtland Report* na qual “desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades da geração presente, sem comprometer o atendimento às necessidades das gerações futuras” (Instituto Brasileiro de Sustentabilidade [InBS], 1987).

Posteriormente, foi instituída a teoria denominada Tripé da Sustentabilidade por Elkington (1997), reiterando o conceito de sustentabilidade, baseado em três pilares: econômico, ambiental e social.

A evolução do conceito de sustentabilidade vem, nas últimas três décadas, progredindo e está constantemente sendo utilizado como sinônimo usual de processos e serviços como “desenvolvimento duradouro”, “durável” e “longo prazo” (Leal, Manolas & Pace, 2009).

O conceito de desenvolvimento sustentável ganhou atenção e consideração global crescente, principalmente a partir das declarações conceituais da Comissão Brundtland de 1987, onde desenvolveram-se modelos e indicadores de sustentabilidade que poderiam implementar parâmetros e contribuições para estudos e pesquisas (Olawumi & Chan, 2018).

No campo da educação, a sustentabilidade é sempre um contexto com demandas contínuas e construção coletiva, fazendo-se necessário a inclusão de múltiplos atores internos e externos, que busquem um lugar estratégico para fundamentar-se, no processo educativo, as ideias e ações sócio-econômico-ambiental (Felgueiras, Rocha & Caetano, 2018).

Para que se melhore a questão de sustentabilidade nos currículos acadêmicos, faz-se necessário desenvolver abordagens colaborativas no processo educacional, buscando

discutir e redesenhar o potencial transformador do estudante como agente de um futuro sustentável (Leal Filho, Raath, Vargas, Souza, Quelhas, Haddad, Klavins & Orlovic, 2018).

Jovens engenheiros devem ser capacitados para antecipar os desafios da sustentabilidade, assim contribuindo de baixo para cima a um desenvolvimento sustentável global. Conseqüentemente, novas perspectivas para aprendizagem e ensino na engenharia são necessárias, fornecendo parâmetros inovadores para lidar com o processo e desafios da sustentabilidade no ambiente de trabalho (Stock & Kohl, 2018).

A questão da sustentabilidade coloca exigências específicas sobre os engenheiros: que tenham maior conhecimento, além de maior treinamento em técnicas de soluções voltadas ao desenvolvimento sustentável (Lunardelli, Mutti & Goulart, 2014).

Sendo assim, exercer a profissão de engenharia com foco no desenvolvimento sustentável é um desafio, pois é necessário mudar as técnicas de fabricação, projeto, construção e até manutenção, e por mais contraditório que pareça ser, a temática sustentabilidade parece não receber o apoio necessário para que se consiga promover na sociedade mudanças significativas (Montenegro, Araújo, Melo & Petrovich, 2018).

Além disso, quando se decide seguir uma determinada carreira e toma-se a decisão de tornar-se profissional nessa área, o profissional tem códigos de ética aos quais estará ligado (Rodgers, 2009).

A Sociedade Americana de Engenheiros Civil [ASCE] apresenta em seu Código de Ética a primeira diretriz na qual é introduzido o conceito de desenvolvimento sustentável, onde cita que engenheiros devem considerar primordial a segurança, saúde e bem-estar do público e deve empenhar-se para cumprir os princípios do desenvolvimento sustentável no desempenho de seus deveres profissionais (ASCE, 2017).

Segundo Rodgers (2009), se cumprido o princípio da sustentabilidade na área de engenharia, os demais serão imediatamente cumpridos também. Nota-se assim que o desenvolvimento sustentável deve ser um princípio dos profissionais da Engenharia Civil, e de todos os demais envolvidos na área de construção civil.

No contexto do campo da ciência, a educação ambiental busca ampliar diferentes aspectos que venham expressar e transformar a visão da sociedade sobre o tema, visando uma mudança, através de cooperação entre diversos eixos cooperativos. Para que o desenvolvimento sustentável sofra avanços e incentivos através de ações reais, é necessário

que se promova através da educação ambiental uma nova visão sobre sustentabilidade, gerando a prática de pequenos gestos cotidianos, até se tornarem ações corriqueiras do dia-a-dia (Bueno & Arruda, 2013).

Os novos profissionais de engenharia precisam ter proficiências mais abrangentes, o que lhes permitirá integrar e entender um ambiente mais amplo e funcional nos conceitos de ensino/aprendizagem, abordando questões e discutindo metas eficientes e integradas no sistema de sustentabilidade (Felgueiras, Rocha & Caetano, 2017).

No processo de formação acadêmica do engenheiro civil, o cenário, como um todo, não demonstra uma efetiva preocupação com as demandas ambientais, percebendo-se pouco significativo o debate sobre o real comprometimento do profissional como corresponsáveis nesse processo crítico em prol das demandas ambientais (Fávaro, Fonseca, Rezende & Magalhães, 2018).

Diante do exposto, o objetivo desse artigo é identificar o nível de conhecimento em relação a parâmetros de sustentabilidade na construção civil dos estudantes iniciantes e concluintes dos cursos de engenharia civil de duas instituições de ensino superior.

## **2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

A pesquisa é de caráter qualitativo, apresentando dados numéricos em seu desenvolvimento, os quais são interpretados obtendo resultados em termos qualitativos. O método da pesquisa foi baseado em Lunardelli, Mutti & Goulart (2014), cujo trabalho abordou a importância da sustentabilidade na formação do engenheiro civil, porém foram realizadas algumas adaptações no instrumento de pesquisa e nos critérios adotados para interpretação dos dados obtidos.

### **2.1 Objeto de estudo**

A pesquisa foi realizada com estudantes dos cursos de graduação em engenharia civil de duas instituições de ensino superior. O critério para seleção das instituições foi, primeiramente, a região onde estão localizadas, ambas em região próximas no estado de Santa Catarina, e a semelhança das matrizes educacionais e qualidade dos cursos, obtendo-se assim uma amostra maior, homogênea e justa perante a aplicação da pesquisa. No texto,

as instituições serão identificadas como Instituição A, localizada na região Oeste do estado e Instituição B, localizada na região meio oeste do estado.

A amostra foi dividida em dois grupos, estudantes iniciantes e concluintes, sendo denominados iniciantes aqueles pertencentes ao 1º período do curso, e concluintes aqueles pertencentes ao 9º e 10º período. Ao todo, 136 estudantes participaram da pesquisa, sendo 67 iniciantes e 69 concluintes (Tabela 1).

**Tabela 1.**

Estudantes participantes da pesquisa.

Classificação	Instituição A	Instituição B	Total
Iniciantes	40	27	67
Concluintes	35	34	69
Total	75	61	136

Fonte: Elaborado pelos autores.

## 2.2 Instrumento de pesquisa

O instrumento de pesquisa utilizado foi um questionário com questões de múltipla escolha, as quais foram elaboradas buscando-se a abordagem de tópicos relacionados à consciência ambiental e eixos de sustentabilidade, inseridos na área de conhecimento da engenharia civil e usualmente inseridos nos processos de projetos e execução de obras. O questionário possui 13 questões, todas objetivas de modo a evitar exposição dos voluntários da pesquisa.

Vale enfatizar que as questões não possuem alta complexidade e foram elaboradas com alternativas objetivas a fim de não tornar a atividade extensa. Além disso, os estudantes foram instruídos a assinalar apenas uma alternativa em cada questão, sendo a que melhor definisse sua opinião.

