

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BÁSICAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS:
QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE

ARLINDO RAPOSO DE MELLO SOBRINHO

**ANÁLISE DA FORMAÇÃO HUMANÍSTICA, SOCIAL E CONTEMPORÂNEA EM
CURSOS DE ENGENHARIA CIVIL DE PERNAMBUCO**

Porto Alegre

2022

ARLINDO RAPOSO DE MELLO SOBRINHO

**ANÁLISE DA FORMAÇÃO HUMANÍSTICA, SOCIAL E CONTEMPORÂNEA EM
CURSOS DE ENGENHARIA CIVIL DE PERNAMBUCO**

Tese apresentada ao Programa de Pós- Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde do Instituto de Ciências Básicas da Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para a obtenção do título de doutor em Educação em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Diogo Onofre Gomes de Souza

Porto Alegre

2022

CIP - Catalogação na Publicação

Sobrinho, Arlindo Raposo de Mello
ANÁLISE DA FORMAÇÃO HUMANÍSTICA, SOCIAL E
CONTEMPORÂNEA EM CURSOS DE ENGENHARIA CIVIL DE
PERNAMBUCO / Arlindo Raposo de Mello Sobrinho. --
2022.
130 f.
Orientador: Diogo Onofre Gomes de Souza.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio
Grande do Sul, Instituto de Ciências Básicas da Saúde,
Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências:
Química da Vida e Saúde, Porto Alegre, BR-RS, 2022.

1. Ensino da engenharia. 2. Meio ambiente. 3.
Projetos pedagógicos. 4. Sustentabilidade. I. Souza,
Diogo Onofre Gomes de, orient. II. Título.

ARLINDO RAPOSO DE MELLO SOBRINHO

Tese apresentada à Banca Avaliadora do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) como requisito final para obtenção do título de Doutor, defendida e aprovada em 04 de outubro de 2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Diogo Onofre Gomes de Souza (PPGEC/UFRGS) Orientador

Prof. Dr. José Vicente Lima Robaina (PPGQVS UFRGS)

Profa. Dra. Fernanda Wanderley Correa de Araújo (UFRPE)

Profa. Dra. Cecilia Maria Mota Silva Lins (UFRPE)

Aos meus pais, in memoriam, por todos os ensinamentos e dedicação a mim dispensados.

À minha família, Leo e Angela, pela cooperação na realização deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Quero expressar meu reconhecimento/agradecimentos às pessoas que me auxiliaram na elaboração deste trabalho:

Ao Professor Romildo Morant de Holanda, pela colaboração e inclusão no grupo de pesquisa CITAR/UFRPE.

Aos alunos participantes do grupo de pesquisa CITAR/UFRPE.

À Reitora da UFRPE, Professora Maria José de Sena, que proporcionou oportunidade de concorrer ao ingresso no doutorado, através da parceria com programa PPGQVS/UFRGS.

Aos colaboradores do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde - PPGQVS.

Aos colegas do Departamento de Qualidade de Vida - DQV da UFRPE, do qual faço parte.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Diogo Onofre Gomes de Souza, pelo acolhimento na orientação no momento mais crítico do percurso do meu doutorado.

Às Professoras Dra. Fernanda Wanderley Correa de Araújo e Dra. Cecilia Maria Mota Silva Lins que contribuíram participando da banca examinadora.

Muito obrigada a todos.

RESUMO

Esta tese é um estudo analítico da formação humanística, social e contemporânea em cursos de Engenharia Civil de Pernambuco. A construção civil é uma das indústrias que mais impactam ambientalmente, devido ao consumo de recursos naturais, extração da matéria prima, geração de resíduos nos canteiros de obra, movimentação de terra, alterações no solo, suprimento de vegetação, além de impactar o consumo de energia elétrica e água, dentre outros fatores que degradam o meio ambiente. Entretanto, o crescimento do Brasil demanda o incremento de obras de infraestrutura e habitação. O objetivo principal deste trabalho é avaliar em que medida os cursos de engenharia civil das universidades públicas de Pernambuco estão acompanhando as expectativas do mundo do trabalho, tendo como foco a sustentabilidade ambiental, questões humanísticas e as inovações tecnológicas na construção civil. Para tanto, foram realizadas duas pesquisas. A primeira faz um levantamento dos conteúdos dos Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC) e dos Projetos Pedagógicos de Curso (PPC) das Instituições de Ensino Superior (IES) públicas de Engenharia Civil do Estado de Pernambuco. Este primeiro trabalho se propõe a identificar os elementos relacionados à sustentabilidade ambiental, aplicados ao ensino da Engenharia Civil, nas respectivas instituições. A segunda pesquisa, realizada através de um estudo de caso, está focada na aplicação de novas tecnologias adotadas atualmente na construção civil. Foi complementada por entrevistas com os engenheiros contratados para o acompanhamento e execução da obra. Baseou-se nas suas visões atuais no que concerne aos novos métodos construtivos aplicados e que estejam conforme sua visão humanística e formação acadêmica, construídos ao longo da graduação. Uma terceira pesquisa foi elaborada, através do *Google Forms*, com alunos egressos de instituições públicas e privadas, complementada com gestores de obras de construção civil. Nas pesquisas foram adotadas a metodologia de Análise de Conteúdo, a partir da pré-análise, da exploração do material e do tratamento dos resultados, conforme preconiza Laurence Bardin. Os resultados demonstram que há uma clara previsão dos aspectos pedagógicos ligados às questões ambientais e de inovações tecnológicas nos PPC. Porém, a questão da formação dos professores é pouco contemplada nestes documentos. No caso das entrevistas realizadas com profissionais, elas evidenciam a carência da articulação das formações em engenharia com as necessidades do mundo do trabalho. Quanto aos Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC), falta o incentivo para a inclusão de temas que possam prover aos futuros engenheiros a interdependência entre meio ambiente e sustentabilidade, de modo transversal nas matrizes curriculares.

Palavras-chave: Ensino da engenharia; Meio ambiente; Projetos pedagógicos; Sustentabilidade.

ABSTRACT

This thesis is an analytical study of the humanistic, social and contemporary education in Civil Engineering courses in Pernambuco. Civil construction is one of the industries that most impact the environment, due to the consumption of natural resources, extraction of raw materials, generation of waste at construction sites, soil movement, changes in the soil, logging, in addition to impacting the consumption of electricity and water, among other factors that degrade the environment. However, Brazil's growth demands an increase in infrastructure and housing projects. The main objective of this work is to evaluate the extent to which civil engineering courses at public universities in Pernambuco are following the expectations of the labor market, focusing on environmental sustainability, humanistic issues and technological innovations in civil construction. To this end, two surveys were carried out. The first surveys the contents of Undergraduate Thesis (TCC) and Undergraduate Course's Pedagogical Projects (PPC) of Public Higher Education Institutions (HEI) of Civil Engineering in the Brazilian state of Pernambuco. This first work proposes to identify the elements related to environmental sustainability, applied to the teaching of Civil Engineering, in the respective institutions. The second research, carried out through a case study, is focused on the application of new technologies currently adopted in civil construction. It was complemented by interviews with the engineers hired to monitor and execute the work. It was based on their current views regarding the new constructive methods applied and that are in accordance with their humanistic vision and academic training, learned in undergraduate course. A third survey was carried out, using Google Forms, with students from public and private institutions, complemented with managers of civil construction sites. It was complemented by interviews with the engineers hired to monitor and execute the work. It was based on their current views regarding the new constructive methods applied and that are in accordance with their humanistic vision and academic training, built throughout the undergraduate course. In the surveys, the Content Analysis methodology was adopted, based on pre-analysis, material exploration and treatment of results, as advocated by Laurence Bardin. The results demonstrate that there is a clear prediction of the pedagogical aspects linked to environmental issues and technological innovations in the PPC. However, the issue of teacher training is little addressed in these documents. The interviews carried out with professionals show the lack of articulation between engineering education and the needs of the labor market. As for the Undergraduate Thesis (TCC), there is a lack of incentive for the inclusion of themes that can provide future engineers with the interdependence between the environment and sustainability, in a broader way in the course curriculum.

Keyword: engineering education; innovation in civil construction; pedagogical projects; environment and sustainability.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CNPq	Conselho Nacional de Pesquisa
CTS	Ciência Tecnologia e Sociedade
CMMAD	Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Comissão Brundtland)
CREA-PE	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Pernambuco
DCN	Diretrizes Curriculares Nacionais
FIEPE	Federação das Indústrias do Estado de Pernambuco
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
IPES	Instituições Públicas de Ensino Superior
LDBEN	Lei de Diretrizes e Base da Educação Nacional
PPC	Projetos Pedagógico de Curso
SIDUSCON-PE	Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado de Pernambuco
TBL	Triple Bottom Line
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFRPE	Universidade Federal Rural de Pernambuco
UPE	Universidade de Pernambuco
PROGEPE	Pró-reitora de Gestão de Pessoas

LISTA DE FIGURAS

Artigo 1	Pág.
Figura 1 - Dimensões da Sustentabilidade	60
Figura 2 - Etapas da análise de conteúdo segundo Bardin	64
Figura 3 - Análise dos PPC	65
Figura 4 - Análise dos TCC 20019 do PPC 1	68
Figura 5 - Análise dos TCC 20019 do PPC 2	69
Figura 6 - Análise dos TCC 20019 do PPC 3	70
Figura 7 - Análise dos TCC 20019 do PPC 4	71
Artigo 2	
Figura 1 - Fotos em sequência de empreendimento executado em estrutura metálica	79
Figura 2 - As fases da Análise de Conteúdo	81
Figura 3 - Nuvem de palavras (WORDCLOUDS, 2020) - PPC - Curso 4	90
Figura 4 - Nuvem de palavras (WORDCLOUDS, 2020) - PPC - Curso 1	91

LISTA DE TABELAS

	Pág.
Tabela 1 - Legislações aplicadas aos PPC	63
Tabela 2 - Pesquisa TCC - UFPE - CARUARU	95
Tabela 3 - Pesquisa TCC - UPE - POLI	97
Tabela 4 - Pesquisa TCC - UFPE – RECIFE	98
Tabela 5 - Pesquisa TCC - URFPE - UACSA	99
Tabela 6 - Pesquisa TCC - IFPE	100
Tabela 7 - Resumo Pesquisa TTC 2019.2	101

LISTA DE QUADROS

Artigo 2	Pág.
Quadro 1 - Exemplos de verbalizações nas entrevistas e trechos extraídos nos PPC analisados - Categoria I - Refinamento 1	83
Quadro 2 - Exemplos de verbalizações e trechos extraídos nos PPC analisados - Categoria I - Refinamento 2	84
Quadro 3 - Exemplos de verbalizações e trechos extraídos nos PPC analisados- Categoria II - Refinamento 1	85
Quadro 4 - Exemplos de verbalizações e trechos extraídos nos PPC analisados- Categoria II - Refinamento 2	87
Quadro 5 - Exemplos de verbalizações e trechos extraídos nos PPC analisados	88
Quadro 6 - Resumo - Resultado das pesquisas dos PPC	100
Quadro 7 - Articulando os achados da minha Tese	117

SUMÁRIO

TRAJETÓRIA ACADÊMICA DO PESQUISADOR	14
1 INTRODUÇÃO	17
1.1 O PROBLEMA	21
1.2 OBJETIVOS	21
1.2.1 OBJETIVO GERAL	21
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
1.3 JUSTIFICATIVA	22
1.4 O ENSINO DA CIÊNCIA E EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS	23
2 REFERENCIAL TEÓRICO	30
2.1 EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS NOS CURSOS DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL	31
2.2 A IMPORTÂNCIA DA SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL NA CONSTRUÇÃO CIVIL	35
2.3 A FORMAÇÃO SOCIAL, ECONÔMICA E HUMANÍSTICA NA ENGENHARIA CIVIL	38
2.4 O IMPACTO DAS NOVAS DIRETRIZES CURRICULARES NO ENSINO DA ENGENHARIA CIVIL	41
2.4.1 As primeiras DCN do curso de engenharia	44
2.4.2 Resolução CNE/CES 11, de 11 de março de 2002	44
2.4.3 Resolução nº 2, de 24 de abril de 2019. As atuais DCN do curso de graduação em engenharia	46
3 METODOLOGIA	49
3.1 Natureza e objetivos da pesquisa	50
3.2 Descrição da pesquisa	53
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	57
4.1 Artigo 1 - A SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL COMO BASE PARA ENGENHEIROS CIVIS EM FORMAÇÃO NAS UNIVERSIDADES PÚBLICAS DE PERNAMBUCO	57
4.2 Artigo 2 - ANÁLISE DA FORMAÇÃO HUMANÍSTICA, SOCIAL E INOVADORA EM CURSOS DE ENGENHARIA CIVIL DE PERNAMBUCO	73
4.3 PESQUISAS DOS TCC 2019.2 DAS UNIVERSIDADES PÚBLICAS DE PERNAMBUCO COM AMPLIAÇÃO DE PALAVRAS-CHAVE.	94
4.4 PESQUISA COM ALUNOS EGRESSOS E GESTORES OBRAS	101
4.4.1 Resultado das questões da pesquisa com os alunos egressos de instituições de ensino de Engenharia Civil.	101
4.4.2 Resultado das questões da pesquisa com os gestores de obras Construção Civil	105
4.4.3 Discussão e análise dos resultados	108
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	112
7 REFERÊNCIAS	118
APÊNDICES	127

TRAJETÓRIA ACADÊMICA DO PESQUISADOR

O pesquisador tem ensino médio em mecânica pela Escola Técnica Federal de Pernambuco (ETFPE - 1974), graduação em Engenharia Civil pela Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP-1983) e Licenciatura em Matemática pela Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP-1979). É pós-graduado em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Universidade Federal da Bahia (UFBA – 1988), em Gestão Ambiental pela Universidade de Pernambuco (UPE - 2002), em Engenharia de Petróleo e Gás pela Faculdade INPG São José dos Campos, em convênio com CREA-PE, em 2009. Concluiu o Mestrado em Engenharia Civil pela Universidade de Pernambuco - UPE em 2013, cujo tema de dissertação foi: “A segurança do trabalho em construções com utilização de estruturas pré-fabricadas em concreto armado: estudo de caso da produção à montagem”.

Foi observado pelo pesquisador, a partir dos processos construtivos dos elementos pré-moldados em concreto armado, objeto da dissertação, que as formas adotadas para a moldagem dos respectivos elementos são metálicas. Portanto, não são utilizadas madeiras como forma e de água para umedecimento da madeira antes da concretagem. Na montagem dos elementos na obra, é mínima a utilização de madeira para o cimbramento (escoramento), uma vez que as lajes e as vigas são protendidas, além da reduzida geração de resíduos de concreto utilizado na indústria, por ser produzido na própria fábrica e com rígido controle tecnológico de qualidade e desperdício. O pesquisador entende que o respectivo processo construtivo contribui para a sustentabilidade ambiental.

O interesse do pesquisador por construções sustentáveis surgiu a partir do estudo do mestrado. Daí, em 2017, veio a oportunidade de participar do processo seletivo para o doutorado, através do Programa de Pós-Graduação Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde - Associação de IES - UFRGS, em convênio com a Universidade Federal de Pernambuco - UFRPE, da qual é servidor concursado no cargo de Engenheiro de Segurança do Trabalho desde 2009.

Durante o cumprimento dos créditos, no doutorado, foram cursadas as disciplinas Seminário de educação em ciências, I, II III e IV, Metodologia da Pesquisa, Bioética aplicada à pesquisa, Seminários de Orientação à pesquisa, Cultura Digital e Mídias Móveis na Educação: por uma epistemologia ética. Na sua trajetória no cumprimento dos créditos da disciplina Seminários de Orientação à pesquisa, participou de vários seminários em instituições relevantes, conforme registrados no programa e indicados a seguir:

- FIEPE Ambiental (2 horas, cada): Energias renováveis (30/08/2018), ODS - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - Importância e Aplicação (27/09/2018); Por que um futuro sustentável depende da liderança e da inovação? (04/04/2019); Conhecendo uma Central de Tratamento de Resíduos e sua Aplicabilidade (04/06/2019); Desafios Socioambientais de SUAPE (05/09/2019);

- MUTUA - CREA-PE (8 horas): Seminário Sustentabilidade (26/10/2018);

- FACIPE - Faculdade Integrada de Pernambuco (30 horas): IV Fórum de Líderes pela Sustentabilidade Inovação, Empreendedorismo e Cidades Sustentáveis (02, 03 e 04/08/2018);

- UPE – POLI (8 horas): I Encontro Regional de Educação em Engenharia de Pernambuco (02/10/2019);

- Projeto TERÇA NO CREA – PE (3 horas, cada): Impacto da Produção Enxuta nos Resultados das Obras e Organizações (13/06/2017); Gerenciamento de Obras, Qualidade e Desempenho da Construção (11/07/2017); Molegolar - A Reinvenção da Construção de Edificações com Módulos – O Lego da Vida Real (19/09/2017); A Engenharia nos Tempos Atuais e Futuros (12/12/2017); A engenharia e o Meio Ambiente (21/08/2018); As engenharias sob um nova perspectiva de formação (30/10/2018); Perspectiva do mercado de energia solar (12/03/2019); Soluções construtivas em aço para fundações (09/04/2019); Industrialização na construção civil - Argamassa estabilizada (15/05/2019);

- SINDUSCON – PE Fórum pernambucano de construção sustentável (3 horas, cada): Gestão do Impactos em canteiros de obras (08/03/2017); Construção Industrializada (02.08.2017); Eficiência Energética em Edificações (04/10/2017); Resíduos da construção civil – Novos indicadores de geração (14/03/2018); Inovações tecnológicas na construção civil (13/06/2018); Sustentabilidade urbana (04/07/2018); Certificações ambientais na construção civil (01/08/2018); Apresentação da Casa Sustentável na concepção do BIM (Dia 03/04/2019); Gestão de resíduos da Construção Civil - Demolição da Casa sustentável (08/05/2019); Sistema construtivo da casa sustentável (03/07/2019);

- UFRPE-PROGEPE (3 horas, cada): Tecnologias da informação e comunicação no ensino das ciências (03/10/2017); Análise de conteúdo de Bardin (10/10/2017); ABNT para trabalhos acadêmicos (24/10/2018 e 25/10/2017); Normas para elaboração de artigos acadêmicos (26/10/2017); Mapas conceituais e aprendizagem significativa (05/12/2017); Pesquisa em educação e ensino da ciência (05/03/2018); Pesquisa quantitativa (23/03/2018); Oficina plataforma lattes (11/05/2018).

No decorrer das pesquisas, foram publicados dois artigos, sendo um direcionado às questões de sustentabilidade ambiental, que tem com título “A sustentabilidade ambiental como base para engenheiros civis em formação nas universidades públicas de Pernambuco”, e outro relativo não só às questões ambientais, como, também, aos aspetos sociais e humanísticos, e que tem com título “Análise da formação humanística, social e inovadora em cursos de Engenharia Civil de Pernambuco”.

Com base no primeiro artigo, o pesquisador procura contribuir com a educação em engenharia no que diz respeito à conscientização dos alunos egressos quanto aos aspectos de sustentabilidade ambiental na engenharia civil, a partir do contexto do que oferece a Instituições de ensino, através dos Projetos Pedagógicos de Curso – PPC e das suas ementas e dos Trabalhos de Conclusão de Cursos – TCC apresentados. No segundo artigo, além da questão ambiental, também foram abordados os aspectos humanísticos, sociais e as inovações tecnológicas atualmente adotadas pela construção industrializada. Portanto, o pesquisador, através do seu trabalho de pesquisa, procura dar uma contribuição ao ensino da engenharia civil atual, visando a alcançar os objetivos propostos.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Rohan *et al.* (2016), a engenharia tem evoluído de forma acelerada, tendo mudado os seus próprios conceitos e se modernizado através de novas tecnologias, novos paradigmas, onde tem levado em consideração as novas exigências e as discussões relacionadas aos impactos causados ao meio ambiente, como, também, à responsabilidade socioeconômica. Portanto, esse novo cenário, em constante transformação, exige a capacitação e a qualificação permanente dos profissionais de engenharia civil, para que possam atender a esse mercado em crescente competitividade e renovação.

Conforme o entendimento de Cremasco (2009 p. 3):

O engenheiro é o profissional que procura aplicar os conhecimentos adquiridos empiricamente como também os técnicos e científicos, para a criação e modificação de mecanismos, estruturas, produtos e processos que são utilizados para converter recursos naturais e não-naturais em formas adequadas às necessidades do ser humano e do meio que o cerca.

Um profissional adequado para trabalhar com transformações é indispensável aos dias atuais, pois se vive uma época de técnicas e mudanças multiplicadas que atuam diretamente na percepção humana, cujo reflexo se dá diretamente no ambiente que o abriga como a outrem.

Dessa forma, o engenheiro deve apresentar um perfil oriundo de uma formação generalista, humanista, crítica e reflexiva e ser capacitado para absorver e desenvolver novas tecnologias, estimulando a sua atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas, considerando seus aspectos políticos, sociais, ambientais e culturais, com visão ética e humanística, em atendimento às demandas da sociedade.

Na opinião de Molina e Junior (2014), as transformações tecnológicas que permeiam o mundo moderno tiveram impacto no mundo e na sociedade. Consequentemente, a forma dos trabalhos dos profissionais começa a mudar, na prática, agregando dimensões e competências não consideradas antes ou negligenciadas. Portanto, a formação profissional é um grande desafio para as universidades, que, para tanto, precisam revisar as grades curriculares dos cursos para atender às respectivas mudanças.

Segundo Trigueiro (2017, p. 237), “a construção civil é um setor da economia que mais impacta o meio ambiente. Seja pelo elevado consumo de matéria-prima e energia, seja pela geração de resíduos ou emissões de gases estufas, as edificações respondem por um grave passivo ambiental.”

A Resolução nº 2, de 24 de abril de 2019, que instituiu as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, no seu artigo art. 3º, define que o perfil do egresso do curso de graduação em Engenharia deve compreender, entre outras, as seguintes características:

- I - **ter visão holística e humanista**, ser crítico, reflexivo, criativo, cooperativo e ético e com forte formação técnica;
- II - estar **apto a pesquisar, desenvolver, adaptar e utilizar novas tecnologias**, com atuação inovadora e empreendedora;
- III - ser capaz de reconhecer as **necessidades dos usuários**, formular, analisar e resolver, de forma criativa, os problemas de Engenharia;
- IV - **adotar perspectivas multidisciplinares** e transdisciplinares em sua prática;
- V - **considerar os aspectos globais, políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais** e de segurança e saúde no trabalho;
- VI - atuar com isenção e comprometimento com a **responsabilidade social e com o desenvolvimento sustentável** (grifos nossos).

Para Silva *et al.* (2017, p. 34), é de responsabilidade conjunta a implantação do desenvolvimento sustentável e abrangente a todos os setores da sociedade. De acordo com o autor, “deve-se considerar a grande contribuição do setor da construção civil para este desenvolvimento, que em especial, se destaca por sua grande demanda de matéria prima, mão de obra e expressiva influência econômica.”

De acordo com Junior (2008):

A introdução de uma grande variedade de materiais, ferramentas, equipamentos, técnicas especiais, processos construtivos e administrativos voltados à construção civil, contribuindo assim para a melhoria de vários aspectos de organização, que conduzem a uma maior qualidade, reduzindo o desperdício, um dos grandes problemas enfrentados pelas empresas do setor.

Essas discussões referentes à exploração de matéria prima, geração de resíduos, necessidade de introdução de novas tecnologias e novos métodos construtivos para a mitigação dos impactos ambientais gerados pela construção civil, como também, o despertar para as questões sociais e humanísticas que o egresso do curso de graduação em Engenharia Civil deve compreender são temas que vão ao encontro deste trabalho de pesquisa.

Segundo Silva *apud* Brasileiro e Matos (2015), atualmente, a indústria da construção civil é reconhecida como uma das atividades que mais geram impactos ambientais, consumindo de 20 a 50% dos recursos naturais provenientes de fontes não renováveis do planeta. Acrescenta-se, ainda, que, durante os seus processos, há uma produção de 20 a 30% de todos os resíduos sólidos gerados no mundo, sendo que, em países não desenvolvidos, onde os procedimentos de reutilização de materiais são quase inexistentes, esse número pode ser significativamente maior.

Segundo Silva *et al.* (2017), sempre considerando as questões socioeconômicas e ambientais, os engenheiros devem ser qualificados para tomar as decisões mais adequadas durante a sua atuação profissional cotidiana. É oportuna a sua dedicação, sobretudo na graduação, na introdução de estudos direcionados às respectivas áreas. Destaca-se, ainda, que uma formação deficiente de profissionais da engenharia no Brasil contribui negativamente para o desenvolvimento do país, tendo em vista que as questões sociais e ambientais carecem, hoje em dia, de serem contempladas nos Projetos Pedagógicos dos Cursos (PPC) de Engenharia no Brasil. Daí a relevância da presente pesquisa com relação à sustentabilidade ambiental nos atuais cursos de engenharia civil.

Entende-se como sustentabilidade a utilização responsável de recursos naturais para suprir as necessidades do presente, sem comprometer o atendimento das gerações futuras (CMMAD, 1988, Leite e Awad, 2012). Esse conceito é amplo e deve ser considerado no âmbito social, ambiental e econômico.

De acordo com Roaf *et al.* (2009), para se construir de forma sustentável, as opções são variadas e podem ter início com a utilização de uma quantidade inferior de energia elétrica e de outros recursos naturais, planejando-se desde o projeto de construção até a aquisição de insumos economicamente viáveis, ecologicamente corretos e socialmente justos, através de pesquisa e desenvolvimento de métodos e materiais de construção que emitam uma menor quantidade de CO₂ na atmosfera (os maiores responsáveis pelo aquecimento global).

A minimização dos impactos ambientais pode ser obtida através da redução dos desperdícios e da geração de resíduos; do reaproveitamento dos materiais descartados no meio ambiente, dentre os quais, plásticos, madeira, armaduras de ferragem, resíduos de construção e acrescentado à redução dos gastos com o consumo de energia elétrica e água; da otimização da qualidade de vida dos moradores; de atitudes saudáveis que contribuam para a preservação da natureza.

Sendo assim, esta tese justifica-se devido aos exemplos de construção civil convencional, como por exemplo, as obras residenciais constituídas de estrutura de concreto armado moldada *in loco* para a confecção de vigas e pilares e paredes com divisórias de ambientes. Isso pode ser observado ao longo dos anos nas regiões metropolitanas, sobretudo, em Pernambuco. Atualmente, tem havido uma progressiva busca da racionalização dos processos construtivos, focada na redução do tempo de construção, no aumento da produtividade e na redução dos impactos ambientais. No entanto, a grande competitividade do mercado atual requer avaliações no conteúdo dos programas de ensino dos cursos de Engenharia Civil associadas à atualização do processo construtivo, que possam minimizar

interferências entre os subsistemas e elevando a qualidade e a eficiência da construção. Daí a necessidade da divulgação de propostas para a inclusão ou o acréscimo de disciplinas relativas às construções com novas tecnologias na grade curricular dos cursos de engenharia civil.

Além do acréscimo de disciplinas que discutam as novas tecnologias nas construções, é necessário ampliar aquelas que trabalham a questão humanística e social, para que a formação do engenheiro civil o torne capaz de ler e compreender o mundo sob novas bases, que vão além da mera calculabilidade e das regras do mercado. Regras que, em grande parte, determinam os rumos da construção civil, com a única preocupação de auferir lucros para grandes empresas do ramo da construção civil.

Por conseguinte, a formação do engenheiro civil carece de uma qualificação maior, no que concerne à visão humanística e social, de modo a colocar a agenda da sustentabilidade na ordem do dia e propiciar uma prática diferente. Tal prática não deve se limitar apenas à utilização de materiais ecologicamente sustentáveis. Ele precisa pensar a construção, a cidade, enfim, o espaço urbano, como o *lócus* do desenvolvimento humano, sem reduzir estas esferas à mera lógica do mercado, que reduz as edificações a meros objetos rentáveis, como se a construção civil fosse apenas uma grande arena para se realizar negócios.

Esta tese é composta por dois artigos já publicados: Artigo 1, intitulado “A sustentabilidade Ambiental como base para Engenheiros Civis em formação nas Universidades Públicas de Pernambuco”, publicado em dezembro de 2021 na revista *Brazilian Journal of Education Technology and Society-Brajets*; e o Artigo 2, de título “Análise da formação humanística, social e inovadora em cursos de Engenharia Civil de Pernambuco”, publicado em julho de 2021 na revista *LIBERATO educação ciências e tecnologia*.

1.1 O PROBLEMA

A tese visa responder às seguintes questões:

Os alunos egressos dos cursos de Engenharia Civil estão conscientes das necessidades de construir de forma sustentável e das questões sociais, humanísticas e econômicas que estão associadas às construções civis?

Por que e para que tematizar a sustentabilidade ambiental nos atuais cursos de Engenharia Civil?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral da tese foi avaliar as percepções dos alunos egressos de engenharia civil, quanto à implantação de novas tecnologias na construção, que minimizem os impactos ambientais, além da verificação da visão social e humanística no ensino de engenharia civil nas escolas públicas no estado de Pernambuco.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Desenvolver avaliação dos Projetos Pedagógicos de Curso - PPC de 06 IFES e dos Trabalhos de Conclusão de Cursos - TCC, de 2019 (2019.1 e 2019.2), sendo 4 IFES (2019.1) e 5 IFES (2019.2) das escolas de engenharia civil dos estados de Pernambuco, quanto ao estudo de matéria curricular relativa ao emprego de novas tecnologias que possam contribuir nos aspectos ambientais, sociais, como também na percepção humanísticos dos engenheiros civis egressos, sendo pesquisadas as palavras meio ambiente e sustentabilidade nos respectivos documentos;

Avaliar obras de engenharia que adotaram o uso de novos métodos construtivos, através de inspeções em campo;

Realizar entrevistas com egressos do cursos de engenharia e com engenheiros gestores (engenheiros atuantes no mercado) de obras industrializadas, registrando as suas opiniões/sugestões da adoção destes tipos de construção, no tocante aos aspectos, ambientais, sociais e humanísticos, através de questionários.

1.3 JUSTIFICATIVA

A dimensão da sustentabilidade está na ordem do dia e vem sendo inserida nas discussões políticas, econômicas e no ambiente acadêmico. Essa preocupação vem mobilizando nos últimos anos a elite intelectual, cientistas e governos, representando uma virada paradigmática importante em relação às concepções filosóficas a respeito do homem e seu estar no mundo. É possível enxergar tais mudanças em inúmeras iniciativas de discussão sobre a questão ambiental e sua relevância para o futuro da humanidade.

Dentre elas, vale destacar a agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, que é um plano desenvolvido pela ONU, que tem por objetivo erradicar a pobreza até o ano de 2030. Esta agenda foi proposta no ano de 2015, em uma cúpula internacional que reuniu os Estados-Membros. O fruto desta cúpula foi o documento, intitulado Agenda 2030. A agenda 2030 foi acordada pelos 137 membros. Possui 1 declaração, 17 objetivos do desenvolvimento sustentável e 169 metas.

Como foi dito anteriormente, os objetivos do desenvolvimento sustentável se dirigem, sobretudo, à erradicação da pobreza e da miséria. A agenda 2030 reconhece que este é o maior desafio global, bem como o requisito necessário para se alcançar o desenvolvimento sustentável. Dos 17 objetivos da agenda, dois merecem destaque; os objetivos nove e onze. O Objetivo 9 fala da necessidade de “construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação” (BRASIL, 2019, p. 34). O item 9.4 do objetivo 9 propõe até 2030:

Modernizar a infraestrutura e reabilitar as indústrias para torná-las sustentáveis, com eficiência aumentada no uso de recursos e maior adoção de tecnologias e processos industriais limpos e ambientalmente adequados; com todos os países atuando de acordo com suas respectivas capacidades (BRASIL, 2019, p. 34).

Conforme se pode ver da proposta acima, a Agenda 2030 propõe o uso de recursos advindos de processos industriais limpos e ambientalmente adequados. Isso nos remete à construção civil, que trabalha com materiais industriais. De fato, é necessário buscar recursos ambientalmente sustentáveis na construção civil, como forma não apenas de preservar os

recursos naturais como também contribuir para a erradicação da pobreza. Outro ponto que diz respeito aos temas desenvolvido nesta tese pode ser visto no objetivo 11 da agenda 2030, o qual propõe “tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis” (BRASIL, 2019, p. 36). O item 11.1 propõe “até 2030, garantir o acesso de todos a habitação adequada, segura e a preço acessível, e aos serviços básicos, bem como assegurar o melhoramento das favelas”. (BRASIL, 2019, p. 36).

Por conseguinte, conforme prevê este importante documento da ONU, é necessário tornar as cidades sustentáveis e isto se faz, garantindo a todos o acesso a moradia adequada, a preços acessíveis. Quando se refere à habitação adequada, a Agenda 2030 está apontando para o uso dos recursos naturais de forma inteligente, sem que estes sejam exauridos, ao ponto de prejudicar o meio ambiente.

Com efeito, a discussão sobre a sustentabilidade assume hoje uma relevância enorme e não deve ser posta de lado quando se reflete a respeito da formação do engenheiro civil. Daí a relevância desta discussão. Já se observa que essa temática vem sendo trabalhada nos Trabalhos de Conclusão de Curso e nos Projetos Pedagógicos dos cursos de Engenharia Civil, além de se observar que as disciplinas relacionadas à sustentabilidade vêm sendo introduzidas na grade curricular.

Entretanto, essa inserção ainda aparece, em sua grande maioria, na forma de disciplinas eletivas. A importância deste trabalho de pesquisa está na possibilidade de redefinir os parâmetros da grade curricular e da própria formação do engenheiro civil, incorporando nas disciplinas obrigatórias do curso tanto os temas relacionados às ciências humanas, quanto às questões do meio ambiente.

Além disso, cumpre destacar os exemplos advindos da construção civil convencional, observados ao longo dos anos nas regiões metropolitanas e cidades interioranas em grande parte dos Estados da federação, sobretudo em Pernambuco. O modelo tradicional de construção não dá a devida importância à introdução de materiais sustentáveis que possam garantir formas sustentáveis de edificações. Porém, novas práticas vêm sendo introduzidas, o que impele os cursos de graduação a promover a atualização dos currículos, incorporando de forma mais efetiva a questão da formação humana, com vistas a embasar práticas construtivas que estejam em acordo com a agenda ambiental abraçada pela comunidade internacional.