As três primeiras questões referem-se à consciência ambiental, e são relativas ao cotidiano do aluno, não dependendo do ensino da engenharia civil. As questões 1 e 2 buscam avaliar a consciência ambiental do estudante em relação à coleta e separação do lixo, com opções de respostas de "sim", "não", "não sei" (Figura 1).

<p><b>1. No local onde você mora há coleta seletiva?</b></p> <p>( ) Sim</p> <p>( ) Não</p> <p>( ) Não sei</p> <p><b>2. Você separa o lixo reciclável?</b></p> <p>( ) Sim</p> <p>( ) Não</p>
---

**Figura 1.** Parte 1 do questionário - questões 1 e 2.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Já a questão 3 avalia a consciência ambiental quanto à economia de água, com quatro opções de respostas (Figura 2).

<p><b>3. Você possui hábitos de economia de água?</b></p> <p>(2) Sim, pela economia financeira, pois o custo da água está elevado.</p> <p>(0) Não tenho o costume de controlar o consumo de água, pois a fonte de abastecimento em minha casa é poço artesiano.</p> <p>(1) Não, pois a fonte de abastecimento em minha casa é rede pública, então a economia de água não gera economia financeira, considerando que devemos pagar a taxa mínima indiferente do consumo.</p> <p>(3) Sim, fecho o registro do lavatório enquanto escovo os dentes e o registro da pia enquanto lavo a louça, por exemplo.</p>
---

**Figura 2.** Parte 2 do questionário - questão 3.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Cada alternativa da questão 3, tal como as questões 4 a 13, recebeu uma pontuação de 0 a 3, não sendo consideradas “corretas” ou “incorretas”, mas indicando o nível de consciência do aluno no tópico abordado (Tabela 2).

**Tabela 2.**

Nível de consciência ambiental em relação à economia de água.

Nível de consciência	Pontuação da alternativa assinalada
Nulo	0
Insuficiente	1
Básico	2
Avançado	3

Fonte: Elaborado pelos autores.

As demais questões, de 4 a 13, são relacionadas à sustentabilidade na construção civil, abordando diferentes tópicos: conceito de sustentabilidade, concepção de projetos, eficiência energética, certificação de edificações, desempenho acústico, energias renováveis, aproveitamento de água pluvial, reuso de águas cinzas e especificação de materiais.

Estas questões ainda foram classificadas em básicas e específicas, sendo que as básicas tratam conceitos que podem ser adquiridos nas fases iniciais do curso superior de engenharia civil ou até mesmo sem este, enquanto as questões específicas apresentam conceitos mais aprofundados nos temas abordados (Tabela 3).

**Tabela 3.**

Classificação de questões básicas e específicas

Classificação da questão	Questões
Básicas	4, 9, 10, 11, 13
Específicas	5, 6, 7, 8, 12

Fonte: Elaborado pelos autores.

Estas questões também possuíam quatro alternativas de respostas, as quais receberam uma pontuação, indicando o nível de conhecimento. Nas questões básicas, as alternativas de respostas possuem diferentes graus de aprofundamento, variando de 0 a 3. As questões básicas com a pontuação considerada em cada alternativa podem ser visualizadas na Figura 3.

**4. Quanto à “sustentabilidade” aplicada à atividade de construção civil, na sua opinião:**

- (1) Uma edificação sustentável é aquela ambientalmente correta, ou seja, que tem como objetivo a preservação do meio ambiente.
- (3) Uma edificação sustentável é aquela que atende aos equilíbrios ambiental, social e financeiro.
- (0) Uma edificação sustentável exige maior investimento, portanto pode ser realizada apenas por clientes de alto padrão.
- (2) Uma edificação sustentável é aquela que é viável financeiramente, desde a fase inicial de compra de lote e elaboração de projeto até seu uso final.

**9. Quanto à escolha do terreno e suas características, na sua opinião:**

- (3) O profissional deve buscar adaptar o projeto à topografia do terreno, evitando cortes e aterros.
- (0) O terreno e sua localização não interferem na sustentabilidade, pois esta depende do projeto arquitetônico da edificação que ocupará o lote.
- (2) Antes de iniciar o projeto deve-se obter os dados do lote através de levantamento topográfico e sondagens, a fim de elaborar o projeto com as condições reais.
- (1) Se não for possível realizar levantamentos topográficos e sondagens, o profissional deve pelo menos fazer uma análise do terreno in loco.

**10. Conforme seu conhecimento em relação às energias renováveis:**

- (0) Todas as fontes de energia renovável são sustentáveis.
- (2) Placas fotovoltaicas convertem a energia térmica solar em energia elétrica, sendo uma boa alternativa para geração própria de energia.
- (1) Biomassa, eólica, hídrica, solar e geotérmica são exemplos de fontes renováveis.
- (3) Na implantação de um sistema de energia renovável deve ser avaliado o *pay back* (retorno do investimento), pois um sistema inviável financeiramente não é sustentável.

**11. Sobre aproveitamento de água pluvial, na sua opinião:**

- (1) A água pluvial captada pode ser utilizada somente para rega de jardim, pois possui impurezas.
- (3) O profissional deve, na medida do possível, dar opções ao cliente de aproveitamento de água pluvial para uso com fins não potáveis como bacia sanitária e lavagem de pisos, contribuindo para a economia de água potável.
- (0) O aproveitamento de água pluvial deve ser considerado somente quando exigido para aprovação do projeto, pois aumenta o custo da obra devido aos componentes que devem ser instalados.
- (2) Existe uma lei que exige a captação de um determinado volume de água pluvial de acordo com a área do terreno e telhado.

**13. Sobre os materiais aplicados à construção civil, na sua opinião:**

- (2) Deve ser realizada a análise do ciclo de vida de cada material construtivo a fim de avaliar os impactos ambientais de processos e produtos.
- (1) A correta seleção e utilização de materiais reduzem a geração de resíduos e os impactos por eles ocasionados.
- (3) Os sistemas construtivos devem ser avaliados sob os aspectos de custos, durabilidade, qualidade e proximidade dos fornecedores, quantidade e risco dos resíduos gerados, e modularidade, atendendo ainda o critério de satisfação do cliente.
- (0) Em nossa região temos um padrão construtivo, o qual deve ser mantido para não gerar choque cultural.

**Figura 3.** Parte 4 do questionário – questões básicas.

Fonte: Elaborado pelos autores.

As questões específicas também possuem quatro alternativas, entretanto a pontuação de cada alternativa é equivalente ao dobro da pontuação considerada nas questões básicas, variando de 0 a 6. Este critério foi adotado pelos autores para diferenciar essas questões que exigem conhecimento mais aprofundado (Figura 4).

**5. Sobre a aplicação dos conceitos de sustentabilidade durante a fase de elaboração do projeto, na sua opinião:**

(0) O engenheiro civil, na elaboração dos projetos complementares básicos, não influencia na sustentabilidade da edificação.

(4) Medidas tomadas nos projetos complementares como prever divisão de circuitos por uso final e desligamento automático do sistema de iluminação e utilização de bacias sanitárias de caixa acoplada podem contribuir para a sustentabilidade da edificação.

(6) A sustentabilidade de uma edificação inicia na escolha de um lote, nas concepções de todos os projetos, na execução da obra, até o uso e ocupação da edificação.

(2) O profissional do projeto arquitetônico que define se a edificação será sustentável ou não através da definição de materiais que não degradem o meio ambiente.

**6. Em relação à eficiência energética de uma edificação, na sua opinião:**

(2) Uma edificação é mais eficiente energeticamente que outra quando proporciona as mesmas condições ambientais com menor consumo de energia.