1.4 O ENSINO DA CIÊNCIA E A EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

A perspectiva que se coloca nesta tese diz respeito ao tipo de formação que tem sido adotado nos cursos de engenharia civil em Pernambuco, com destaque para as Universidades

Públicas do Estado. O perfil tecnicista que durante muito tempo prevaleceu nos cursos de engenharia passa a ser confrontado com a emergência de novos paradigmas como, por exemplo, o ambiental o qual, por sua vez, traz à tona uma importante discussão a respeito da visão humanística do homem, da sociedade e das ciências.

No bojo destas discussões é necessário rediscutir o papel da educação, sobretudo no que diz respeito ao ensino das ciências. A emergência da questão ambiental foi entronizada no debate público com amplitude indicando que doravante, a forma de organização da sociedade, bem como as relações econômicas, deve atentar para os cuidados com os recursos naturais explorados pelo homem.

Por outro lado, a academia não pode ficar de fora deste debate. A Universidade Pública, como o espaço do ensino, pesquisa e extensão, passa a abarcar tais questões, discutindo a questão da formação e do ensino das ciências em um cenário de reintrodução do humanismo e valorização da questão ambiental, através da ideia de sustentabilidade.

É necessário ir além do formato de educação voltado para uma formação especializada, que desconsidera os aspectos da cidadania, da humanidade e que fraciona a realidade ao invés de considerá-la na sua totalidade e complexidade. No que concerne aos cursos de engenharia essa questão é ainda mais significativa, pois a formação nesta área geralmente é vista como separada de toda e qualquer concepção de homem como ser total e complexo. É como se o engenheiro civil se importasse apenas com números, cálculos, fórmulas, não se preocupando com os condicionantes sociais, culturais e ambientais de sua atuação.

Isto nos leva a repensar o papel do ensino das ciências, que por muito tempo esteve sob a égide do racionalismo moderno, da ideia do progresso irrefreável da razão e da previsibilidade do mundo. Por esta visão, a educação para as ciências seria um grande esforço de desvelar as leis da razão, possibilitando a evolução do homem e da sociedade.

A este respeito, Edgar Morin (1999, p. 21) faz a seguinte observação:

Os séculos precedentes sempre acreditaram em um futuro, fosse ele repetitivo ou progressivo. O século XX descobriu a perda do futuro, ou seja, sua imprevisibilidade. Esta tomada de consciência deve ser acompanhada por outra, retroativa e correlativa: a de que a história humana foi e continua a ser uma aventura desconhecida. Grande conquista da inteligência seria poder enfim se libertar da ilusão de prever o destino humano. O futuro permanece aberto e imprevisível. Com certeza, existem determinantes econômicas, sociológicas e outras ao longo da história, mas estas encontram-se em relação instável e incerta com acidentes e imprevistos numerosos, que fazem bifurcar ou desviar seu curso.

A crença em uma ciência exata e infalível, capaz de controlar o futuro, entrou em colapso no século XX, como nos mostra o autor. A história deixou de ser vista como uma sucessão previsível de acontecimentos rumo a um *telos* e passou a ser compreendida como o resultado de relações contraditórias, de forças múltiplas e complexas que inauguram novos projetos, ao mesmo tempo em que levam a voltas e reviravoltas. Em outras palavras, a ciência percebeu que a realidade é marcada pela complexidade.

O futuro é um mar aberto, imprevisível. A história não é feita de compartimentos estanques. Neste caso, tanto a ciência como a educação para a ciência precisam repensar seus fundamentos. Vivemos sob a égide do Bauman (2001) chama de “Modernidade Líquida”. De acordo com o autor, vivemos tempos líquidos, constatação que aparece de forma recorrente em sua obra.

As reflexões propostas por Bauman expõem o caráter fugidio, efêmero, fluido, evanescente, da contemporaneidade. As relações (ou conexões, como propõe o autor) aspiram ao imediato, apontando concomitantemente para o fim das mesmas e o estabelecimento de novas, e igualmente frouxas, interfaces entre os indivíduos. Ao longo de seus escritos, Bauman analisa os impactos da liquidez moderna no cotidiano das pessoas, bem como sua repercussão na forma como a sociedade se estrutura. A questão central discutida por Bauman (principalmente em seu livro *Modernidade Líquida*) nos remete ao processo de liquefação operado pela modernidade desde o seu nascedouro.

Tendo como ponto de partida a frase “tudo o que é sólido se desmancha no ar”, utilizada por Marx no Manifesto Comunista, Bauman descreve a atividade própria da modernidade: a destruição dos sólidos, a negação de tudo o que possa representar durabilidade, constância, previsibilidade, solidez, eternidade: “a modernidade não foi um processo de ‘liquefação’ desde o começo?” (BAUMAN, 2001, p. 09). “Não foi o “derretimento dos sólidos” seu maior passatempo e principal realização? Em outras palavras, a modernidade não foi “fluida” desde sua concepção? (BAUMAN, 2001, p. 09).

A modernidade, em seu incessante processo de liquefação, solapou as instituições, concepções, ideias e doutrinas que sedimentaram nossa civilização, deixando no caminho um sentimento de perplexidade ante as inúmeras tarefas colocadas à nossa frente, herdeiros que somos das conquistas e dilemas da vida moderna. Diante de tais constatações, é necessário repensar a realidade sob novas bases, reconectando o que está disperso e solto no ar, sem, no entanto, aspirar a um conhecimento infalível, dotado de uma única e inevitável direção.

É neste contexto que se deve pensar o ensino da ciência, bem como a educação para o conhecimento científico, a saber, sob novas bases, buscando incorporar a complexidade do

mundo, sem que isso signifique abdicar do rigor e do método, ainda mais porque o conhecimento está cada vez mais interrelacionado com o que ocorre no mundo, a cada instante.

A partir de suas discussões, Morin (1999, p. 33) afirma que “a era planetária necessita situar tudo no contexto e no complexo planetário”. Essa articulação entre o universal e o particular é ainda mais urgente nestes “tempos líquidos”. O conhecimento não pode ser pensado como se os saberes estivessem acondicionados em quadros imutáveis, bastando apenas enunciar fórmulas seculares para se chegar à solução dos problemas.

Diante deste quadro, Morin (1999, p. 33) enuncia o problema universal de todo cidadão do novo milênio:

Como ter acesso às informações sobre o mundo e como ter a possibilidade de articulá-las e organizá-las? Como perceber e conceber o Contexto, o Global (a relação todo/partes), o Multidimensional, o Complexo? Para articular e organizar os conhecimentos e assim reconhecer e conhecer os problemas do mundo, é necessária a reforma do pensamento. Entretanto, esta reforma é paradigmática e, não, programática: é a questão fundamental da educação, já que se refere à nossa aptidão para organizar o conhecimento.

O autor deixa muito claro que a reforma da educação é muito mais paradigmática que programática, ou seja, é preciso abandonar o viés conteudístico presente, por exemplo, na universidade, a fim de formar profissionais capazes de organizar o conhecimento, interpretando o mundo a partir dos movimentos, progressos, construções e desconstruções, ao invés de querer aprisionar a realidade em fórmulas rígidas.

A essa inadequação, esta cisão entre os saberes constituídos e a realidade complexa do mundo, se insere o desafio do ensino e da educação para a ciência na contemporaneidade.

Diante deste desafio, prossegue Morin (1999, p. 36):

Confronta-se a educação do futuro, pois existe inadequação cada vez mais ampla, profunda e grave entre, de um lado, os saberes desunidos, divididos, compartimentados e, de outro, as realidades ou problemas cada vez mais multidisciplinares, transversais, multidimensionais, transnacionais, globais e planetários.

No que concerne à formação do engenheiro civil, não se pode descartar “as realidades e problemas cada vez mais multidisciplinares, transversais, multidimensionais, transnacionais e planetários”, o que implica, por sua vez, um olhar para a questão ambiental, algo possível de se alcançar à medida que o aspecto humanístico é trabalhado paralelamente à formação nas ciências.

Essa discussão sobre a educação para o futuro, que se encontra em Morin, está presente no Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o Século XXI, que resultou no documento intitulado: “Educação: um tesouro a descobrir”.

Escrito por Jacques Delors, em parceria com outros autores, o referido documento propõe que a educação para o século XXI deve se basear em quatro pilares: aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a ser e aprender a conviver. Tudo isto se dá em função e vivermos em uma realidade marcada pela complexidade dos fenômenos mundiais, conforme se pode depreender das palavras de Delors (1999, p. 47):

Para podermos compreender a crescente complexidade dos fenômenos mundiais, e dominar o sentimento de incerteza que suscita, precisamos, antes, adquirir um conjunto de conhecimentos e, em seguida, aprender a relativizar os fatos e a revelar sentido crítico perante o fluxo de informações. A educação manifesta aqui, mais do que nunca, o seu caráter insubstituível na formação da capacidade de julgar. Facilita uma compreensão verdadeira dos acontecimentos, para lá da visão simplificadora ou deformada transmitida, muitas vezes, pelos meios de comunicação social, e o ideal seria que ajudasse cada um a tornar-se cidadão deste mundo turbulento e em mudança, que nasce cada dia perante nossos olhos.

Diante de um mundo caótico e turbulento, cujo paradigma da mudança está na ordem do dia, a educação adquire caráter relevante, não podendo ser substituída, tampouco subestimada e deixada ao sabor da execução de velhas fórmulas de transmissão do saber.

Capacitar o indivíduo a revelar e desvelar os acontecimentos é uma tarefa ainda mais urgente, que não pode ser deixada de lado pelos educadores.

Na formação do engenheiro civil, isso deve ser levado em conta desde a graduação, de modo a estar na base da formação, como princípio norteador do curso, de modo a que o elemento tecnicista não determine de forma exclusiva o conteúdo e linha de trabalho dos futuros engenheiros. A técnica precisa dialogar com os conteúdos relacionados à sustentabilidade e à formação humana.

Delors (1999, p. 47) chama a atenção para a interconexão entre a formação humana e sua relação com o meio ambiente:

A compreensão deste mundo passa, evidentemente, pela compreensão das relações que ligam o ser humano ao seu meio ambiente. Não se trata de acrescentar uma nova disciplina a programas escolares já sobrecarregados, mas de reorganizar os ensinamentos de acordo com uma visão de conjunto dos laços que unem homens e mulheres ao meio ambiente, recorrendo às ciências da natureza e às ciências sociais. Esta formação poderia, igualmente, ser posta ao dispor de todos os cidadãos, na perspectiva de uma educação que se estenda ao longo de toda a vida.

Como o autor deixa bem claro, não se trata necessariamente de acrescentar no currículo disciplinas sobre meio ambiente, sustentabilidade, humanismo. A questão está em fazer com que estas questões sejam trabalhadas de forma transversal em toda a formação podendo, é claro, aparecer em forma de disciplina curricular. Aliás, essa perspectiva já se faz

sentir nas novas propostas de construções, quando da utilização de materiais que corroboram para a sustentabilidade, como veremos mais adiante.

Os quatro pilares da educação se inserem neste contexto como princípios a serem desenvolvidos no processo formativo, em qualquer área do conhecimento. O aprender a conhecer, segundo Delors (1999, pp. 90-91) é um tipo de aprendizagem;

Que visa não tanto a aquisição de um repertório de saberes codificados, mas antes o domínio dos próprios instrumentos do conhecimento pode ser considerado, simultaneamente, como um meio e como uma finalidade da vida humana. Meio, porque se pretende que cada um aprenda a compreender o mundo que o rodeia, pelo menos na medida em que isso lhe é necessário para viver dignamente, para desenvolver as suas capacidades profissionais, para comunicar. Finalidade, porque seu fundamento é o prazer de compreender, de conhecer, de descobrir

Traduzindo em função do objeto desta tese: o engenheiro civil precisa desenvolver a capacidade de compreender o mundo, estar habilitado a utilizar sua capacidade cognitiva para perceber as nuances da realidade, suas interlocuções. Ao mesmo tempo, sua motivação deve estar voltada constantemente ao aprendizado, dentro de uma perspectiva macro, a partir da complexidade do mundo em sua volta.

O aprender a fazer tem uma ligação estreita com o aprender a conhecer, guardando, porém, uma importante distinção. Delors (1999, p. 92) afirma:

Aprender a conhecer e aprender a fazer são, em larga medida, indissociáveis. Mas a segunda aprendizagem está mais estreitamente ligada à questão da formação profissional: como ensinar o aluno a pôr em prática os seus conhecimentos e, também, como adaptar a educação ao trabalho futuro quando não se pode prever qual será a sua evolução?

Essas questões precisam ser postas quando se pensa a formação do engenheiro civil e de fato, o distanciamento em relação à prática concreta, ao fazer diário do engenheiro, pode gerar um descompasso entre o que se aprende na universidade e a realidade concreta do profissional da engenharia. No que concerne ao aspecto ambiental, à utilização de materiais ecologicamente corretos, contribui para a melhoria das construções, com redução dos danos ao meio ambiente.

Ao refletir sobre o novo modelo de educação, Kilpatrick (1967, p. 87) afirma que:

Quanto mais cedo nos convenceremos de que o ensino não é tarefa mecânica, mas uma arte liberal que exige criação, melhor será. Muitas coisas estão dependendo disso. A civilização, em progresso, está grandemente subordinada à educação, para que se permita à escola que continue no seu mister, com processos rudes e empíricos. O ensino precisa ser arte mais elevada, baseada na liberdade da ciência e da filosofia. Só a esse ensino é que a sociedade pode confiar a sua continuidade.

Não obstante a reflexão do autor se dirija especificamente à escola, isto vale também para o ensino superior. Os pressupostos do novo modelo de educação, estão baseados justamente na superação da transmissão mecânica do saber, que acaba incapacitando o profissional à leitura da realidade que o cerca.

Os outros dois pilares para a educação do futuro são o aprender a conviver e aprender a ser. No que tange à educação para a convivência com o outro, Delors (1999, p. 97) pontua o seguinte:

Parece, pois, que a educação deve utilizar duas vias complementares. Num primeiro nível, a descoberta progressiva do outro. Num segundo nível, e ao longo de toda a vida, a participação em projetos comuns, que parece ser um método eficaz para evitar ou resolver conflitos latentes.

Discutir a questão do outro é algo que não pode ser descurado no ensino das ciências e para a ciência. A formação acadêmica, em qualquer área, não pode prescindir da escuta e descoberta do outro. Os cursos de engenharia devem contemplar propostas que visem fortalecer a dinâmica social, de modo a que o profissional da engenharia esteja consciente de que o seu trabalho se dirige não a si mesmo, tampouco a determinado prestador de serviço. A sua atuação profissional impacta as relações sociais, afetando a vida de muitas pessoas.

É neste contexto que se coloca o quarto pilar, que é o aprender a ser. O reconhecimento do outro é o processo que está intimamente ligado à consciência de nossa humanidade, de que somos e não apenas estamos no mundo. Sobre este princípio, Delors (1999, p. 99) afirma:

Desde a sua primeira reunião, a Comissão reafirmou, energicamente, um princípio fundamental: a educação deve contribuir para o desenvolvimento total da pessoa - espírito e corpo, inteligência, sensibilidade, sentido estético, responsabilidade pessoal, espiritualidade. Todo o ser humano deve ser preparado, especialmente graças à educação que recebe na juventude, para elaborar pensamentos autônomos e críticos e para formular os seus próprios juízos de valor, de modo a poder decidir, por si mesmo, como agir nas diferentes circunstâncias da vida.

A educação para o ser implica a formação do sujeito total. Isto significa uma educação para a ciência que conecte o homem à sua realidade e também a si próprio, de modo a desenvolver seu intelecto e sua sociabilidade, espiritualidade, sensibilidade, empatia pelo outro.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

De acordo com Pinto (2015), no final do século XIX, com o desenvolvimento da engenharia no estado de Pernambuco, surgiu a necessidade da instalação de um centro de formação de engenheiros, por meio da constituição, em 1896, da Escola de Engenharia de Pernambuco, capacitando, assim, a população local, pois os profissionais envolvidos, em sua maioria, eram estrangeiros. A Escola de Engenharia de Pernambuco fez parte da criação da Universidade do Recife, em 1946. No ano de 1965, a Universidade do Recife ganhou a denominação de Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), sendo a primeira das regiões Norte e Nordeste.

Por dificuldades, em função de os cursos de engenharia já estarem bem lotados e da falta de prioridade no contexto, nas últimas décadas, poucas foram as escolas de engenharia que fizeram grandes atualizações em seus currículos. Entretanto, algumas instituições já iniciaram a inclusão de tópicos de engenharia sustentável em seus materiais, como os conceitos de energias renováveis, avaliação do ciclo de vida e modelos de minimização de resíduos. Sabe-se que isso demanda tempo para uma atualização curricular (DAVISON *et al. apud* BOYLE, 1999).

É oportuno destacar a relevância da nossa pesquisa quanto à necessidade primordial de adequação dos Projetos Pedagógicos de Curso - (PPC) da Engenharia Civil no tocante à adoção de práticas na engenharia contemporânea, voltadas para a sustentabilidade ambiental, como percepção dos engenheiros civis egressos das nossas universidades.

Conforme dados coletados no sistema e-MEC/2019, atualmente, tanto na rede privada como na pública, no estado de Pernambuco, existem 45 (quarenta e cinco) cursos de ensino superior que oferecem o curso de engenharia civil, sendo 08 (oito) em instituições privadas, oferecendo o curso na modalidade à distância. Desses 45 cursos, foi observado que existem cinco Instituições Federais de Ensino Superior (IFES), que oferecem 06 seis cursos em 6 campi diferentes.