(6) Apesar de um projeto contemplar medidas para tornar a edificação eficiente energeticamente, o comportamento do usuário influenciará.

(0) O projeto não influencia na eficiência energética, visto que o consumo de energia depende do usuário.

(4) Na fase de elaboração do projeto arquitetônico o profissional deve dar preferência para ventilação e iluminação natural a fim de reduzir consumo de energia com luminárias e sistemas de climatização.

**7. Sobre a certificação de edificações, conforme seu conhecimento:**

(4) Para uma edificação obter selo de sustentabilidade ela deve apresentar parâmetros como economia de água, eficiência energética e conservação de recursos materiais.

(0) Não sei o que significa certificação de edificações.

(6) Uma edificação com certificação de sustentabilidade é aquela que apresenta parâmetros de qualidade urbana, eficiência energética, conservação de recursos materiais, gestão da água, e práticas sociais.

(2) A certificação LEED, o Selo Casa Azul e Selo AQUA são exemplos de certificações de edifícios, sendo os últimos brasileiros.

**8. Em relação ao desempenho acústico, na sua opinião:**

(4) Uma análise completa para um projeto acusticamente adequado inclui considerações sobre os caminhos de transmissão (aéreo e estrutural) e problemas relativos com detalhes construtivos (vazamentos sonoros, conversas cruzadas).

(2) Uma edificação que apresenta bom desempenho acústico contribui para a sustentabilidade desta.

(6) Para o bom desempenho acústico o projeto deve prever soluções arquitetônicas e especificação de materiais a fim de aumentar a qualidade de vida do usuário, contribuindo para a sustentabilidade.

(0) O desempenho acústico não tem relação com a sustentabilidade e este depende do usuário, o qual deve ter consciência de não perturbar a vizinhança.

**12. Conforme seu conhecimento em relação ao reuso de águas cinzas:**

(0) Não sei o que significa reuso de águas cinzas

(6) O reuso de águas cinzas contribui para a economia de água potável, porém deve ainda ser realizada uma análise financeira do sistema.

(4) Os esgotos de lavatórios e chuveiros, por exemplo, podem ser utilizados para fins não potáveis como lavagem de calçadas, desde que tratados.

(2) Tratar águas cinzas para usá-las em atividades com fins não potáveis pode ser uma alternativa inviável financeiramente.

**Figura 4.** Parte 5 do questionário – questões específicas (com valor em dobro).

Fonte: Elaborado pelos autores.

Em resumo, a pontuação adotada em cada alternativa representa o nível de conhecimento em relação ao tema abordado na questão, sendo este classificado em quatro níveis, conforme a Tabela 4.

**Tabela 4.**

Nível de conhecimento conforme pontuação das alternativas.

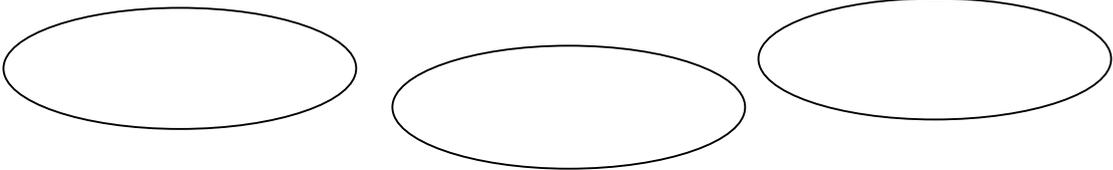
Nível de conhecimento	Pontuação da alternativa assinalada (questões básicas)	Pontuação da alternativa assinalada (questões específicas)
Nulo	0	0
Insuficiente	1	2
Satisfatório	2	4
Avançado	3	6

Fonte: Elaborado pelos autores.

As questões foram apresentadas no questionário de forma desordenada, assim como as alternativas de resposta, de forma a não influenciar a escolha do aluno. Além disso, a pontuação de cada resposta não foi identificada no questionário aplicado aos alunos, permanecendo o espaço em branco para que este assinalasse uma alternativa.

Ademais, ao final do questionário foi disponibilizado um campo para preenchimento de três palavras principais que o estudante associa ao tema sustentabilidade (Figura 5).

Quando falamos em sustentabilidade na construção civil, quais são as três primeiras palavras nas quais você pensa?



**Figura 5.** Parte 6 do questionário – palavras associadas ao tema sustentabilidade.

Fonte: Elaborado pelos autores.

## 2.3 Interpretação dos dados obtidos

A primeira análise foi em relação às palavras que os estudantes lembram quanto ao assunto de sustentabilidade, através da qual foi possível elaborar uma nuvem de palavras, destacando as que mais foram mencionadas, ou seja, de maior representatividade.

Quanto ao questionário, as análises foram realizadas conforme o tema abordado. As questões 1, 2 e 3 referentes à consciência ambiental foram analisadas separadamente para os tópicos de separação de lixo e economia de água, pois possuem diferentes níveis de classificação.

Nas questões 1 e 2, em relação à separação de lixo, foram considerados dois níveis: consciente e não consciente, sendo consciente o estudante que separa o lixo reciclável, e não consciente o estudante que não o separa, indiferente da existência de um sistema de coleta seletiva, conforme Tabela 5.

**Tabela 5.**

Classificação do nível de consciência nas questões 1 e 2.

Resposta na questão 1	Resposta na questão 2	Nível de consciência
Sim	Sim	Consciente
Não	Não	Não consciente
Não	Sim	Consciente
Não	Não	Não consciente

Fonte: Elaborado pelos autores.

A análise da questão 3 foi realizada conforme a pontuação pré-determinada da alternativa assinalada pelo estudante, seguindo a classificação 0 a 3, de acordo a Tabela 2. Já as análises das questões de 4 a 13 foram realizadas através do somatório de pontos obtido por cada aluno nas questões básicas, nas específicas, e no total. Sendo assim, foi possível obter um somatório de pontuação para cada aluno nestas quatro categorias, conforme Tabela 6.

**Tabela 6.**

Classificação do nível de conhecimento conforme pontuação obtida nas questões 4 à 13.

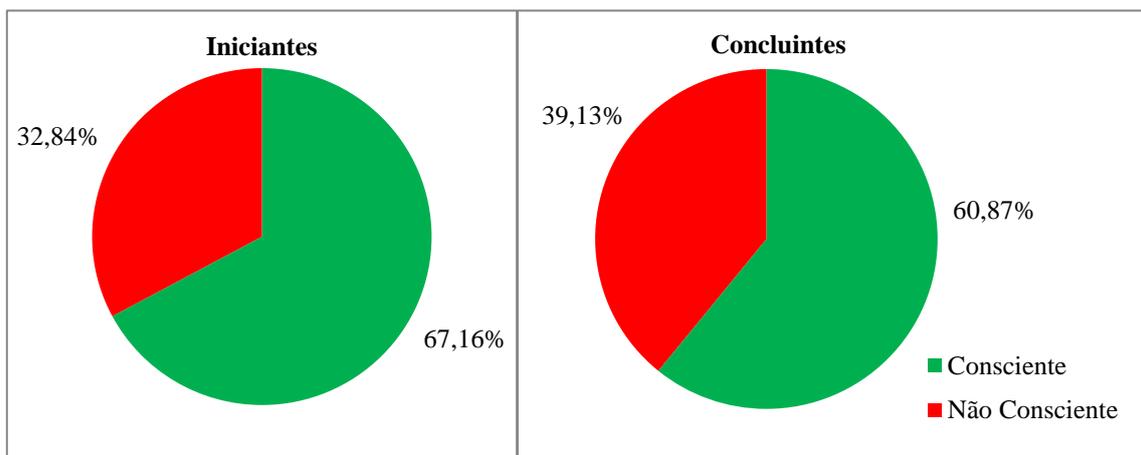
Nível de conhecimento	Percentual da pontuação máxima (%)	Questões Básicas (4, 9, 10, 11, 13)	Questões Específicas (5, 6, 7, 8, 12)	Total (básicas + específicas)
		$\Sigma$ Pontos	$\Sigma$ Pontos	$\Sigma$ Pontos
Nulo	$X = 0$	$\Sigma = 0$	$\Sigma = 0$	$\Sigma = 0$
Insuficiente	$0 < X \leq 50$	$0 < \Sigma \leq 8$	$0 < \Sigma \leq 15$	$0 < \Sigma \leq 23$
Satisfatório	$50 < X \leq 75$	$8 < \Sigma \leq 11$	$15 < \Sigma \leq 23$	$23 < \Sigma \leq 34$
Avançado	$X > 75$	$\Sigma > 11$	$\Sigma > 23$	$\Sigma > 34$