Em consonância com Goldemberg *et al.* (2011), a sustentabilidade é um conceito complexo, tendo como resultado uma série de ações que nem sempre são convergentes, e que dependem do compromisso de toda a cadeia produtiva da Construção Civil, além de uma postura incentivadora do governo e das entidades de normalização e regulação do setor da construção. Entretanto, na Construção Civil, mais do que em outros setores, o usuário tem um papel preponderante para a sua sustentabilidade. O tema não está adequadamente estudado,

porém, mostra-se imprescindível para a viabilização e a consolidação das ideias de uma construção mais sustentável.

As questões referentes à apropriação de novas tecnologias, da dinâmica das atividades no mercado da engenharia civil, bem como as inovações requeridas por esse nicho e pela sociedade como um todo, aliados, ainda, às questões demandadas nos princípios da sustentabilidade, refletem em bom grau o processo globalizado, não do ensino, educação e culturas, como, também, o modo de produção, o trabalho, os valores sociais, econômicos e, até mesmo, práticas ambientais uniformizadas.

2.1 EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS NOS CURSOS DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

A construção civil é um dos setores de atividades que mais crescem no Brasil e no mundo. Entretanto, apesar das perspectivas positivas, o país não aproveita sua potencialidade por inúmeros motivos, dentre eles, o despreparo e a baixa qualificação dos recursos humanos. Frente aos avanços científicos e tecnológicos, os profissionais precisam ser mais bem qualificados e constantemente atualizados, para que possam desenvolver com competência suas atribuições, otimizando seu tempo e suas ações, com o uso pertinente da tecnologia disponível (RABELO; ZAPLA; AMORIM, 2006).

Portanto, é preciso que nossos profissionais da construção civil, sobretudo, os engenheiros, tenham uma boa aprendizagem na graduação e que possam acompanhar o desenvolvimento científico e tecnológico, teóricos e práticos, ofertados pelas instituições de ensino superior, para suprir as necessidades da demanda atual com qualidade.

De acordo com Soares *et al.* (2020 p. 9),

A escola é viva e é um ambiente único. Cada escola tem sua própria dinâmica de fazer com que os processos educativos aconteçam, assim, professores são diariamente desafiados a buscar novas abordagens e metodologias que cooperem à aprendizagem dos estudantes. Buscam na realidade dos educandos questões que dialogam com o universo científico a fim de provocar a crítica e um pensamento transformador, instrumentalizando o jovem cidadão a exercer seu papel ativo na sociedade. Dessa forma a interdisciplinaridade é a chave que conecta os diferentes problemas que nos cercam e a busca por soluções mais globais e significativas às nossas vidas.

Ainda de acordo com Soares *et al.* (2020), a Constituição Federal de 1988, no seu artigo 6º, informa que um dos direitos sociais garantido pelo Estado é o acesso à educação e, especialmente, no artigo 205, “a educação é direito de todos e dever do Estado e da família,

será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho” (BRASIL, 1988). É relevante destacar que a Constituição de 1988 propiciou a criação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Segundo o art. 52 da referida lei,

As universidades são instituições pluridisciplinares de formação dos quadros profissionais de nível superior, de pesquisa, de extensão e de domínio e cultivo do saber humano, que se caracterizam por: I - produção intelectual institucionalizada mediante o estudo sistemático dos temas e problemas mais relevantes, tanto do ponto de vista científico e cultural, quanto regional e nacional [...] (BRASIL, 1996).

Não obstante, a Resolução nº 2, de 24 de abril de 2019, que institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, estabelece, em seu art. 4º, que:

O curso de graduação em Engenharia deve proporcionar aos seus egressos, ao longo da formação, as seguintes competências gerais: II - analisar e compreender os fenômenos físicos e químicos por meio de modelos simbólicos, físicos e outros, verificados e validados por experimentação: a) ser capaz de modelar os fenômenos, os sistemas físicos e químicos, utilizando as ferramentas matemáticas, estatísticas, computacionais e de simulação, entre outras. b) prever os resultados dos sistemas por meio dos modelos; c) conceber experimentos que gerem resultados reais para o comportamento dos fenômenos e sistemas em estudo. d) verificar e validar os modelos por meio de técnicas adequadas.

Entende-se que a formação do aluno egresso de um curso de Engenharia está diretamente associada ao conteúdo definido no Projeto Pedagógico de Curso - PPC e à aprendizagem dos conteúdos de cada disciplina, e tem como pré-requisitos os conhecimentos das ciências básicas já adquiridos no ensino médio, como matemática, física, química, biologia, entre outras. Entretanto, tendo o aluno atendido às condições de conhecimentos para a aprendizagem das matérias indicadas na grade curricular, sobretudo, as ministradas no curso básico, o seu desenvolvimento ainda está atrelado à didática aplicada na transmissão do conteúdo ministrado pelos docentes das disciplinas componentes do curso, sejam elas das etapas do básico (início do curso) ou do profissional.

Portanto, associadas ao fator da aprendizagem do aluno iniciante de um curso de engenharia, estão as informações transmitidas pelo professor. De acordo com Vaz e Meinhardt, (2021), a formação docente é um dos mais importantes desafios da gestão pedagógica de uma instituição de ensino superior. A formação dos professores está diretamente atrelada às práticas de ensino, pesquisa e extensão desenvolvidas por esses profissionais, refletindo, por consequência, a qualidade da formação dos acadêmicos.

Para a boa aprendizagem no ensino das matérias da formação básica, como cálculo, física, química, nos cursos de engenharias, além de necessitar dos conhecimentos básicos, que devem ser previamente adquiridos pelos alunos no ensino médio, há, também, a necessidade do bom desempenho didático e pedagógico do professor. É sabido que tudo tem ciência, e estamos num planeta em que interagimos e acessamos, de forma constante, os nossos conhecimentos de ciências.

É relevante informar que, de acordo com Pinto e Araújo (2020 p. 2),

A vivência da prática docente no Ensino Superior permite constatar, especificamente nos cursos de engenharia, que a maioria dos professores ainda se utiliza de práticas de ensino tradicionais, caracterizando uma educação mecânica. Esse modelo não favorece o desenvolvimento crítico e reflexivo do aluno e contribui para a manutenção de um comportamento passivo frente à aquisição do conhecimento, gerando alunos dependentes, que se contentam em ser meros reprodutores dos exemplos mostrados pelo docente. Observamos, também, que os cursos estão voltados basicamente para o ensino da teoria e que nos poucos momentos em que as situações práticas são abordadas, raramente estão voltadas para a solução dos problemas vivenciados pelos alunos.

Diante desse cenário, que gera grande inquietação, buscou-se oferecer uma formação mais adequada do engenheiro, atendendo às demandas da sociedade moderna, cada vez mais sujeita aos efeitos das atividades científicas e tecnológicas, pois se entendeu ser necessário e urgente investigar novos encaminhamentos didático-metodológicos.

De acordo com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), no Título I, artigo 1º: “A educação abrange os processos formativos que se desenvolvem na vida familiar, na convivência humana, no trabalho, nas instituições de ensino e pesquisa, nos movimentos sociais e organizações da sociedade civil e nas manifestações culturais” (BRASIL, 1996). No mesmo artigo, o inciso II complementa: “a educação escolar deverá vincular-se ao mundo do trabalho e à prática social” (BRASIL, 1996).

A docência no ensino superior é executada, comumente, por profissionais de diversas áreas de formação, sendo que, nos cursos de bacharelado, a grade curricular possui poucas cadeiras de formação que visam a aprimorar as habilidades didáticas dos futuros profissionais. Com base nisso, é possível afirmar que, em múltiplas instituições de ensino superior, um dos critérios mais relevantes para a contratação de professores do curso de engenharia é sua competência técnico-científica (LOPES *et.al.*, 2021).

Ainda conforme Lopes *et.al.* (2021), com base nessa alta representatividade econômica da Engenharia Civil em um país, é de suma importância que as instituições de

ensino superior promovam a formação de profissionais competentes, ou seja, dotados de habilidades que permitam um correto exercício da profissão.

No entendimento de Silva Filho *apud* Zabala (2014), à docência consiste não apenas em conhecimento técnico-científico, mas, também, em adotar procedimentos e atitudes que busquem tornar eficiente o compartilhamento de conteúdo do professor para o aluno. Nesse sentido, restringindo-se aos cursos de engenharia, a prática do docente no mercado de trabalho proporciona que as aulas se tornem mais dinâmicas, objetivas e com exemplos mais interessantes, potencializando o aprendizado do discente.

Associada à prática e à teoria intrínseca da docência da engenharia, entendemos que a boa didática e a comunicação contribuem muito para a eficiente aprendizagem do discente. Segundo Duarte (2020), a comunicação faz parte da natureza humana em todos os aspectos da vida e a utilizamos em suas mais variadas formas. Falar, escrever, dançar, desenhar, pintar, gesticular, cantar, tudo isso é comunicação. Com as ferramentas certas, ela pode ser uma poderosa forma de desenvolvimento pessoal. Se comunicar com eficácia é importante em todos os aspectos. Pessoal, e profissionalmente, é preciso saber fazer conexões efetivas e passar informações de forma clara. Isso quer dizer entender o receptor e de que forma você deverá construir a mensagem para se fazer compreendido.

Ainda, conforme Duarte (2020), a comunicação é um dos processos fundamentais no exercício da didática, pois promove a troca de informações no processo de ensino. Uma boa comunicação deve ser objetiva, simples, concisa e possuir uma variedade no vocabulário, com a finalidade de garantir que o interlocutor entenda a mensagem.

Tratando-se de ciências nos cursos de engenharia, é prudente falar sobre o movimento CTS - Ciência, Tecnologia e Sociedade, que surge com um novo enfoque que vincula o conhecimento científico e a produção tecnológica ao contexto social. Trata-se do entendimento dos aspectos sociais do fenômeno científico-tecnológico no que diz respeito às suas condicionantes, com as correspondentes consequências.

De acordo com Pereira e Bazzo (2000), a Ciência, Tecnologia e Sociedade - CTS representa o estudo das relações entre elas. Forma um campo de trabalho voltado tanto para a investigação acadêmica, como para as políticas públicas. Fundamenta-se em novas correntes de investigação em filosofia e sociologia, com foco no entendimento da triangulação entre a ciência, a tecnologia e a sociedade. Esses estudos se originaram há cerca de três décadas, a partir de novas correntes de investigação em filosofia e sociologia da ciência e de um incremento da sensibilidade social e institucional sobre a necessidade de uma regulação democrática das mudanças científico-tecnológicas. Nesse campo, é importante entender os

aspectos sociais do fenômeno científico-tecnológico, tanto no que se refere às suas condicionantes sociais, como a respeito das suas consequências sociais e ambientais.

Além do que já foi debatido na educação em ciências nos cursos de graduação em engenharia nos parágrafos anteriores, não se pode deixar de mencionar a evasão nas escolas de engenharia e referenciar as razões, consequências e alternativas para a sua minimização.

De acordo com Testezlaf *apud* Mussliner *et al* (2010, p.01),

a desistência do aluno por um curso superior significa prejuízo para si próprio ao não se diplomar, para o professor que não atinge sua meta como educador, para a universidade pelo não atendimento de sua missão, para a sociedade pelas perdas sociais e econômicas e, também, para a família, pelo sonho não realizado.

Ainda de acordo com Mussliner *et al.*, (2021), nesse contexto, deve-se ressaltar que a sociedade também perde com a evasão de outra forma: quando o aluno se evade, ele não se qualifica. Sem a qualificação, sua posição no mercado de trabalho tende a ser de menor remuneração. Com isso, o indivíduo paga menos impostos, resultando em menos verbas para o governo poder investir em diversas áreas, como saúde e segurança pública.

Também é importante considerar que, quando um aluno se evade, aquele talento se perde e, dessa forma, há menos pesquisadores e, por consequência, menos desenvolvimento para o país. Há que se considerar, ainda, que, com a evasão, menos estudantes se formam e, com isso, há carência de profissionais no mercado. Outro problema é que, uma vez ocorrendo a evasão, menos pessoas conseguem se graduar, ou seja, o ensino não se democratiza. Tal fato é especialmente grave, se considerarmos que a maior quantidade de vagas no ensino superior está na rede privada, ou seja, em um país emergente como o Brasil, poucas são as vagas nos cursos públicos para as pessoas que mais precisam deles e, dentre tais vagas, ainda há perdas.

2.2 A IMPORTÂNCIA DA SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Entende-se como sustentabilidade ambiental a utilização responsável de recursos naturais para suprir as necessidades do presente sem comprometer o atendimento das gerações futuras.

De acordo com a Comissão Brundtland, de 1987, definiu-se o desenvolvimento sustentável como aquele que “satisfaz as necessidades do presente, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades” (CMMAD, 1988; LEITE; AWAD, 2012).

Na década de 1990, o autor John Elkington sugeriu um modelo que traduzisse a ideia de desenvolvimento sustentável para a linguagem empresarial, apresentando o que conhecemos como Tripé da Sustentabilidade o Triple Bottom Line - TBL (LEDERWASCH; MUKHEIBIR, 2013).

O Triple Bottom Line - TBL sugere que, na avaliação das organizações, seja também considerada a contribuição ou não nas esferas social e ambiental, além do seu valor econômico. Daí a proposta do autor em apresentar os 3 Ps, representando as iniciais das palavras Profit, People e Planet, que têm com tradução: Lucro, Pessoas e Planeta. Portanto, além do lucro das empresas (bottomline), criam-se duas contas, que passam a ser consideradas no balanço contábil: a conta das pessoas, onde a empresa demonstra se é ou não socialmente responsável, e a conta planeta, que envolve a consciência ambiental e os cuidados com o meio ambiente.

É notório que a construção civil produz relevante impacto no meio ambiente, uma vez que grande parte da matéria prima é extraída in natura e transportada para as obras, como areia para concreto e revestimento, material argiloso ou arenoso para aterros. Outras são processadas, como argila para confecção de telhas e tijolos, calcário para cimento, gesso para revestimento e forros, além de água e energia elétrica para a implantação das construções.

No transporte dos insumos para a indústria de transformação, como para as obras de construção, também se deve considerar a liberação de CO₂ na atmosfera, o que contribui para o aquecimento global. Entretanto, devemos considerar que a construção civil tem relevante importância no desenvolvimento de uma região, no que diz respeito às obras de infraestrutura, como pontes, elevados, viadutos, rodovias, edificações públicas e privadas, entre outros.

A partir desses princípios, a construção civil deve seguir em paralelo com o desenvolvimento como um todo. No entanto, faz-se necessário adotar medidas mitigadoras através dos processos construtivos atuais, devendo ser embasadas no processo de ensino e aprendizagem das universidades, o que deverá ser iniciado no modelo de formação acadêmica que subsidiará o profissional egresso das universidades formadoras de engenheiros.

Por essas razões, esse referencial teórico, direcionado à sustentabilidade, está sedimentado nos pilares referentes às questões ambientais, sociais e econômicas, que foram bases de sustentação para dois artigos já elaborados e para a conclusão deste trabalho.

De acordo com Lopes (2014), a engenharia civil, por sua característica de transformação, acaba por causar impactos ao meio ambiente, devido à geração de resíduos, produzidos durante a sua atuação, tendo como origem as construções de características diversas. Diante das consequências, destaca-se a importância da questão ambiental e dos

conceitos de sustentabilidade nos currículos de Engenharia Civil, para a implementação do controle dos respectivos impactos. Portanto, uma formação profissional consciente resulta na adoção de soluções ecologicamente corretas com o pensamento no futuro das próximas gerações, no que diz respeito à reutilização e/ou reciclagem de materiais, entre alternativas, com a participação da temática da sustentabilidade, a partir da integração das instituições de ensino de engenharia.

Os conceitos de sustentabilidade na Construção Civil chegaram ao nosso país com algum atraso. Foi somente em 2000 que o Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da USP organizou um evento, denominado CIB Symposium on Construction and Environment - theory into practice (Simpósio CBI sobre Construção e Meio Ambiente - da teoria para a prática) (GOLDEMBERG *et al.* 2011).

Ainda de acordo com Goldemberg *et al.* (2011), o CIB foi abordado de maneira ampla e apresentado pelos melhores especialistas da época. Foi um encontro considerado o marco da preocupação sobre a construção sustentável e apresentado, pela primeira vez, de maneira ampla. Foi um alerta para diversos setores da indústria, que, até então, consideravam a sustentabilidade como um modismo de militantes ambientais de países ricos. Os acadêmicos puderam integrar temas conceituais e tradicionais de pesquisas, como eficiência energética e conforto, uso racional da água, urbanização de favelas, reciclagem de resíduos, desperdícios de materiais, dentro de uma visão única e integrada.

Para Trigueiro (2017), a construção civil é o setor da economia que mais impacta o meio ambiente. Seja pelo elevado consumo de matéria-prima e energia, seja pela geração de resíduos ou emissões de gases estufas, as edificações respondem por um grave passivo ambiental. As vantagens das construções inteligentes ainda são ignoradas por alguns setores do mercado da construção, entretanto, ganham cada mais espaço no ramo imobiliário nacional e no exterior. As políticas que estimulam a eficiência e inibem o desperdício nas construções multiplicam-se pelo mundo. Por conseguinte, cresce a oferta de selos e certificações que orientam o mercado a perceber que se ganha num imóvel com o perfil de construções inteligentes. Ocupar uma construção inteligente, seja por moradia ou por trabalho, significa redução de custos de manutenção, sobretudo, de água e energia. Portanto, o incentivo às alternativas que venham a classificar uma construção inteligente é implementar a sustentabilidade na indústria da construção civil.

Segundo Silva *et al.* (2017), a incorporação do desenvolvimento sustentável é de responsabilidade conjunta e abrange a todos os setores da sociedade. Contudo, deve-se considerar a grande contribuição do setor da construção civil para esse desenvolvimento, que,

em especial, destaca-se por sua grande demanda de matéria prima, mão-de-obra e expressiva influência econômica.

Há uma gama de autores defensores da construção sustentável. Entretanto, há outros que têm contestações sobre o tema. Na opinião de Pinheiro (2003), na última década, tornou-se uma teoria, aceita e incontestável, o conceito de edifícios “sustentáveis”, “verdes” ou “ecológicos”. Contudo, na prática, o conceito é mítico ou até ignorado.

Em de setembro de 2015, líderes mundiais reuniram-se na sede da Organização das Nações Unidas – ONU, em Nova Iorque, e decidiram pela criação de um plano de ação para erradicar a pobreza, proteger o planeta e garantir que as pessoas alcancem a paz e a prosperidade. Esse plano foi denominado Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Essa agenda contempla o conjunto de 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS, que se baseiam nos oito Objetivos de Desenvolvimento do Milênio - ODM coordenados pela ONU (PLATAFORMA AGENDA 2030, 2019; SEBRAE, 2017 apud FREITAS, 2020). É relevante informar que a indústria da construção civil também faz parte dessa agenda global relativa à sustentabilidade ambiental (AJAYI *et al.*, 2017).

Acordada pelos 193 Estados-membros da ONU e adotada pelos líderes mundiais na Cúpula das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável, a agenda proposta, intitulada “Transformando Nosso Mundo”, conta, também, com uma seção sobre os meios de implementação e uma renovada parceria mundial, juntamente com um mecanismo para acompanhamento e avaliação.

De acordo com Marques, 2017, *apud* Sobotka e Sagan (2016, p.2)

Várias metas podem ser relacionadas à construção civil e podem ser encontradas nos diferentes objetivos do desenvolvimento sustentável: ODS 6 – assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos; ODS 9 – construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação; ODS 11 – tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis; e ODS 12 – assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis.

2.3 A FORMAÇÃO SOCIAL, ECONÔMICA E HUMANÍSTICA NA ENGENHARIA CIVIL

O engenheiro civil deve ter preocupação não só com a técnica empregada nas construções, mas, também, e de relevante importância, com as consequências que essa obra trará para a sociedade. Tomando-se por base documentos legais como na LDB - Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei no 9.394/1996), em seu Título II, art. 3º, item XI - vinculação entre a educação escolar, o trabalho e as práticas sociais, nas Diretrizes

Curriculares Nacionais (DCN) dos cursos de graduação em Engenharia, no Capítulo II, art. 3º: - O perfil do egresso do curso de graduação em Engenharia deve compreender, entre outras, as seguintes características: II - estar apto a pesquisar, desenvolver, adaptar e utilizar novas tecnologias, com atuação inovadora e empreendedora; V - considerar os aspectos globais, políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e de segurança e saúde no trabalho.

De acordo com Pinheiro *et al.* (2007) apud Pinto *et al.* (2020), as práticas de ensino associadas ao enfoque CTS podem facilitar a formação de competências e habilidades argumentativas. Porém, isso não ocorre normalmente com professores do ensino superior, pois, muitas vezes, a atuação desses docentes limita-se aos conteúdos referentes a uma determinada área de conhecimento ou disciplina relacionadas à sua prática profissional.

Bordin e Bazzo (2017) destacam que, na pretensão de trazer à tona reflexões sobre Ciência Tecnologia e Sociedade - CTS na educação em Engenharia, desvendando a complexa relação entre o binômio desenvolvimento tecnológico e desenvolvimento humano, pergunta-se: qual a relação entre Engenharia e vida (plena)? Quais as implicações da Engenharia e da tecnologia no processo civilizatório contemporâneo ou, em outros termos, que grau de correspondência é possível estabelecer entre desenvolvimento tecnológico e desenvolvimento humano?

Destacando a importância da consciência do que é a contribuição social do profissional de engenharia, o autor ressalta a expressão citada por Bordin e Bazzo (2019): quando se pensa efetivamente em uma formação profissional na área tecnológica, mais em consonância com os tempos em que estamos vivendo. Um dos aspectos que precisa ser considerado com veemência é a questão do desenvolvimento humano, associado ao desenvolvimento tecnológico.

Além do contexto social em que o engenheiro deve estar envolvido, há uma relação com a nossa pesquisa, com ênfase nas questões ambientais (ROHAN *et al.*, 2016), ao destacar que: está o engenheiro civil inserido num novo cenário globalizado, ou seja, o do mercado do trabalho, da cultura, dos serviços, além de normas e regras que regulamentam o mundo e o seu espaço local de atuação. Considerado por muitos autores como tendência do mercado, a partir das principais discussões relacionadas ao equilíbrio socioeconômico e ambiental, o avanço tecnológico inclui as novas técnicas e ferramentas de construção requeridas pelo mercado, além da ênfase à sustentabilidade do setor.

Dentre as tendências, é possível apontar algumas específicas, como, por exemplo:

- A gestão dos **resíduos sólidos** e outros poluentes;
- A questão do uso **e reuso racional da água** e de outros recursos naturais;

- As **novas tecnologias relacionadas a técnicas de construção**, equipamentos, gerenciamento, ferramentas computacionais e ferramentas de gestão;
- A **questão energética**, a produção mais limpa;
- A formação e a **qualificação profissional** do setor;
- A gestão dos processos envolvidos na **sustentabilidade na construção civil**.

O profissional da engenharia civil, aderindo às mudanças do mercado através do emprego de novas tecnologias ou pelas transformações sociais, econômicas e ambientais, assumirá um novo perfil de formação. Entende-se que essas questões podem mitigar os impactos produzidos pela indústria da construção civil. Esses fatores vêm alterando as funções desses profissionais econômica e socialmente, o que exige grande capacidade de adaptação às novas realidades da engenharia civil. Além do que, sob essa ótica, o profissional atenderá ao art. 3º das Diretrizes Curriculares Nacionais - DCN do Curso de Graduação em Engenharia: O perfil do egresso do curso de graduação em Engenharia deve compreender, entre outras, as seguintes características (BRASIL, 2019):

I - ter visão holística e humanista, ser crítico, reflexivo, criativo, cooperativo e ético e com forte formação técnica;

II - estar apto a pesquisar, desenvolver, adaptar e utilizar novas tecnologias, com atuação inovadora e empreendedora;

III - ser capaz de reconhecer as necessidades dos usuários, formular, analisar e resolver, de forma criativa, os problemas de Engenharia;

IV - adotar perspectivas multidisciplinares e transdisciplinares em sua prática;

V - considerar os aspectos globais, políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e de segurança e saúde no trabalho.

De acordo com Bazzo (2018), os estudos sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade - CTS já ocorrem há quase três décadas no Brasil, com o intuito de se identificarem consequências mais abrangentes para as inovações tecnológicas, incluindo dimensões sociais, ambientais, entre outras.

Na visão de Bazzo e Andreatta (2019 p.29), “na medida em que os fenômenos tecnológicos passam a estar cada vez mais presentes na vida cotidiana da sociedade, esta dicotomia – desenvolvimento humano *versus* desenvolvimento tecnológico – exige uma conscientização cada vez maior”.

Conforme Pinto *et al.* (2020), a maioria dos professores no Ensino Superior nos cursos de Engenharia utiliza práticas de ensino tradicionais. Para os autores, esse modelo de ensino não favorece o desenvolvimento crítico e reflexivo do aluno e contribui para a manutenção de

um comportamento passivo frente à aquisição do conhecimento, gerando alunos dependentes, que se contentam em ser meros reprodutores dos exemplos mostrados pelo docente.

Pinto *et al.* (2020) ainda observaram que os cursos estão voltados basicamente para o ensino da teoria e que, nos poucos momentos em que as situações práticas são abordadas, raramente, estão voltadas para a solução dos problemas vivenciados pelos alunos.

2.4 O IMPACTO DAS NOVAS DIRETRIZES CURRICULARES NO ENSINO DA ENGENHARIA CIVIL

É fundamental uma reflexão sobre as questões que envolvem a saúde, a educação, a economia e, sobretudo, as diversas áreas da engenharia: sanitária, ambiental, mecânica, civil, entre outras. É primordial a importância e a participação de profissionais para a busca de soluções dos problemas em evidência.

Segundo Cassemiro e Henrique (2020), agora, vivemos uma situação peculiar causada pelo novo coronavírus, que gerou uma grande crise sanitária no mundo. Entretanto, no Brasil, essa situação ainda está sendo mais aguçada. A crise instalada mostrou para o mundo os grandiosos problemas sociais que já existiam no nosso país e que, a duras penas, alguns ainda tentavam esconder. Vale a pena refletir sobre esses problemas, que se tornaram mais visíveis durante a pandemia em curso, e pensar em soluções para resolvê-los, conectando diferentes áreas como saúde, educação, economia e incluir áreas da engenharia, como a sanitária, ambiental, mecânica, civil e outras mais, que são primordiais nesse momento.

É oportuno envolver os profissionais das respectivas áreas durante o processo para atuar em busca de soluções do problema em questão. Daí, surgem algumas questões: será que os currículos adotados em nossas instituições de ensino e engenharia deixa o egresso preparado para pensar em soluções que ajudem a sociedade, ou alguns estão mais alinhados aos interesses do mercado? Os engenheiros(as) de escolas brasileiras desenvolvem, a partir das diretrizes curriculares de seus cursos, qual dentre esses dois tipos de perfil em sua formação?

Ainda na opinião de Cassemiro e Henrique (2020), a partir dessas mudanças, é importante que entendamos como se dará o percurso da formação dos engenheiros(as), uma vez que, no período atual, repercute-se cada vez mais os casos de desastres ambientais, tais como desmatamentos, rompimentos de barragens, enchentes, deslizamento de encostas, entre outros, ocorrendo durante um momento em que a crítica à ciência se evidencia e questões políticas e pedagógicas sobrepujam decisões técnicas. Tudo isso ocorre num momento em que

a crise econômica, social e sanitária do Brasil é escancarada para todo o mundo, em consequência da pandemia do coronavírus avassalador. Para o processo de preservação do nosso ambiente e de nossa sociedade, é primordial saber que perfil será estabelecido para aqueles que serão autores e coautores desse processo.

Segundo Oliveira (2019a, p. 48), uma das definições mais antigas de engenharia é a do inglês Thomas Tredgold (1788-1829): “Engenharia é a arte de dirigir as grandes fontes de energia da natureza para o uso e conveniência do homem”, sendo essa definição usada por Thomas Tredgold, em 1828, na elaboração dos estatutos do Instituto of Civil Engineers (ICE), em Londres.

Ainda, na opinião de Oliveira (2019a, p. 9),

no entendimento atual, a engenharia tem por definição uma ciência que vai do estudo da transformação dos recursos naturais e tecnológicos até a visão como elemento de aplicação de que contribui no conhecimento científico e tecnológicos e nas soluções de problemas, através da implantação de projetos para viabilização de produtos (bens e serviços) e empreendimentos. Considera-se, na evolução da engenharia, que estes entendimentos são cabíveis e permeiam o projeto de soluções, incluindo a gestão, manutenção e considerando ainda o descarte e/ou reciclagem de produtos, processos e implantação de empreendimentos.

Para o século XXI, na formação dos engenheiros, a engenharia exige que alguns elementos sejam considerados importantes. Um deles é o fator humano, que deve levar em conta a pessoa como agente, usuária e destinatária das ações de engenharia. Agora, o ser humano precisa ser considerado como usuário, um ser que intervém, interage, modifica, aceita ou rejeita as soluções propostas pela engenharia. Antes, era considerado um agente nas interações com soluções de engenharia no tocante aos aspectos fisiológicos e ergonômicos. Os desejos do ser humano, comportamentos, hábitos e costumes também precisam ser levados em conta, assim como os aspectos fisiológicos (OLIVEIRA, 2019b).

De acordo com Casemiro *et al.* (2020), o processo de implantação das Diretrizes Curriculares para os cursos de Engenharia teve início a partir da edição das Leis nº 9.131/1995 (BRASIL, 1995) e 9.394/1996 (BRASIL, 1996), sendo a primeira a responsável pela criação do Conselho Nacional de Educação (CNE) e a segunda, pelo estabelecimento das Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB). Em dezembro de 1997, o CNE, recém-criado, conforme lei mencionada anteriormente, emite um parecer que trata das diretrizes curriculares para os cursos superiores, o Parecer nº 776/1997. Em seguida, no mesmo mês, o MEC publica o Edital nº 04, de 10 de dezembro de 1997, que convoca as instituições de

educação superior (IES) a apresentarem propostas de elaboração para as novas diretrizes curriculares.

Diante dessas medidas supracitadas, os cursos de graduação em Engenharia seguiam o currículo mínimo, instituído 20 anos antes pela Resolução do extinto Conselho Federal de Educação, CFE nº 48/1976, conforme afirma (OLIVEIRA, 2019b).

Em 2002, são, então, instituídas as primeiras Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) dos cursos de graduação em Engenharia, estabelecidas pela Resolução CNE/CES nº 11, de 11 de março de 2002 (Brasil, 2002b) e fundamentadas no Parecer CNE/CES nº 1.362/2001, aprovado em 12 de dezembro de 2001 (Brasil, 2002a). Dentre outras coisas, afirma que, nessa proposta de Diretrizes Curriculares, o antigo conceito de currículo, entendido como grade curricular que formaliza a estrutura de um curso de graduação, é substituído por um conceito bem mais amplo, o qual pode ser traduzido pelo conjunto de experiências de aprendizado que o estudante incorpora durante o processo participativo de desenvolver um programa de estudos coerentemente integrado. (BRASIL, 2002a, n.p.).

Portanto, nas Diretrizes Curriculares de Cursos de Graduação em Engenharia Civil, criadas em 2002, foram estabelecidos os critérios que deveriam nortear os cursos de Engenharia e seus respectivos PPC. Nessas diretrizes, surgiu a obrigatoriedade, por exemplo, da disciplina Gestão Ambiental como obrigatória em todos os cursos de Engenharia, o que vai ao encontro desta pesquisa. Essa normativa inaugurou uma nova fase na organização institucional e pedagógica dos cursos de Engenharia. Assim, com a já citada questão ambiental, a formação humanística e social já apareceu no texto. No seu art. 3º, que fala do perfil do egresso, estabelece a necessidade de uma “atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas, considerando seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, com visão ética e humanística, em atendimento às demandas da sociedade”.

Entretanto, de acordo com Oliveira (2019b, p. 27), “enquanto a Resolução nº 48/1976 tinha como cerne a grade curricular com matérias predefinidas, a Resolução nº 11/2002 previa a existência de um projeto pedagógico, decretando o fim do currículo mínimo para o curso de Engenharia.”

Destacamos as correlações das Diretrizes Curriculares Nacionais - DCN de 2002 e 2019 com a nossa pesquisa, no que se refere aos aspectos humanísticos, sociais, meio ambiente e sustentabilidade ambiental, de forma direta ou transversalmente.

2.4.1 As primeiras DCN do curso de Engenharia

Anterior à Resolução CNE/CES 11, de 11 de março de 2002, houve a Resolução CFE nº 48, de 27 de abril de 1976, do Conselho Federal de Educação, que fixava os mínimos de conteúdo e de duração do curso de graduação em Engenharia e definia suas áreas de habilitações. Seguem trechos relevantes para a pesquisa no âmbito da gestão ambiental na engenharia:

Art. 1º - O currículo mínimo do curso de engenharia terá uma parte comum a todas as áreas em que se desdobra, e uma parte diversificada, em função de cada área de habilitação.

Parágrafo único - A parte comum do currículo compreenderá matérias de formação básica e de formação geral. A parte diversificada compreenderá matérias de formação geral e de formação profissional específica.

Art. 3º- As matérias de formação básica, comum a todas as áreas, compreenderão os fundamentos científicos e tecnológicos da Engenharia, cobrindo os seguintes campos: Matemática, Física, Química, Mecânica, Processamento de dados, Desenho, Eletricidade, Resistência dos Materiais, Fenômenos de Transporte.

Art. 4º- As matérias de formação geral conterão assuntos que contribuam para complementar a formação básica do engenheiro, capacitando-o à utilização de elementos de natureza socioeconômica no processo de elaboração criativa.

Parágrafo único - As matérias de formação geral, igualmente comuns a todas as áreas da engenharia cobrirão os seguintes campos: Humanidade e Ciências Sociais, destacando-se Administração e Economia e Ciências do Ambiente.

Art. 19- Esta resolução entra em vigor na data de sua publicação no D.O., revogadas as disposições em contrário.

Complementado a Resolução CFE nº 48, de 27 de abril de 1976, há os seus anexos, que destacamos a seguir:

- A matéria Ciências Humanas incluirá: Assuntos da natureza Humanística, a critério da instituição incluindo-se obrigatoriamente os temas sociais e jurídicos necessários à complementação e formação do engenheiro.
- A matéria Ciências do Ambiente incluirá: A Biosfera e seu Equilíbrio. Efeitos da Tecnologia sobre o Equilíbrio Tecnológico. Preservação dos Recursos Naturais.