mencionadas por eles. Porém, é possível afirmar que os alunos não tem o completo entendimento do conceito de sustentabilidade, pois o pilar social é representado poucas vezes, cujas palavras possuem baixa repetição, como sociedade e bem estar.

### 3.2 CONSCIÊNCIA AMBIENTAL

Nas questões 1 e 2, relacionadas à consciência ambiental, foi possível observar que o percentual de iniciantes que separam o lixo reciclável é ligeiramente maior que o dos concluintes (Figura 7).



**Figura 7.** Nível de consciência ambiental em relação à separação de lixo reciclável.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Em relação a isso, pode-se dizer que os estudantes já ingressam na universidade com um nível de consciência ambiental aceitável e que, provavelmente, tenham sido instruídos pela própria família ou nas escolas onde estudaram.

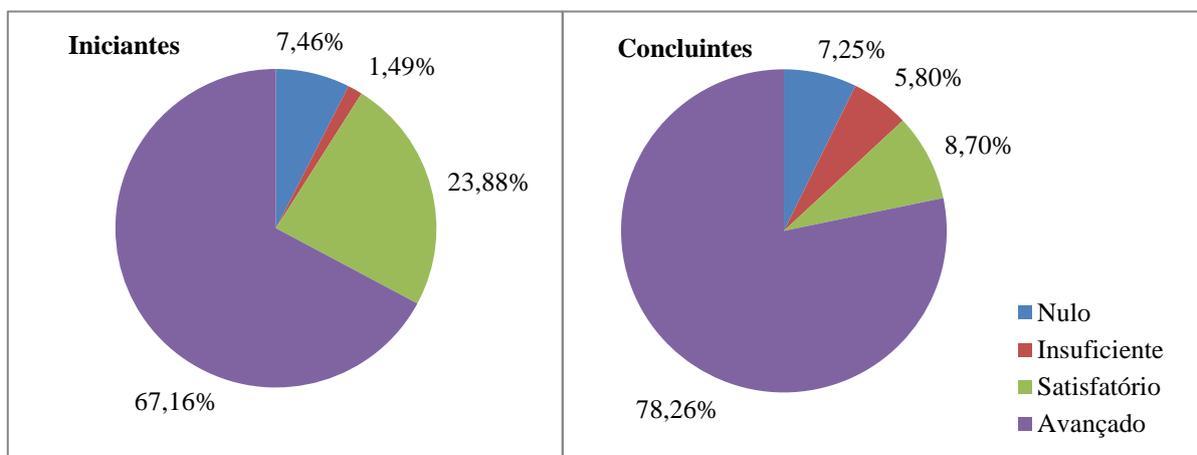
Analisando os dados de cada instituição separadamente foi possível constatar que há uma diferença considerável. Os estudantes da instituição A se mostraram mais conscientes que os da B, sendo que 72,5% dos iniciantes e 80% dos concluintes da A separam o lixo, contrastando com 59,26% dos iniciantes e 41,18% dos concluintes da B. Pode-se ainda observar nesse último dado que os iniciantes da Instituição B se mostraram mais conscientes que os concluintes nesse aspecto.

Na região da Instituição A o sistema de coleta seletiva abrange uma área maior que na região da Instituição B, podendo ser um dos motivos pelo qual os estudantes dessa última não possuem o hábito de separar o lixo.

Porém, indiferente da existência do sistema de coleta seletiva no município, entende-se que uma pessoa consciente deveria possuir esse hábito, considerando inclusive que provavelmente a coleta seja realizada por catadores. De acordo com o CEMPRE (2013), no ano de 2012, 18% dos resíduos separados para reciclagem no Brasil, coletados por catadores de lixo, ficando o restante a cargo dos atacadistas de materiais recicláveis, os quais muitas vezes incorporam catadores autônomos como mão de obra.

Em 2010, um dado importante foi divulgado pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada [IPEA] (2010), onde se constatou que o país perde anualmente R\$ 8 bilhões ao enterrar o lixo que poderia ser reciclado. Desta forma, entende-se que a separação do lixo reciclável é uma atitude de extrema importância, não só no quesito ambiental como também financeiro.

Outro ponto avaliado foi a economia de água. Os iniciantes e concluintes apresentaram resultados parecidos no nível de consciência baixo, sendo 7,46% e 7,25% respectivamente, o qual indica que não há economia de água porque a fonte de abastecimento é majoritariamente advinda de poço artesiano (Figura 8).



**Figura 8.** Nível de consciência ambiental em relação à economia de água.

Fonte: Elaborado pelos autores.

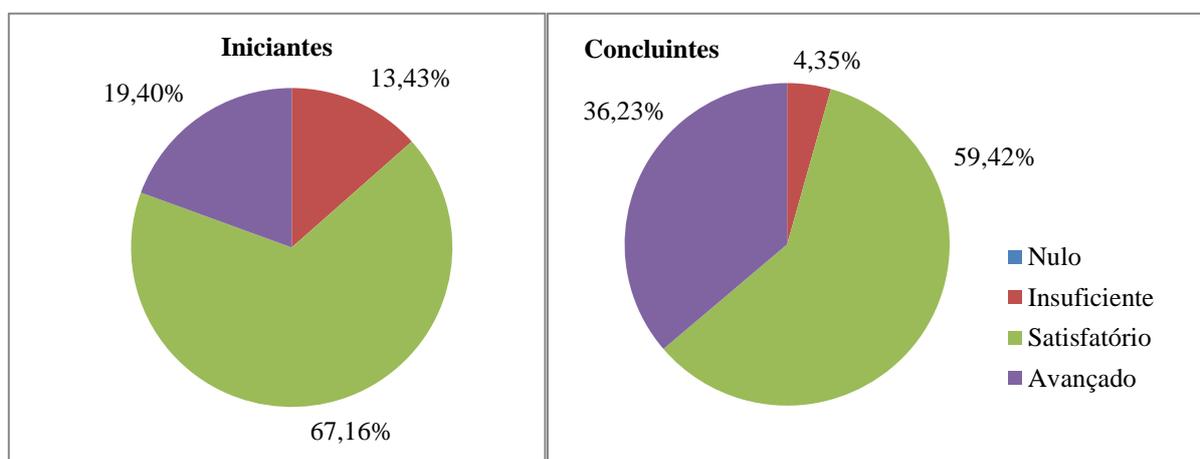
Porém, é possível observar também que a maioria dos estudantes possui hábitos de economia de água, sendo ligeiramente maior o percentual de concluintes, seja pela consciência ambiental ou mesmo economia financeira. Neste percentual de estudantes que economizam água, 23,88% dos iniciantes e 8,70% dos concluintes responderam que possuem hábitos de economia de água pensando na economia financeira.