Como se pode observar na Resolução CFE nº 48, de 27 de abril de 1976, já havia uma indicação na preservação dos recursos naturais na atuação da engenharia.

2.4.2 Resolução CNE/CES 11, de 11 de março de 2002

Em 11 de março de 2002, foram criadas as Diretrizes Curriculares de Cursos de Graduação em Engenharia, através da Resolução CNE-Conselho Nacional de Educação/CES-

Câmara de Educação Superior, n.º 11, art. 1º, com a seguinte redação: “A presente Resolução institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, a serem observadas na organização curricular das Instituições do Sistema de Educação Superior do País”.

Foram estabelecidos os critérios que deveriam nortear os cursos de Engenharia e seus respectivos Programas Pedagógicos de Curso - PPC. Nessas diretrizes, surgiu a obrigatoriedade, por exemplo, da disciplina Gestão Ambiental como obrigatória em todos os cursos de Engenharia, o que vai ao encontro desta pesquisa.

Essa normativa inaugurou uma nova fase na organização institucional e pedagógica dos cursos de Engenharia. Assim como a já citada questão ambiental, a formação humanística e social já apareceu no texto, como está destacado no seu art. 3º, abaixo:

O Curso de Graduação em Engenharia tem como perfil do formando egresso/profissional o engenheiro, com formação generalista, humanista, crítica e reflexiva, capacitado a absorver e desenvolver novas tecnologias, estimulando a sua atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas considerando seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, com visão ética e humanística, em atendimento às demandas da sociedade.

Portanto, há uma clara visão da necessidade dos respectivos aspectos. O art. 4º, inciso XI, estabelece que a formação do engenheiro tem por objetivo dotar o profissional dos conhecimentos requeridos para o exercício das competências e habilidades, como, por exemplo, avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental.

O art. 5º determina que “cada curso de Engenharia deve possuir um Projeto Pedagógico que demonstre claramente como o conjunto das atividades previstas garantirá o perfil desejado de seu egresso e o desenvolvimento das competências e habilidades esperadas”.

Nos itens XIV e XV do art. 6º do parágrafo 1º, que são referentes ao conteúdo básico de 30% da carga horária mínima, são informados que “todo o curso de Engenharia, independentemente de sua modalidade, deve possuir em seu currículo um núcleo de conteúdos básicos, um núcleo de conteúdos profissionalizantes e um núcleo de conteúdo específicos que caracterizem a modalidade, versa sobre Ciências do Meio Ambiente e Humanidades, Ciências Sociais e Cidadania, respectivamente”. No item XIX do parágrafo 3º do mesmo artigo, referente ao núcleo de conteúdos profissionalizantes, cerca de 15% de carga horária mínima versa sobre Gestão Ambiental.

2.4.3 Resolução nº2, de 24 de abril de 2019. As atuais DCN do curso de graduação em Engenharia

Em 24 de abril de 2019, foi instituída a Resolução nº 2 da Lei nº 4.024, de 20 de dezembro de 1961, com a redação dada pela Lei nº 9.131, de 25 de novembro de 1995, e nas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN), elaboradas pela Comissão das Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia (DCN de Engenharia), propostas ao CNE/CES pela Secretaria de Regulação e Supervisão da Educação Superior do Ministério da Educação (SERES/MEC). Com fundamento no Parecer CNE/CES nº 1/2019, sendo melhorado em alguns aspectos já estabelecidos em 2002, destacamos alguns itens relevantes abaixo destacados.

O art. 1º A da presente Resolução institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia (DCN de Engenharia), que devem ser observadas pelas Instituições de Educação Superior (IES) na organização, no desenvolvimento e na avaliação do curso de Engenharia no âmbito dos Sistemas de Educação Superior do País.

O art. 2º das DCN de Engenharia define os princípios, os fundamentos, as condições e as finalidades, estabelecidas pela Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação (CES/CNE), para aplicação, em âmbito nacional, na organização, no desenvolvimento e na avaliação do curso de graduação em Engenharia das Instituições de Educação Superior (IES).

Art. 3º O perfil do egresso do curso de graduação em Engenharia deve compreender, entre outras, as seguintes características:

I - ter visão holística e humanista, ser crítico, reflexivo, criativo, cooperativo e ético e com forte formação técnica;

II - estar apto a pesquisar, desenvolver, adaptar e utilizar novas tecnologias, com atuação inovadora e empreendedora;

III - ser capaz de reconhecer as necessidades dos usuários, formular e analisar e resolver, de forma criativa, os problemas de Engenharia;

IV - adotar perspectivas multidisciplinares e transdisciplinares em sua prática;

V - considerar os aspectos globais, políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e de segurança e saúde no trabalho;

VI - atuar com isenção e comprometido com a responsabilidade social e com o desenvolvimento sustentável.

As atuais Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) vigentes dos cursos de engenharia, instituídas em 2019, apontam para um egresso com formação humanista, crítica, reflexiva, visando a uma formação ampla e robusta para as rápidas transformações sociais, tecnológicas, econômicas e ambientais da atualidade (VASCONCELLOS; BRUNA *et al.*, 2021).

O atendimento dos PPC às legislações destacadas, no que diz respeito às questões ambientais, é fundamental, pois a legislação visa a contextualizar o ensino da engenharia de tempos em tempos, e isso obriga as universidades a atender, cada vez mais, às demandas da sociedade. No entanto, essas estão cada vez mais sendo atualizadas e globalizadas. Observa-se que, em todas as legislações pesquisadas para a formação dos PPC, existem somente referências generalistas para os temas Meio Ambiente e Sustentabilidade.

Aliadas à mobilidade de atuação, as alterações ocorridas no mercado de trabalho e na sociedade como um todo afetam as características necessárias ao engenheiro contemporâneo para a sua adequada atuação profissional e social. Podem-se citar, por exemplo, os esforços crescentes em se atuar de forma a preservar as condições ambientais, a melhorar e desenvolver processos sustentáveis, com vistas à qualidade de vida da população.

Ressalta-se que, de acordo com Soto *et al*, (2019 p. 3), “o PPC tem dupla dimensão: a de orientação e a de condução do presente e do futuro de uma formação profissional comprometida e responsável”, comprometida, no sentido de se manter em conformidade com as DCN estabelecidas pelo Ministério da Educação e para atender às demandas acadêmicas relacionadas às peculiaridades da formação do profissional desejado.

As DCN dos cursos de graduação em Engenharia, implementadas em 2002, através da Resolução CNE/CES nº 11, de 11 de março de 2002 (BRASIL, 2002), apresentaram uma série de inovações do ponto de vista da regulamentação dos cursos de Engenharia no Brasil. Surge a exigência da existência da disciplina "Gestão Ambiental" nos diferentes cursos de Engenharia, bem como um programa de aprendizagem mais integrado, possibilitando uma participação mais ativa do estudante ao longo da sua formação, como, por exemplo, a partir da integralização de parte da sua carga horária com as atividades complementares.

Todavia, não foram obtidos os avanços necessários, o que fez com que surgissem as novas DCN, a partir da Resolução CNE/CES nº 2/2019 (BRASIL, 2019), que são mais arrojadas, até mesmo do ponto de vista epistemológico. Estabelece-se o ensino por competências, a aprendizagem ativa e a importância de uma amplitude de conhecimentos maior na formação do Engenheiro, incluindo os impactos sociais, econômicos, ambientais e éticos do exercício profissional da Engenharia. De acordo com o inciso V do Capítulo II, art. 3º, o perfil do egresso do curso de graduação em Engenharia deve compreender, entre outras, as seguintes características: “considerar os aspectos globais, políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e de segurança e saúde no trabalho” (BRASIL, 2019).

Costa e Moura (2020) enfatizam que essa perspectiva preconizada pelas novas DCN pode contribuir para que os engenheiros tenham uma postura mais ativa diante de definições

de rumo na área tecnológica que apresentam alto impacto para a geração de emprego para a Engenharia, como, por exemplo, o sucateamento ocorrido na malha ferroviária no Brasil e o movimento "O Petróleo é Nosso".

Isso reforça a importância da atualização dos currículos das Engenharias, sobretudo, da Civil, quanto aos aspectos globais, ambientais, podendo inferir que as universidades devem estar atentas às atualizações dos currículos com disciplinas que acompanhem o desenvolvimento de uma forma geral, formando profissionais que se posicionem com autonomia diante das demandas sociais, ambientais, tecnológicas e do mundo do trabalho.

3 METODOLOGIA

É bastante conhecida no mundo acadêmico a disputa entre o conhecimento objetivo, pautado pelas ciências positivas e o conhecimento subjetivo, que estaria mais próximo da prática e do método das ciências humanas. Sobre este tema, os estudos do filósofo alemão Wilhelm Dilthey (2010) nos remetem à classificação entre as ciências da natureza e ciências do espírito.

As primeiras estão ancoradas na noção de causalidade natural e as segundas mais próximas da capacidade interpretativa e compreensiva do pesquisador, característica que marca a produção do conhecimento nas ciências humanas. Dilthey (2010) se opõe a Descartes e supõe que as ciências do espírito é que detêm a prerrogativa de oferecer a base de sustentação do conhecimento científico. Na verdade, o referido pensador buscava dirimir, de uma vez por todas, as controvérsias científicas e metodológicas acerca da causalidade que desde Descartes, para falarmos em termos modernos, detinha a atenção dos estudiosos do conhecimento (SILVA, 2018).

O resumo deste debate pode ser descrito nestes termos: de um lado se propõe a noção de causalidade, donde a função da ciência é desvelar as causas dos fenômenos físicos e, no caso das ciências humanas, sob a influência do positivismo, as causas dos fenômenos sociais.

De outro, uma postura mais cética, em que a compreensão do mundo está eminentemente marcada por nossas crenças, hábitos, intuições. No primeiro grupo podemos destacar filósofos como Kant, o qual propôs a distinção entre fenômeno e coisa-em-si, afirmando que a razão pura só pode conhecer as realidades que podem ser captadas pelos sentidos, tudo aquilo que está no tempo e no espaço, enquanto as realidades metafísicas (Deus, alma, liberdade) escapam à sua capacidade cognitiva (KANT, 2001).

Contrário a isso temos que Hume (1989) se afasta da perspectiva kantiana na medida em que, assumindo uma postura cética, questiona a possibilidade e validade de fundamentarmos o conhecimento. Entretanto, em todos estes trabalhos se apresenta uma característica básica da epistemologia moderna, a saber, a definição do conhecimento a partir da relação sujeito- objeto.

Nesta perspectiva, existe um sujeito que conhece, que é dotado de capacidade cognitiva, e um mundo que se abre a sua compreensão. A verdade seria desvelada a partir de um amplo esforço cognitivo em busca dos nexos causais que estão por trás dos fenômenos, quer naturais, quer sociais. Entretanto, nas pesquisas empreendidas neste trabalho, essa visão

do conhecimento científico é insuficiente, pois estamos trabalhando aqui a partir de realidades que não estão no mundo natural e nas quais não há uma causalidade direta.

A tese aqui apresentada parte da premissa de que a formação dos cursos de engenharia precisa incorporar mais o elemento da sustentabilidade, do meio ambiente, com foco no humanismo, a fim de se adequar às práticas sustentáveis que vêm ganhando força nestes novos tempos.

A análise se deteve não apenas nos trabalhos acadêmicos de engenharia que incorporam a discussão ambiental. Foram analisadas algumas obras de engenharia que adotaram o uso de novos métodos construtivos, através de entrevistas aos engenheiros destas obras, para que eles expusessem sua visão a respeito destes novos métodos de construção.

3.1 Natureza e objetivos da pesquisa

A natureza desta pesquisa é básica, uma vez que não nos propomos a resolver determinado problema específico, apresentando soluções. O objetivo aqui é aprofundar alguns temas importantes relativos à educação para a ciência e o ensino da ciência, avaliando como estes processos se articulam na formação do engenheiro civil, com vistas a trabalhar a questão da sustentabilidade, por meio de uma formação humanística.

Toda a proposição aqui colocada tem em vista ampliar esse debate para trazer elementos novos que aprofundem a temática as sustentabilidade e formação humanística nos cursos de graduação em engenharia civil. A presente pesquisa agrega as características de um estudo científico. Segundo Cotta, Del-Masso e Santos (2012):

A pesquisa científica usualmente é iniciada com a busca de referências (artigos e livros científicos) atualizadas sobre o tema que o pesquisador está interessado. A partir disso, faz-se um mapeamento do que existe sobre a temática, o que já foi pesquisado e quais argumentos permitem entender o que pretende pesquisar.

Em relação à pesquisa básica, Appolinário (2011, p. 146), afirma que ela tem como objetivo principal “o avanço do conhecimento científico, sem nenhuma preocupação com a aplicabilidade imediata dos resultados a serem colhidos”. Com efeito, a natureza da presente pesquisa é básica, uma vez que não há a preocupação precípua em solucionar determinado problema ou situação específicos. Isto ocorre no caso da pesquisa aplicada.

Nas palavras de Appolinário (2011, p. 146) a pesquisa aplicada:

É realizada com o intuito de resolver problemas ou necessidades concretas e imediatas. Muitas vezes, nessa modalidade de pesquisa, os problemas

emergem do contexto profissional e podem ser sugeridos pela instituição para que o pesquisador solucione uma situação-problema.

Embora o tema em questão encontre eco na formação e atuação profissional deste pesquisador, o interesse pela matéria decorre das pesquisas realizadas acerca dos novos materiais usados na construção civil, bem como aos estudos acerca da sustentabilidade e do tipo de formação que é proposto nos cursos de graduação em engenharia civil.

A abordagem adotada neste trabalho faz com que esta pesquisa seja qualitativa e quantitativa. Inicialmente esta pesquisa foi produzida a partir do estudo da literatura sobre o tema. Porém, foram realizados alguns estudos, para se avaliar a discussão do tema da sustentabilidade nos TCC dos cursos de engenharia civil.

De acordo com Knechtel (2014, p. 100-101):

A pesquisa qualitativa busca entender fenômenos humanos, buscando deles obter uma visão detalhada e complexa por meio de uma análise científica do pesquisador. Esse tipo de pesquisa se preocupa com o significado dos fenômenos e processos sociais. Mas sendo uma análise relacionada também à subjetividade, quais são os critérios do pesquisador? Bem, ele leva em consideração as motivações, crenças, valores representações encontradas nas relações sociais.

Knechtel (2014, p. 101-102) ainda destaca as seguintes características da pesquisa qualitativa:

- Ressalta a natureza socialmente construída da realidade;
- Relação entre o pesquisador e o objeto de estudo;
- Ênfase nas qualidades e nos processos, com destaque para a forma como a experiência social é criada e adquire significado;
- Utiliza entrevistas e observação detalhada (métodos interpretativos);
- Estuda casos específicos;
- Valoriza as descrições detalhadas;
- Faz uso de narrativas históricas, materiais biográficos e autobiográficos.

As características desse tipo de pesquisa fazem com Demo (2013) a chame de pesquisa participante. De acordo com Proetti (2018), os métodos quantitativos e qualitativos não são excludentes e ainda contribuem para o entendimento e a qualificação dos aspectos lógicos e primordiais para um fato ou fenômeno estudado. São procedimentos que auxiliam os pesquisadores em seus estudos científicos e profissionais e são de cunho racional, intuitivo e descritivo. No entanto, o pesquisador ainda relata que as pesquisas quantitativas e qualitativas

permitem refletir sobre os caminhos que serão seguidos, auxiliando no entendimento de desvendar, quantificar e qualificar, de forma verificativa, como, também, permitem o estudo da importância dos fenômenos e fatos para que se possa mensurá-los. O entendimento sobre como utilizar-se dessas pesquisas ou métodos permite escolher as metodologias e as ferramentas de coleta e análise de dados e informações de modo correto, produtivo e eficaz. O conhecimento é construído de forma planejada, pensada e racional.

Segundo Maanen (1979, p. 520), a representação da expressão “pesquisa qualitativa”, no campo das ciências sociais, assume diferentes significados. É um conjunto de diferentes técnicas interpretativas, que visam a descrever e a decodificar os componentes de um sistema complexo de significados, tendo por objetivo traduzir e expressar o sentido dos fenômenos do mundo social.

Ainda segundo Maanen (1979, p. 668), o desenvolvimento de um estudo de pesquisa qualitativa supõe um corte temporal-espacial de determinado fenômeno por parte do pesquisador. Esse corte define o campo e a dimensão em que o trabalho desenvolver-se-á, isto é, o território a ser mapeado. O trabalho de descrição tem caráter fundamental em um estudo qualitativo, pois é por meio dele que os dados são coletados.

Complementando a metodologia aplicada nas pesquisas, um estudo de caso foi atribuído, no segundo artigo, quando se partiu para a aplicação dos processos construtivos contemporâneos na construção civil.

Segundo Yin (2005) *apud* Gomes (2008), o estudo de caso pode ser tratado como importante estratégia metodológica para a pesquisa em ciências humanas, pois permite ao investigador um aprofundamento em relação ao fenômeno estudado, revelando nuances difíceis de serem enxergadas “a olho nu”. Além disso, favorece uma visão holística sobre os acontecimentos da vida real, destacando-se o seu caráter de investigação empírica de fenômenos contemporâneos.