Em relação à consciência ambiental, dados semelhantes foram encontrados na pesquisa realizada por Lunardelli, Mutti & Goulart (2014), onde um dos resultados encontrados foi que dos 42 alunos analisados, 25 não tem consciência ambiental, o que representa um percentual de 59,52% dos alunos.

Essas questões sobre separação de lixo reciclável e economia de água foram analisadas considerando que esses hábitos são as atitudes mínimas, mas ainda assim se pode observar que nem todos os estudantes são conscientes nesses aspectos.

### 3.3 SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A análise foi feita primeiramente em relação à pontuação total obtida pelos alunos, considerando o somatório das questões básicas e específicas (Figura 9).



**Figura 9.** Nível de conhecimento em relação à sustentabilidade na construção civil.

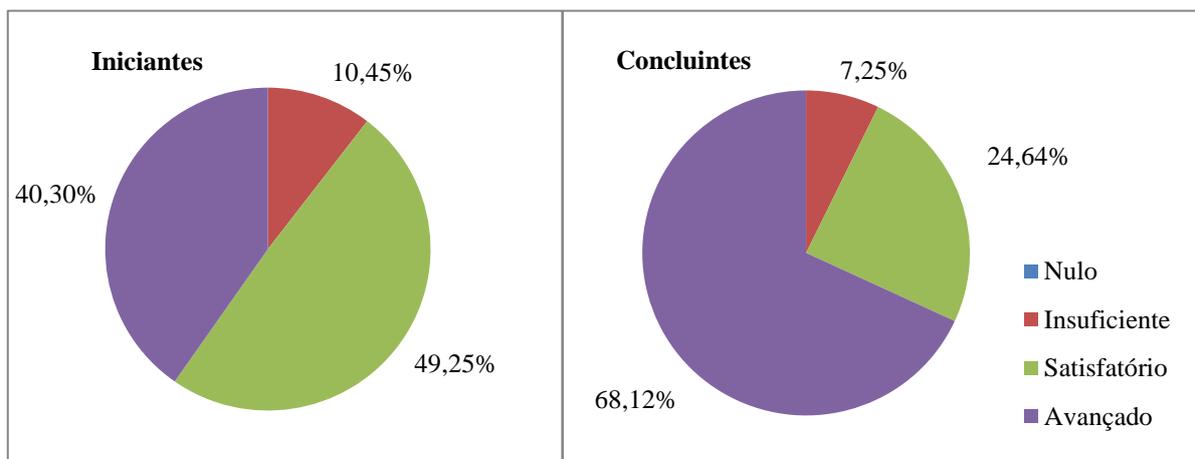
Fonte: Elaborado pelos autores.

Pode-se afirmar que os estudantes concluintes apresentam um nível de conhecimento maior que os iniciantes. O nível de conhecimento avançado é demonstrado em 19,40% dos iniciantes e 36,23% dos concluintes, o que indica uma melhora de 86,75% dos iniciantes para concluintes. Enquanto isso, o nível de conhecimento insuficiente reduziu, sendo este demonstrado por 13,43% dos iniciantes e 4,53% dos concluintes, indicando uma redução de 66,27% dos iniciantes para concluintes.

Apesar de ser identificada uma melhora no nível de conhecimento avançado, pode-se dizer que o percentual atingido pelos concluintes ainda é baixo (36,23%). Isso indica que, provavelmente, esse assunto não é muito abordado nos cursos ou o modo de abordagem não resulta em apropriação do conhecimento por parte do estudante.

A pesquisa realizada por Lunardelli, Mutti & Goulart (2014) também demonstrou que os estudantes de engenharia civil não possuem grande entendimento na área de sustentabilidade, sendo que dos 42 alunos analisados, 28 alunos (66,66%) têm conhecimento insuficiente sobre sustentabilidade e construção sustentável, e 38 alunos (90,47%) não se mostram preparados para aplicação de alternativas sustentáveis na futura vida profissional.

A segunda análise realizada foi em relação ao nível de conhecimento dos estudantes nas questões básicas de sustentabilidade na construção civil (Figura 10).

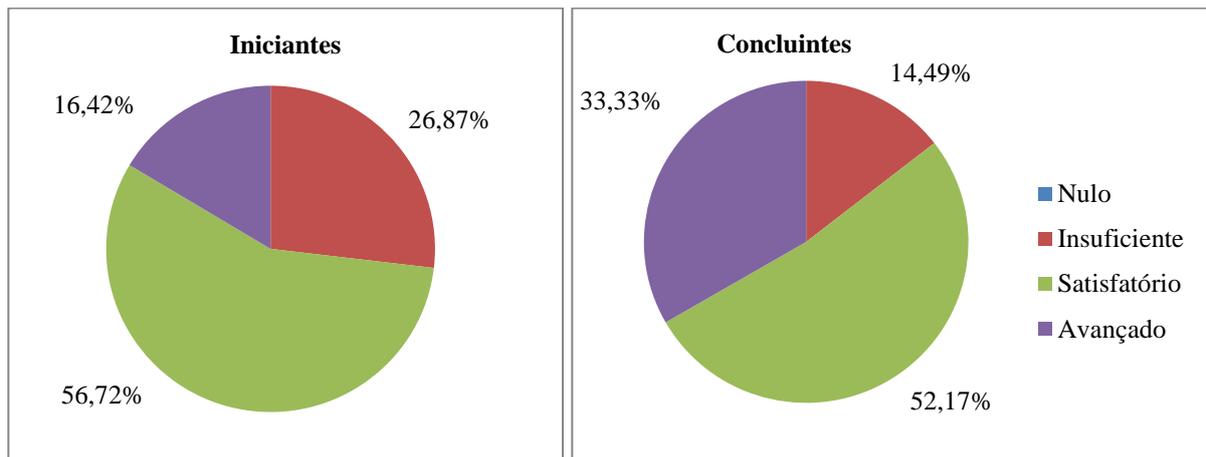


**Figura 10.** Nível de conhecimento nas questões básicas de sustentabilidade na construção civil.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Com base nos dados da Figura 10, o nível de conhecimento avançado é maior nos concluintes (68,12%) do que nos iniciantes (40,30%), expressando uma melhora de 69,18%.

A terceira análise refere-se às questões específicas de sustentabilidade na construção civil, as quais representam o aprofundamento do tema sustentabilidade durante a graduação (Figura 11).



**Figura 11.** Nível de conhecimento nas questões específicas de sustentabilidade na construção civil.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Quanto ao nível de conhecimento insuficiente, conforme se observa na Figura 11, 26,87% dos iniciantes se enquadra nesse nível, o que é coerente, considerando que são tópicos a serem abordados ao longo do curso superior. Em relação aos concluintes, esse número é menor, representando 14,49% dos estudantes, o que representa uma redução de 46,08% no nível insuficiente, que é um resultado positivo.

Em relação ao nível de conhecimento avançado no tema, 33,33% dos concluintes se enquadram nesse nível, contrastando com 16,42% dos iniciantes, o que indica uma melhora de 102,98%. Embora sugira um avanço significativo, o percentual de concluintes com nível de conhecimento avançado é baixo, apenas 33,33%. Além disso, 14,49% dos concluintes apresentaram nível de conhecimento insuficiente. Esse número é expressivo, considerando que esses estudantes estão finalizando o curso e logo estarão atuando no mercado de trabalho, e representa que essa parcela de estudantes não está preparada para atuar com princípios de sustentabilidade, que é um cenário preocupante.