Como método de pesquisa, Yin (2015, p.4) afirma que “o estudo de caso é usado em muitas situações, contribuindo para o nosso conhecimento dos fenômenos individuais, grupais, sociais, organizacionais, políticos e relacionados”. Ainda de acordo com o referido autor (YIN, 2015, p.5), “os estudos de caso de ensino não precisam se preocupar com a apresentação rigorosa e justa dos dados empíricos; já os estudos de caso de pesquisa precisam fazer exatamente isso”.

3.2 Descrição da pesquisa

Nas pesquisas realizadas ao longo deste trabalho de tese, foi utilizada, principalmente, a Análise de Conteúdo. Esta técnica foi sendo aperfeiçoada ao longo do trabalho, sendo que, no segundo artigo, seguiu-se de maneira mais sistemática o método proposto por Bardin (1977).

De acordo com Moraes (1999) a análise de conteúdo tem sua origem no final do século passado, tendo suas características e diferentes abordagens, desenvolvidas, especialmente, ao longo dos últimos cinquenta anos. É oportuno informar que essa metodologia de pesquisa faz parte de uma busca teórica e prática, com um significado especial, abordando o campo das investigações sociais. Portanto, é bem mais do que uma simples técnica de análise de dados, representando uma abordagem metodológica com características e possibilidades próprias.

Na opinião de Olabuenaga e Ispizúa (1989), a análise de conteúdo é constituída de técnica para ler e interpretar o conteúdo de toda classe de documentos, que, ao analisar adequadamente, abrem as portas ao conhecimento de aspectos e fenômenos da vida social de outro modo inacessíveis.

Na opinião de Minayo (2007), no que se refere à sua aplicação, a Análise Temática de Conteúdo, desdobra-se nas etapas pré-análise, exploração do material ou codificação e tratamento dos resultados obtidos/interpretação. Na tese, foram bastante utilizadas as etapas da pré-análise, compreendendo a leitura flutuante, a constituição do corpus e a formulação e a reformulação de hipóteses ou pressupostos. A leitura flutuante requer do pesquisador o contato direto e intenso com o material de campo, em que pode surgir a relação entre as hipóteses ou pressupostos iniciais, as hipóteses emergentes e as teorias relacionadas ao tema.

Na opinião de Oliveira (2008), a constituição do *corpus* é a tarefa referente à constituição do universo estudado, sendo necessário respeitar alguns critérios de validade quantitativa sendo eles: a exaustividade (esgotamento da totalidade do texto), a homogeneidade (clara separação entre os temas a serem trabalhados), a exclusividade (um mesmo elemento só pode estar em apenas uma categoria), a objetividade (qualquer codificador consegue chegar aos mesmos resultados) e a adequação ou pertinência (adaptação aos objetivos do estudo). Na fase da pré-análise, o pesquisador procede à formulação e à reformulação de hipóteses, caracterizadas por ser um processo de retomada da etapa exploratória por meio da leitura exaustiva do material e do retorno aos questionamentos

iniciais. Enfim, na última tarefa da pré-análise, elaboram-se os indicadores que fundamentarão a interpretação final.

Portanto, nos artigos já publicados durante a produção da tese, foram utilizadas a metodologia de Bardin. O universo da pesquisa foram os cursos de Engenharia Civil das universidades públicas de Pernambuco: (i) Universidade Federal de Pernambuco - UFPE - Campus Avançado de Caruaru; (ii) Universidade Federal de Pernambuco - UFPE - Campus Recife; (iii) Universidade de Pernambuco - UPE; (iv) Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE (Unidade Acadêmica de Cabo de Santo Agostinho - UACSA); (v) Instituto Federal de Pernambuco - IFPE; (vi) Instituto Federal do Sertão de Pernambuco - IF SERTÃO-PE.

No primeiro artigo, foram pesquisados os termos “meio ambiente” e “sustentabilidade ambiental” nos PPCs dos diferentes cursos de Engenharia Civil, incluindo matriz curricular e ementas, entre outros itens significativos como na introdução, na política de ensino, no campo de atuação, entre outros. Depois disso, foram analisados os Trabalhos de Conclusão desses cursos - TCC, sempre com o intuito de identificar o quanto cada curso abordava com relação às questões do meio ambiente e da sustentabilidade.

A iniciativa para a pesquisa dos TCC foi focada em verificar se os egressos, concluintes no primeiro semestre de 2019 (2019.1), tinham produzido trabalhos com títulos relacionados à sustentabilidade ambiental ou que apresentassem no desenvolvimento dos trabalhos, de alguma forma, as palavras “meio ambiente” e “sustentabilidade”, com enfoque no âmbito da construção civil.

Cabe destacar que essa busca de informações dos TCC dos cursos envolveu idas às universidades, contato com coordenadores do curso, bem como consulta ao acervo bibliográfico no repositório dessas instituições. Também cabe salientar que, das 6 (seis) instituições identificadas para a pesquisa dos PCC, apenas 4 (quatro) tiveram concluintes no primeiro semestre de 2019 (2019.1), uma vez que, no Instituto Federal de Pernambuco - IFPE e no Instituto Federal do Sertão de Pernambuco - IF SERTÃO-PE, ainda não havia conclusão das primeiras turmas.

Como já informado anteriormente, as pesquisas para as análises dos Trabalhos de Conclusão de Curso - TCC foram realizadas nas instituições que tiveram concluintes de engenharia civil no primeiro semestre de 2019 (2019.1). O procedimento, em cada unidade de ensino, foi realizado após a liberação por parte das coordenações do curso de engenharia civil das instituições. Tendo em vista que, em algumas instituições, os respectivos documentos

ainda não haviam sido disponibilizados nos repositórios digitais nas bibliotecas, foram permitidas as consultas diretamente nas secretarias ou na própria biblioteca.

A partir da liberação do acesso aos arquivos dos TCC de cada instituição, procedeu-se à leitura de todo o conteúdo, com o objetivo de identificar e quantificar os termos “meio ambiente” e “sustentabilidade”, com foco na atividade de construção civil. Foram analisados 118 (cento e dezoito) TCC das 4 (quatro) instituições.

Após a liberação do acesso aos arquivos dos Trabalhos de Conclusão de Curso - TCC, em cada instituição objeto de pesquisa, iniciou-se a busca pelas palavras “sustentabilidade” e “meio ambiente”, atendendo às etapas da metodologia Análise de Conteúdo (BARDIN, 1977).

Nos Projetos Pedagógicos de Curso - PPC, o princípio da pesquisa foi baseado nas etapas da análise de conteúdo segundo Bardin, a partir da pré-análise, da escolha do material, do tratamento dos resultados e consequente interpretação e inferências. Na exploração do material foram definidas as categorias “meio ambiente” e “sustentabilidade”. Em cada um dos PPC e TCC, foi realizada uma leitura específica, visando à identificação dos textos onde são mencionadas as respectivas categorias, consideradas como unidades de contexto e contabilizadas às suas exaustivas repetições.

A partir da pré-análise, delimitamos o universo da pesquisa nos PPC das universidades públicas em questão, constituindo o corpus da pesquisa.

A terminologia empregada para a identificação e o posicionamento dos termos “meio ambiente” e “sustentabilidade” no corpo de cada PPC foi baseada nos principais trechos destacados a seguir identificados como: “no texto principal”, “no corpo da ementa”, “na bibliografia básica da ementa”, “nas disciplinas contempladas”, “na matriz curricular”, “no acervo bibliográfico”, “na bibliografia complementar da ementa”, “no acervo bibliográfico”.

No segundo artigo, além do TCC com inovação tecnológica, o foco maior foi a “formação humanística, social e inovadora em cursos de Engenharia Civil de Pernambuco”. Decidiu-se fazer um estudo do conteúdo dos programas Pedagógicos de Curso - PPC, identificando de que forma os respectivos termos estavam presentes nos documentos. Foram analisados seis PPC de cinco Instituições Federais de Ensino - IFES no estado de Pernambuco, referentes aos cursos de engenharia civil oferecidos. Vale informar que uma das instituições (UFPE) oferece os cursos de engenharia civil em dois campi (Recife e Caruaru).

Esses estudos foram realizados através da análise de conteúdo, que está detalhada em cada artigo. A pesquisa metodológica dos artigos é do tipo qualitativa descritiva, utilizando-se da análise de conteúdo de Laurence Bardin. No primeiro artigo a pesquisa foi direcionada

para a análise dos termos “meio ambiente” e “sustentabilidade”. Entretanto, no segundo artigo, foi para formação humanística, social e inovadora em cursos de Engenharia Civil.

Além dos estudos de pesquisa envolvendo os PPC e TCC das instituições já referenciadas anteriormente, nesse segundo artigo, foi incluído um estudo de caso relativo à construção de um supermercado, com área em torno de 15.000 m², que adotou elementos pré-fabricados em estruturas de aço (pilares, treliças, vigas, telhas, lajes alveolares, entre outros) e concreto armado. Nesse referido estudo, foram inseridas duas entrevistas, sendo a Entrevista 1 focada nos Aspectos Tecnológicos das Construções Industrializadas, enquanto a Entrevista 2, nos Aspectos Humanísticos da Formação em Engenharia. Participaram os dois engenheiros gestores da construção do respectivo supermercado e identificados por Engenheiro 1 e Engenheiro 2. O objetivo dessas entrevistas foi relacionar as atuais necessidades impostas pelas construções industrializadas com as competências dos egressos, em função do modelo de ensino adotado nas respectivas IFES.

Ainda no segundo artigo, como recurso complementar, utilizou-se na pesquisa dos PPC, os recursos do programa de Wordclouds (nuvem de palavras), que permitiram identificar a repetição de palavras, pode-se verificar que os dois PPC citados foram os que apareceram a palavra "social" com significativa frequência. Em síntese, a metodologia aplicada foi qualitativo-quantitativa através do método de análise de conteúdo, além de softwares complementares.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 **ARTIGO 1** A sustentabilidade ambiental como base para engenheiros civis em formação nas universidades públicas de Pernambuco.

PUBLICADO EM DEZEMBRO DE 2021

doi.org/10.14571/brajets.v14.n4.570-581

Brazilian Journal of Education, Technology and Society (BRAJETS)

<http://dx.doi.org/10.14571/brajets.v14.n4>

**A SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL COMO BASE PARA ENGENHEIROS CIVIS EM
FORMAÇÃO NAS UNIVERSIDADES PÚBLICAS DE PERNAMBUCO**

*ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY AS A BASIS FOR UNDERGRADUATES CIVIL
ENGINEERS AT PUBLIC UNIVERSITIES OF PERNAMBUCO*

Arlindo Raposo de Mello Sobrinho 

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS
Porto Alegre, RS, Brasil
arlindo.rms@gmail.com

Luciano Andreatta Carvalho da Costa 

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS
Porto Alegre, RS, Brasil
andreatta.luciano@gmail.com

Romildo Morant de Holanda 

Universidade Federal do Rural de Pernambuco, UFRPE
Recife, PE, Brasil
romildomorant@gmail.com

A sustentabilidade ambiental como base para engenheiros civis em formação nas universidades públicas de Pernambuco.

Environmental sustainability as a basis for undergraduates civil engineers at public universities of Pernambuco.

Arlindo Raposo de Mello Sobrinho

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS
Porto Alegre, RS, Brasil
arlindo.rms@gmail.com

Luciano Andreatta Carvalho da Costa

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS
Porto Alegre, RS, Brasil
andreatta.luciano@gmail.com

Romildo Morant de Holanda

Universidade Federal do Rural de Pernambuco, UFRPE
Recife, PE, Brasil
romildomorant@gmail.com

Resumo. A construção civil é uma das indústrias que mais impactam ambientalmente pela relação da extração da matéria prima, energia e geração de resíduos. A maioria das obras não utiliza critérios de sustentabilidade. O objetivo desta pesquisa é a realização do levantamento do conteúdo dos Trabalhos de Conclusão de Curso - TCCs e dos Programas Pedagógicos de Curso - PPC das Instituições de Ensino Superior - IES públicas de engenharia civil do estado de Pernambuco, totalizando seis campi, em cinco IES, identificando elementos relacionados à sustentabilidade ambiental, aplicados ao ensino da engenharia civil. Os resultados mostraram que apenas em cinco PPCs o termo sustentabilidade foi encontrado, dentre 22 citações. O meio ambiente foi identificado nos seis PPCs, totalizando 86 citações. Nos TCCs, elaborados por 4 IES, que tiveram concluintes em 2019.1, o termo sustentabilidade foi encontrado em 111 citações e meio ambiente, em 129, respectivamente. Conclui-se que existe necessidade da revisão dos PPCs, como também o incentivo aos TCCs na inclusão de temas que possam prover, aos futuros engenheiros, o correlacionamento das áreas meio ambiente e sustentabilidade de modo transversal nas matrizes curriculares.

Palavras-chave: Desenvolvimento sustentável, Meio ambiente, Sustentabilidade.

Abstract. Civil construction is one of the industries that most impact the environment due to the relationship between the extraction of raw materials, energy and waste generation. Most works do not use any sustainability criteria. The objective of this research is to carry out a survey of the content of the Course Conclusion Papers – CCPs and of the Pedagogical Course Programs - PCP of Higher Education Institutions – HEIs public civil engineering in the state of Pernambuco, totaling six campuses, in Five HEIs, identifying elements related to environmental sustainability, applied to the teaching of civil engineering. The results showed that only in Five PCPs the term sustainability was found, among 22 citations. The environment was identified in the six PCPs, totaling 86 citations. In the CCPs, prepared by 4 HEIs, which had graduates in 2019.1, the term sustainability was found in 111 citations and the environment, in 129, respectively. It is concluded that there is a need for revision of the

PCPs, as well as the incentive to the CCPs in the inclusion of themes that can provide, to future engineers, the correlation of the environment and sustainability areas in a transversal way in the curricular matrices.

Keywords: Sustainable development, Environment, Sustainability

INTRODUÇÃO

Para Pinheiro (2003) na última década, o conceito de edifícios “sustentáveis”, ou de edifícios “verdes” ou “ecológicos”, tornou-se, pelo menos em teoria, aceito e incontornável, mas na prática, ele é por vezes mítico ou até ignorado. Exemplo dessa vertente está na indústria da construção, onde em muitos casos a dimensão ambiental está omissa ou aparece mais como um problema do que como uma solução ou um fator chave de desenvolvimento.

Segundo Trigueiro (2017, p. 237), a construção civil é um setor da economia que mais impacta o meio ambiente. Seja pelo elevado consumo de matéria-prima e energia, seja pela geração de resíduos ou emissões de gases estufas, as edificações respondem por um grave passivo ambiental, conforme pode ser observado:

“Apesar de alguns setores do mercado e do mundo ainda ignorarem as vantagens das construções inteligentes e sustentáveis, elas ganham cada vez mais espaço nos empreendimentos imobiliários do Brasil e do exterior. De fato, multiplicam-se pelo mundo as políticas que estimulam a eficiência e inibem o desperdício nas edificações.

Da mesma forma, cresce a oferta de selos e certificações que orientam o mercado a perceber o que se ganha num imóvel com esse perfil. Morar ou trabalhar em uma construção inteligente significa reduzir os custos de manutenção (principalmente água e energia) desonerando a demanda coletiva por esses recursos. Incentivar a ventilação e iluminação naturais, coleta de água de chuva, promover a destinação correta de resíduos, usar o sol para aquecer água de banho e gerar eletricidade ou escolher materiais menos impactantes.

É grande a lista de intervenções que tornam a construção uma aliada dos novos tempos. Melhor ainda quando ela já está na planta e, desde o início do projeto, são implementadas práticas que visam a impactar menos o meio ambiente (como por exemplo, o descarte correto dos entulhos durante a obra). Mas nada impede que se façam ajustes desejados em uma construção antiga. O importante é agir!”

O conceito de desenvolvimento sustentável refere-se ao modo de desenvolvimento que tem como objetivo a sustentabilidade. Ele trata do processo de manutenção do equilíbrio entre a capacidade do ambiente e as demandas por igualdade, prosperidade e qualidade de vida da população humana (CIB, 2002).

De acordo com a Comissão Brundtland, de 1987, definiu-se o desenvolvimento sustentável como aquele que “satisfaz as necessidades do presente, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades” (CMMAD, 1988, Leite e Awad, 2012).

Na década de 1990 o autor John Elkington sugeriu um modelo que traduzisse a ideia de desenvolvimento sustentável para a linguagem empresarial, apresentando o que conhecemos como Tripé da Sustentabilidade (LEDERWASCH; MUKHEIBIR, 2013; ALHADDI, 2015). Segundo Elkington (1994), o TBL sugere a avaliação das organizações

não somente pelo seu valor econômico, levando em consideração também a contribuição ou não, nas esferas social e ambiental. Nesta proposta o autor apresenta os 3 Ps: Profit, People e Planet (lucro, pessoas e planeta), ou seja, além do “bottomline” tradicional das empresas (lucro) criaram-se duas novas contas que passam a ser consideradas no balanço contábil, as pessoas onde a empresa demonstra se é ou não socialmente responsável e a conta planeta que envolve a consciência ambiental e cuidados com o meio ambiente. Ver figura 1



Figura 1 - Dimensões da Sustentabilidade.

Fonte: Mota e Aguilar (2009)

Na mesma linha de pensamento, segundo Dasilva (2008), em uma reunião ocorrida na França no ano de 1990, lideranças universitárias já haviam criado uma iniciativa específica na educação, que ficou conhecida como Declaração de Talloires onde foi definido o desenvolvimento sustentável, e ficou estabelecido que este fosse promovido na educação de nível superior. Essa declaração é um plano de ação voluntário para se construir uma universidade sustentável, onde todas as disciplinas relevantes deveriam promover a sustentabilidade.