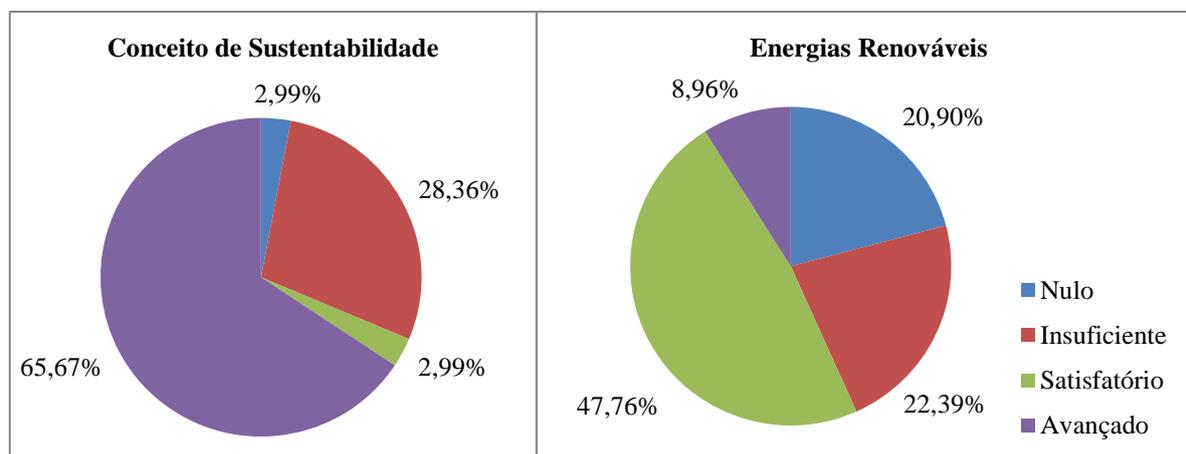
É necessário que os profissionais da engenharia civil tenham conhecimento, no mínimo, satisfatório em relação à sustentabilidade aplicada na construção civil, pois as atividades exercidas por estes, como projetos complementares e execução de obras, podem influenciar na sustentabilidade de uma edificação.

Além disso, é possível comparar os dados das questões básicas com as específicas. Quanto aos iniciantes, 40,30% possuem conhecimento avançado nas questões básicas, enquanto nas específicas esse número reduz, significativamente, para 16,42%, sendo um

resultado coerente, tendo em vista que as questões específicas devem ser abordadas ao longo do curso.

Já em relação aos concluintes, 68,12% destes possuem conhecimento avançado nas questões básicas, e, nas questões específicas, apenas 33,33%. Porém, teria que haver certa proximidade dos dados, pois estes já deveriam ter formado um entendimento dos assuntos durante a graduação.

Analisando as questões individualmente, foi possível observar que em alguns tópicos os estudantes iniciantes e concluintes obtiveram baixa pontuação, ou seja, demonstraram conhecimento nulo ou insuficiente no tema abordado. Para os iniciantes, duas questões básicas que apresentaram maior taxa de respostas com peso "0" ou "1", foram em relação ao conceito de sustentabilidade e energias renováveis (Figura 12).



**Figura 12.** Questões básicas com maior índice de conhecimento nulo/insuficiente: iniciantes.

Fonte: Elaborado pelos autores.

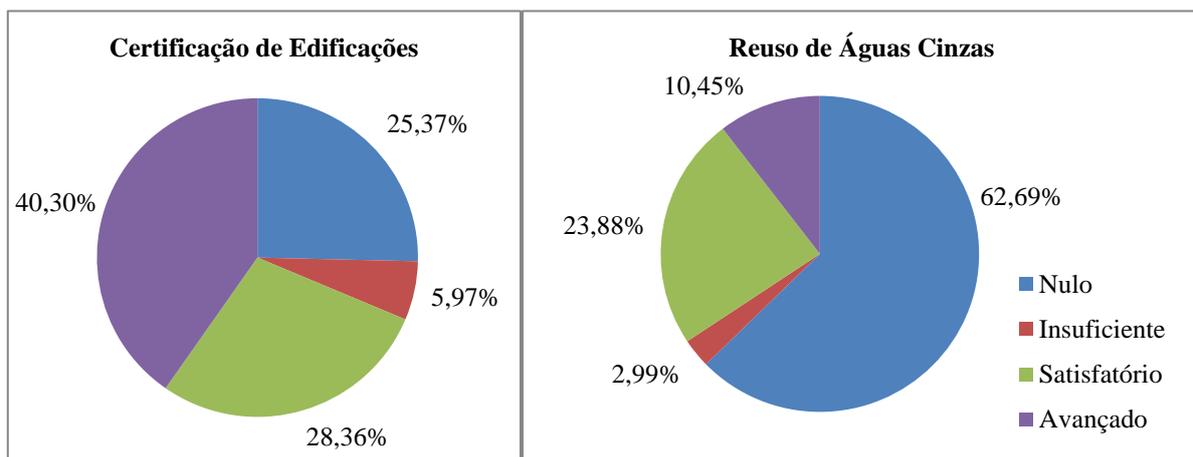
Quanto ao conceito de sustentabilidade, 28,36% dos iniciantes acreditam que uma edificação sustentável é aquela ambientalmente correta. Por outro lado, 65,67% dos iniciantes concordam que uma edificação sustentável é aquela que atende aos equilíbrios ambiental, social e financeiro, sendo esta a alternativa que indica conhecimento mais aprofundado do tema.

Quanto às energias renováveis, 20,90% dos iniciantes pensam que todas as fontes renováveis de energia são sustentáveis, sendo esta a alternativa que apresenta menor nível de conhecimento entre todas. Energia hídrica, por exemplo, embora seja renovável não é sustentável, pois as construções de hidrelétricas conferem grandes alterações estruturais e

modificam os ecossistemas. Além disso, no momento do enchimento das represas, as matas presentes nas áreas alagadas se decompõem e liberam gases contribuintes para o efeito estufa.

Contudo, uma parcela de 22,39% dos iniciantes tem um conhecimento básico de energias renováveis, e assinalaram a opção que indica alguns exemplos de fontes renováveis. Logo, tem-se uma parcela de 43,29% que assinalaram as opções com peso 0 e 1, ou seja, praticamente metade dos iniciantes possuem conhecimento nulo e/ou insuficiente sobre energias renováveis.

Já nas questões específicas os iniciantes obtiveram menor pontuação nas questões relacionadas à certificação de edificações e reuso de águas cinzas, onde um número considerável de estudantes afirmou não saber o que significa certificação de edificações e reuso de águas cinzas, sendo 25,37% e 62,69%, respectivamente (Figura 13).

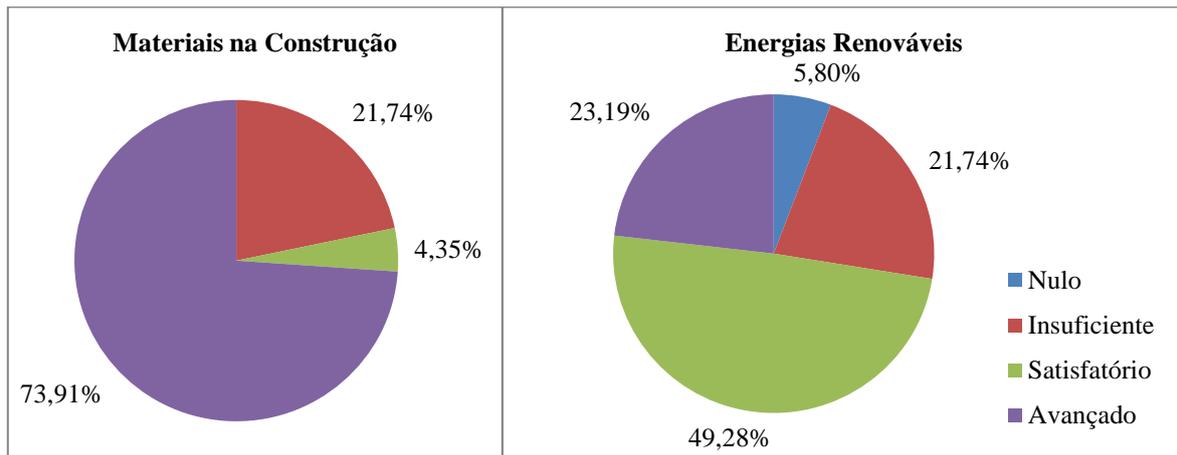


**Figura 13.** Questões específicas com maior índice de conhecimento nulo/insuficiente: iniciantes.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Considerando que são tópicos específicos e que serão abordados ao longo do curso, é compreensível que grande parte não tenha conhecimento.

Algumas questões respondidas pelos concluintes também foram analisadas nesse aspecto, identificando os pontos mais deficientes. Em relação às questões básicas, as que apresentaram maior quantidade de alternativas assinaladas equivalentes aos níveis de conhecimento nulo e insuficiente foram em relação a materiais na construção e energias renováveis (Figura 14).



**Figura 14.** Questões básicas com maior índice de conhecimento nulo/insuficiente: concluintes.

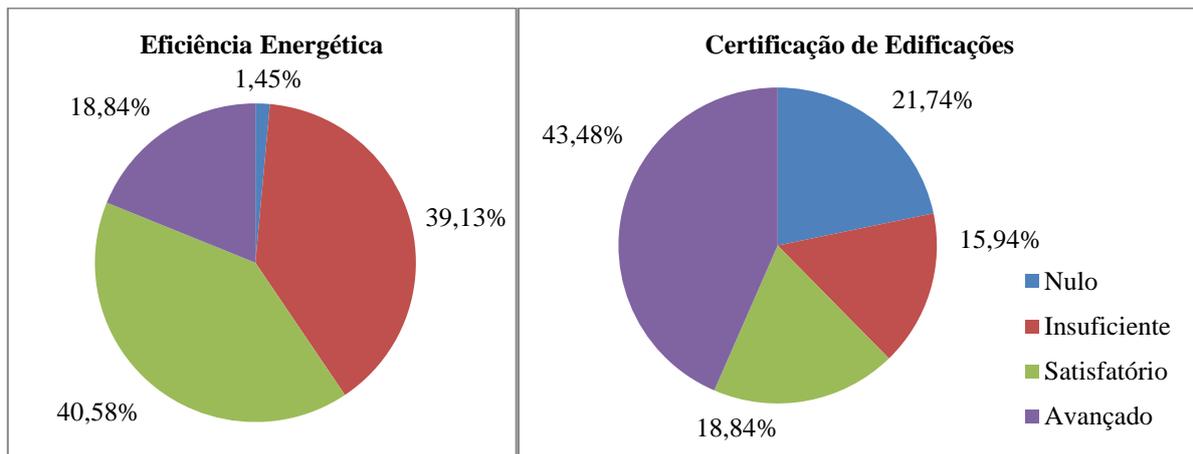
Fonte: Elaborado pelos autores.

Quanto aos materiais aplicados à construção civil, 21,74% concordam com a alternativa de peso 1, na qual a correta seleção e utilização de materiais reduzem geração de resíduos e impactos ocasionados.

Por outro lado, a maioria dos concluintes (73,91%) tem uma visão mais aprofundada em relação ao tema, concordando com a afirmação de que os sistemas construtivos devem ser avaliados sob os aspectos de custos, durabilidade, qualidade e proximidade dos fornecedores, quantidade e risco dos resíduos gerados, e modularidade, atendendo ainda o critério de satisfação do cliente.

Quanto às energias renováveis, 21,74% dos concluintes assinalaram a opção de peso 1, a qual cita alguns exemplos de fontes renováveis. Além disso, 5,80% dos concluintes assinalaram a alternativa de peso 0, afirmando que todas as fontes renováveis de energia são sustentáveis, o que demonstra a falta de entendimento sobre o tema.

Nas questões específicas observou-se uma falta de conhecimento dos concluintes nos tópicos de eficiência energética e certificação de edificações (Figura 15).



**Figura 15.** Questões específicas com maior índice de conhecimento nulo/insuficiente: concluintes.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Quanto à eficiência energética, 39,13% dos concluintes concordam que uma edificação é mais eficiente que outra quando oferecer as mesmas condições ambientais com menor consumo energético. Porém, outros fatores importantes devem ser levados em consideração como medidas tomadas na concepção do projeto arquitetônico priorizando ventilação e iluminação natural. Além disso, por mais que os projetos sejam focados em eficiência energética, o comportamento do usuário influenciará, devendo este ter uma educação voltada para o correto e consciente uso de energia. Somando-se as parcelas de estudantes com conhecimento nulo e insuficiente, tem-se um total de 40,58%, que é um número com alta representatividade.

E, por fim, uma parcela expressiva de 21,74% dos concluintes afirmam não saber o que é certificação de edificações, enquanto outros 15,94% sabem a respeito, porém em um nível insuficiente. Sendo assim, 37,68% dos concluintes possuem conhecimento nulo ou insuficiente.

É preocupante saber que tantos concluintes não saibam o que é a certificação de edifícios, sendo que já vem sendo discutida há alguns anos. A certificação de edifícios no Brasil teve início no ano de 2007, a partir da criação do Conselho Brasileiro de Construções Sustentáveis (CBCS), cujo objetivo é a utilização de práticas sustentáveis na construção civil, proporcionando qualidade de vida aos usuários, trabalhadores, e do ambiente no entorno. Nesse mesmo ano foi implantado pela Fundação Vanzolini o selo AQUA, que é uma versão brasileira do selo HQE criado na França. No ano seguinte, em 2008, foi implantado o selo LEED, este criado nos Estados Unidos (Valente, 2009).

Sendo assim, as certificações sustentáveis internacionais ganharam importância no setor da construção civil a partir de 2007, principalmente em edifícios de alto padrão e ocupação comercial, sendo que em 2014 as construções que buscavam certificações de sustentabilidade representaram 9% do valor da indústria da construção civil (Ernest & Young (2013 citado em CBCS, 2014)).

## 4 CONCLUSÕES

Nesta pesquisa foi possível identificar que os níveis de conhecimento em relação à sustentabilidade na construção civil e consciência ambiental dos estudantes de cursos superiores em Engenharia Civil variam entre os iniciantes e concluintes, sendo que em alguns aspectos os concluintes se mostraram mais preparados que os iniciantes, e em outros não houve diferenças significativas.

Quanto ao hábito de economia de água, os iniciantes e concluintes apresentaram resultados semelhantes, não sendo observada uma melhora considerável dos iniciantes para concluintes. Já em relação à separação do lixo, os iniciantes se mostraram mais conscientes que os concluintes. Entende-se que economia de água e separação de lixo são hábitos simples e básicos atualmente, que qualquer pessoa deveria adotar.

Em relação à sustentabilidade na construção civil, observou-se que os resultados dos concluintes são melhores que os iniciantes, porém, não muito expressivos, considerando que os concluintes em breve estarão atuando como profissionais. Embora 36,23% dos concluintes apresentaram nível de conhecimento avançado, as questões não eram complexas, e, portanto, essa parcela poderia ser maior.

Além disso, avaliando-se separadamente, nas questões básicas 68,12% dos concluintes possuem conhecimento avançado, que é uma parcela significativa. Porém, nas questões específicas, esse percentual reduz para 33,33%. Esse é o ponto preocupante, pois o básico pode ser aprendido dentro ou até mesmo fora das universidades, enquanto o específico fica a cargo das universidades.

Essa pesquisa não possui o objetivo de avaliar o grau de abordagem do tema nos cursos, pois não foram analisadas as ementas das disciplinas, porém, nota-se que os estudantes precisam ainda melhorar seu conhecimento no tema sustentabilidade, seja através da universidade ou outros meios. Os resultados encontrados podem ter interferência

tanto pela abordagem do assunto, nos cursos de Engenharia Civil, quanto na apropriação de conhecimento, por parte dos estudantes.

A universidade, no papel de formar profissionais que contribuam com a sociedade, deve incorporar desenvolvimento sustentável em seu currículo, assim como o estudante deve buscar conhecimento e entendimento do princípio de desenvolvimento sustentável. Nos cursos, deve-se abordar o assunto de modo que o estudante possa compreender o que é e como aplicar em sua vida profissional. Os princípios de sustentabilidade podem ser incorporados em diferentes disciplinas, não necessariamente em uma específica. Para Chau (2007), é necessário equipar os estudantes de engenharia com um horizonte mais amplo em conceitos de sustentabilidade, nos termos ambiental, econômico e social, sendo que a melhor estratégia é abordar o tema em aplicações reais da área da engenharia civil, em diversas disciplinas.

Esse processo de ensino com ênfase em sustentabilidade tende a contribuir na formação dos profissionais do futuro. Isso remete ao que diz Furtado (2013), que o perfil esperado atualmente é um engenheiro inventor e empreendedor, o qual necessita de conhecimento profundo de uma tecnologia, de conhecer e relacionar conteúdos, métodos e teorias, mas, também, de um processo educativo orientado para a sustentabilidade. Caso contrário, a realidade atual permanecerá, sem transformar o conhecimento tecnológico em uma perspectiva de mudança social.

Portanto cabe a universidade e, por conseguinte aos professores, prover o ensino focado no desenvolvimento sustentável e soluções de problemas, fornecendo aos estudantes uma visão mais ampla e crítica, a fim de que estes possam contribuir com a sociedade.

## REFERÊNCIAS

Al-Tamimi, A. K. Mortula, M. Abu-Lebdeh, G. Beheiry, S. (2011). Evaluations of sustainability concepts in civil engineering program. *The Built & Human Environment Review*, 4 (1).

ASCE. American Society of Civil Engineers (2017). *Code of Ethics*. Recuperado em 18 janeiro, 2019, de <http://www.asce.org/code-of-ethics/>.

Bueno, R. de L., & Arruda, R. A. de (2013). Educação ambiental. *Revista Eventos Pedagógicos*, 4(2), 182-190.

CBCS. Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (2014). *Aspectos da construção sustentável no Brasil e promoção de políticas públicas*. Recuperado em 27 outubro, 2015, de <http://www.cbcs.org.br/website/aspectos-construcao-sustentavel/show.asp?ppgCode=31E2524C-905E-4FC0-B784-118693813AC4>.

CEMPRE. Compromisso Empresarial para Reciclagem (2013). *CEMPRE Review*. Recuperado em 27 outubro, 2015, de <http://www.cempre.org.br/>.

Chau, K. W. (2007). Incorporation of sustainability concepts into a civil engineering curriculum. *Journal of professional issues in engineering education and practice*, 133(3), 188-191.

Costa, A. A. de, Machado, D. G., Rodrigues, T. C. & Souza, M. A. de (2013). Desenvolvimento sustentável: percepção dos alunos do curso de graduação em ciências contábeis das instituições federais de ensino superior do estado do Rio Grande do Sul. *Revista Metropolitana de Sustentabilidade*, 7(1), 68-90.

Elkington, J., 1997. *Canibals with Forks: the Triple Bottom Line of 21st Century Business*. Capstone Publishing, Oxford.

Fávaro, L. C., Fonseca, L. R. da, Rezende, P. D. de, & Magalhães S. R.. (2018). A influência da graduação no processo de formação de engenheiros civis em relação a prática sustentável ambiental. *Educação Ambiental em Ação*, XVII (64).

Felgueiras, M. C., Rocha, J. S., & Caetano, N. (2017). Engineering education towards sustainability. *Energy Procedia*, 136, 414-417.

Filippim, E. S., Silva, R. M. F. da, & Roman, D. J.. (2018). Aprendizagem para a sustentabilidade: O caso da Universidade corporativa Caixa. *Revista Metropolitana de Sustentabilidade*, 8(3), 90-105.

Furtado, A. F. (2013). Um estudo sobre o desafio do ensino de engenharia frente aos problemas econômicos, energéticos e a sustentabilidade. *Revista Encontro de Pesquisa em Educação*, 6(1). Uberaba.

Instituto Brasileiro de Sustentabilidade - InBS. (1987). *Relatório Brundtland "Nosso Futuro Comum" - definição e princípios*. Recuperado em 27 de julho de 2015, de <http://www.inbs.com.br/ead/Arquivos%20Cursos/SANeMeT/RELAT%23U00d3RIO%20BRUNDTLAND%20%23U201cNOSSO%20FUTURO%20COMUM%23U201d.pdf>

Leal Filho, W., Manolas, E., & Place, P. (2009). Education for sustainable development: current discourses and practices and their relevance to technology education. *International Journal of Technology and Design Education*, 19(2), 149-165.

Leal Filho W., Raath S., Lazzarini B., Vargas V.R., Souza L. de, Anholon R., Quelhas O.L.G., Haddad R., Klavins M. & Orlovic V.L. (2018). The role of transformation in learning and education for sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 199, 286-295.

Lunardelli, P. E., Mutti, C. do N., & Goulart, S. V. G. (2014). Importância da sustentabilidade na formação do engenheiro civil: análise do nível de conhecimento e conscientização ambiental de futuros profissionais. *Educação Ambiental em Ação*, XIII (48).

Montenegro L. A., Araújo M. F. F. de, Melo A. V. de & Petrovich A. C. I. (2018). A educação para a sustentabilidade na prática docente: Um desafio a ser alcançado. *Educação Ambiental em Ação*, XVIII (64).

Olawumi T. O. & Daniel W.M. Chan D. W. M. (2018). A scientometric review of global research on sustainability and sustainable development. *Journal of Cleaner Production*, 183 231-250.

Rodgers, J. D. (2009). *Sustainability and Civil Engineering*. Ohio Valley Regional Student Conference. Recuperado em 25 agosto, 2015, de [http://digitalcommons.wku.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1001&context=civ\\_engin\\_stu\\_res](http://digitalcommons.wku.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1001&context=civ_engin_stu_res).

Stock, T., & Kohl, H. (2018). Perspectives for International Engineering Education: Sustainable-oriented and Transnational Teaching and Learning. *Procedia Manufacturing*, 21, 10-17.

Valente, J. P. (2009). *Certificações na construção civil: comparativo entre LEED e HQE*. Rio de Janeiro. Recuperado em 27 outubro, 2015, de <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10000221.pdf>.