Assim, cabe à educação superior proporcionar às pessoas conhecimentos, habilidades e atitudes, ou seja, competências que permitam a elas enfrentarem os desafios técnicos e socioambientais por meio de soluções que minimizem os impactos ambientais e as desigualdades sociais. É por meio da educação superior que novos profissionais passam a atuar, logo, influenciam a maneira como as gerações atuais e as futuras lidam com as questões sociais, ambientais e econômicas, ou seja, com o desenvolvimento sustentável (LOUREIRO; PEREIRA; PACHECO JUNIOR, 2016).

Segundo Rabani (2017) a aplicação do desenvolvimento sustentável é de responsabilidade conjunta e abrange a todos os setores da sociedade. Deve-se considerar a grande contribuição do setor da construção civil para este desenvolvimento, que em especial, se destaca por sua grande demanda de matéria prima, mão de obra e expressiva influência econômica.

No entanto, de acordo com Agopyan e Jonh (2011), os conceitos de sustentabilidade na Construção Civil chegaram para o nosso país com algum atraso. Ainda segundo os autores, foi somente em 2000 que o Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da USP organizou um evento, denominado CIB Symposium on Construction and Environment - theory into practice (Simpósio CBI sobre Construção e Meio Ambiente - da teoria para a prática).

“Esse encontro pode ser considerado o marco inicial da preocupação sobre construção sustentável, no qual, pela primeira vez, o tema foi abordado de maneira ampla e o estado da arte apresentado pelos melhores especialistas da época. Serviu como alerta para diversos setores da indústria que até então consideravam a sustentabilidade com um modismo de militantes ambientais de países ricos. Permitiu a acadêmicos integrarem conceitualmente temas tradicionais de pesquisa como: eficiência energética e conforto, uso racional da água, urbanização de favelas, perda de materiais e reciclagem de resíduos, desempenho em uso, dentro de uma visão única e integrada. O encontro confirmou a necessidade de uma estratégia abrangente, com a participação de toda a cadeia produtiva, dos clientes e do governo. Nesse evento, foi apresentada uma proposta para a sustentabilidade da construção civil no Brasil. Essa proposta, que inclusive serviu como contribuição para a Agenda 21 da construção sustentável para países em desenvolvimento, não difere muito das demais proposições.”

No ano de 2015, a Agenda da ONU para o desenvolvimento sustentável, líderes mundiais decidiram um plano de ação para erradicar a pobreza, proteger o planeta e garantir que as pessoas alcancem a paz e a prosperidade: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável que é composta por um conjunto de 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Os ODS afirmam que para pôr o mundo em um caminho sustentável é urgentemente necessário tomar medidas ousadas e transformadoras.

Várias metas podem ser relacionadas à construção civil e podem ser encontradas nos diferentes objetivos do desenvolvimento sustentável: ODS 6 - assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos; ODS 9 - construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação; ODS 11 - tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis; e ODS 12 – assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis (LOPES; OLIVEIRA; ABREU, 2017; SOBOTKA; SAGAN, 2016).

De acordo com PINTO (2015) no final do século XIX, com o desenvolvimento da engenharia no estado de Pernambuco, surgiu a necessidade da instalação de um centro de formação de engenheiros com a constituição em 1896 da Escola de Engenharia de Pernambuco, capacitando assim a população local, pois os profissionais envolvidos, em sua maioria, eram estrangeiros. A Escola de Engenharia de Pernambuco fez parte da criação da Universidade do Recife, em 1946. No ano de 1965, a Universidade do Recife ganhou a denominação de Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), sendo a primeira das regiões Norte e Nordeste.

Segundo Davison et al. (2007), poucas escolas de engenharia fizeram grandes atualizações para os seus cursos e currículos ao longo das últimas décadas. Só recentemente é que as faculdades começaram a incluir tópicos de engenharia sustentável em seu material, como a avaliação do ciclo de vida, conceitos de energia renovável, e métodos de minimização de resíduos. A quantidade de tempo necessária para atualizações nos currículos é bastante grande. Estas alterações são normalmente dificultadas em função de os currículos dos cursos já estarem lotados, e pela falta de um senso de prioridade sobre tais alterações (BOYLE, 1999).

No entanto, a necessidade de mudança é urgente. A formação dos engenheiros neste sentido é de extrema importância, pois se não houver domínio durante a graduação,

difícilmente o conhecimento e novas práticas virão da influência de engenheiros mais experientes (DAVISON et al., 2007).

Segundo Sattler (2000), a inserção da sustentabilidade nas práticas construtivas depende da mudança de processos no setor, e são de grande relevância o conhecimento e envolvimento dos profissionais que nele atuam.

Librelotto e Ferroli (2008) reforçam, para que alternativas sustentáveis sejam cada vez mais frequentes na construção é de extrema importância que os futuros profissionais do setor tenham consciência e conhecimento sobre o assunto.

Portanto, o aprimoramento dos cursos de engenharia civil quanto à educação e conscientização dos alunos é premissa para a formação de profissionais informados e conscientes, capazes de contribuir para a inserção da sustentabilidade no setor da construção (CIB, 2000)

Conforme dados coletados no sistema e-MEC/2019, atualmente, tanto na rede privada como na pública, no estado de Pernambuco existem 45 (quarenta e cinco) cursos de ensino superior que oferecem o curso de engenharia civil, sendo 08 (oito) em instituições privadas oferecendo o curso na modalidade à distância. Desses 45 cursos, foi observado que existem cinco Instituições Federais de Ensino Superior (IFES) oferecendo 06 seis cursos em 6 campi diferentes.

A formação dos engenheiros, sem a inclusão de matérias específicas nas matrizes curriculares que alertem para a importância da preservação de meio ambiente, visando à sustentabilidade nos cursos de engenharia civil, influenciam na sua atuação profissional, na gestão da implantação de obras de alto consumo de recursos naturais e custo de manutenção?

LEGISLAÇÕES APLICADAS AOS PPCs.

Atender a legislação é uma obrigação de todas as instituições de ensino superior, pois se trata de um requisito compulsório e auditado durante a fase de reconhecimento dos cursos. Como podemos observar mais adiante, a legislação em alguns pontos é generalista abrindo margem para que as instituições atendam também de forma generalista.

O papel da universidade é cada vez mais questionado e da mesma maneira é debatido o que o aluno deve aprender e como essa aprendizagem deve acontecer para que se torne mais atraente e realmente sensibilize tais aprendizes. A formação e atuação do engenheiro têm se pautado, predominantemente, segundo interesses e exigências do mercado, onde a universidade muitas vezes orienta o aluno a adquirir dados concretos puros, isentos de reflexão, fazendo com que estes futuros profissionais se tornem presos a idéias fixas, das quais não existem perspectivas sociais (ADEODATO *et al.*, 2004).

O atendimento dos PPCs às legislações destacadas, no que diz respeito às questões ambientais, é fundamental, pois, a legislação visa contextualizar o ensino da engenharia em tempos e tempos, isso obriga as universidades a atender, cada vez mais, às demandas da sociedade, no entanto estas estão cada vez mais sendo atualizadas e globalizadas. Observa-se que em todas as legislações pesquisadas para a formação dos PPCs, existe somente referências generalistas para os temas Meio Ambiente e Sustentabilidade.

Na tabela 1 estão relacionadas às legislações com as fundamentações legais aplicáveis aos PPCs.

Tabela 1 - legislações aplicadas aos PPCs

LEGISLAÇÃO	FUNDAMENTAÇÃO AMBIENTAL INDICADA (RESUMO)
<p>Resolução CNE/CES 11, de 11 de março de 2002. (Institui Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia.)</p>	<p>O Art. 3º é relativo à absorção e desenvolvimento de novas tecnologias, e a criatividade na identificação e resolução de problemas, considerando seus aspectos políticos, econômicos, sociais e ambientais;</p> <p>O Art. 4º item XI é relativo aos conhecimentos requeridos pelo engenheiro na competência e habilidade em avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental;</p> <p>O Art. 5º é relativo à obrigatoriedade de cada curso de Engenharia deve possuir um projeto pedagógico;</p> <p>O Art. 6º infere que todo o curso de Engenharia, deve possuir um núcleo de conteúdos profissionalizantes e um núcleo de conteúdos específicos que caracterizem a modalidade, com cerca de 30% da carga horária mínima, versará sobre os tópicos Ciências do Ambiente.</p>
<p>Resolução nº 2, de 15 de junho de 2012.</p>	<p>Estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental, considerando que:</p> <p>A Constituição Federal (CF), de 1988, no inciso VI do § 1º do artigo 225 determina que o Poder Público deve promover a Educação Ambiental em todos os níveis de ensino, pois deve ser ministrada a todos os níveis de ensino, objetivando capacitá-la para a participação ativa na defesa do meio ambiente.</p>

METODOLOGIA

A pesquisa é do tipo qualitativa descritiva, utilizando a metodologia de análise de conteúdo de Laurence Bardin, onde foram consultados os 6 (seis) Programas Pedagógicos de Curso - PPCs das cinco Instituições Federais de Ensino Superior-IFES, que vale observar que uma das IFES oferece o curso em dois campi, porém possuem PPCs diferentes.

Tendo em vista que 2 (duas) das quais ainda não têm as primeiras turmas concluídas, os TCCs são referentes a apenas a 4 (quatro) IES, que apresentaram conclusão de alunos de graduação em engenharia civil no primeiro semestre de 2019.

Análise de Conteúdo que Bardin (1977, p. 42), a “definição de análise de conteúdo dada por Berelson, há cerca de vinte anos, continua sendo o ponto de partida para as explicações que todos os principiantes reclamam, a qual ele classificou do seguinte modo: uma técnica de investigação que através de uma descrição objetiva, sistemática e quantitativa do conteúdo manifesto das comunicações tem por finalidade a interpretação destas mesmas comunicações”. O que permitirá fazer uma inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens.

Na referida metodologia a principal preocupação é não fazer, conforme aponta Bardin (1977), uma “compreensão espontânea” de dados. A preocupação é ter uma atitude de “vigilância crítica” diante dos dados e, por essa razão, busca-se, por meio das inferências, atribuir-lhes significados (MENDES; MISKULIN; 2017). Ver figura 2.

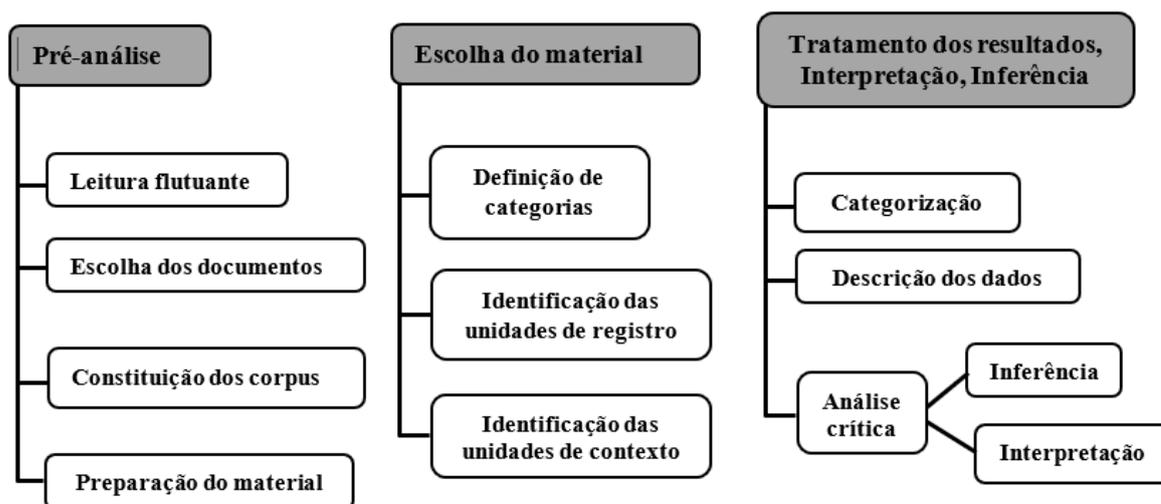


Figura 2 - Etapas da análise de conteúdo segundo Bardin (1977)

Fonte: Adaptado de Mendes (2017)

Foi feita uma leitura flutuante dos PPCs e TCCs para termos uma percepção geral do conteúdo. A partir da análise de cada documento foram instituídas as etapas da categorização, descrição e interpretação, levando-se em consideração a relação com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentáveis - ODS.

A partir da pré-análise, delimitamos o universo da pesquisa nos PPCs e TCCs das Universidades públicas, constituindo o corpus da pesquisa. Na exploração do material foram definidas as categorias **Meio Ambiente e Sustentabilidade**. Em cada um dos PPCs e TCCs foi realizada uma leitura abrangente, visando à identificação dos textos onde estão mencionadas as respectivas categorias, consideradas como unidades de contexto e relacionadas às suas repetições. A terminologia empregada para identificação do posicionamento das categorias no corpo de cada documento foi baseada nos trechos destacados a seguir e representadas na figuras 3, apresentando as respectivas categorias e as quantidades citadas, conforme termos descrito a seguir:

- **-No texto principal:** categoria identificada na redação inicial;
- **-No corpo da ementa:** categoria identificada no conteúdo programático ou na ementa propriamente dita;
- **-Na bibliografia básica da ementa:** categoria identificada no final da ementa e identificada como bibliografia básica;
- **-Nas disciplinas contempladas:** categoria identificada na relação das disciplinas obrigatórias do curso;
- **-Na matriz curricular:** categoria identificada na tabela de descrição das matérias de cada período;
- **-Na bibliografia complementar da ementa:** categoria identificada no final da ementa e identificada como bibliografia complementar;
- **-No acervo bibliográfico:** categoria identificada no acervo bibliográfico disponibilizado além da bibliografia.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Segue análise das avaliações dos resultados encontrados em cada estudo, referentes aos quantitativos dos termos (categorias) Meio Ambiente e Sustentabilidade, apresentados na figura 3 (os PPCs) e nas figuras de 4 a 7 (os TCCs) acrescido de informações complementares.

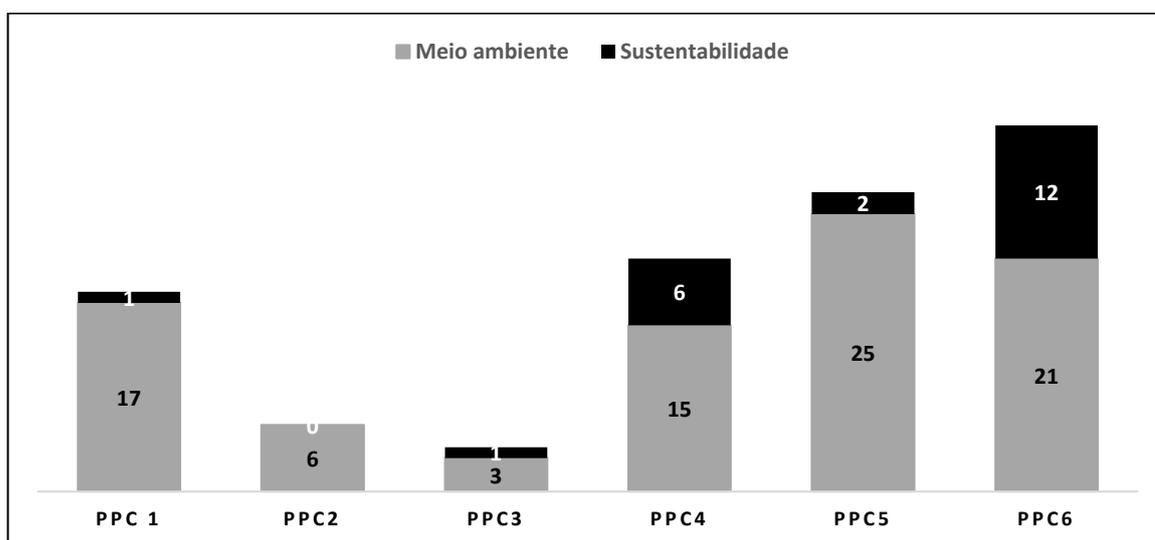


Figura 3 - Análise dos PPCs
Elaborado pelo autor

No **PPC1**, referente à categoria meio ambiente, foram apresentadas 17(dezessete) citações, sendo 06 (seis) no texto principal, no que compreende a estrutura formada pela introdução, justificativa, marco teórico, objetivos específicos, campo de atuação profissional e estrutura física. 08 (oito) no corpo da ementa ou conteúdo programático e 03(três) na bibliografia básica da ementa onde são citadas as fontes de referência para a constituição das ementas. Com referência à categoria sustentabilidade foi encontrada 01(uma) no texto principal. Figura 3.

No **PPC2**, conforme pode ser observado na Figura 3, com referência à categoria **meio ambiente**, foram encontradas 06 (seis) citações, sendo 02 (duas) no texto principal, compreendo os itens referentes à justificativa, objetivos, competências e habilidades, 02 (duas) discriminadas nas tabelas (Carga horária - Núcleo de Conteúdos Básicos) referentes às disciplinas contempladas de Ciências do Meio Ambiente e Humanidade e ciências Sociais e Cidadania e 02 (duas) discriminadas nas tabelas (Matriz curricular do Curso de Engenharia Civil) onde estão citados os códigos, nome das disciplinas carga horária e créditos. Com referência à categoria sustentabilidade não houve identificação do termo.

No **PPC3**, foram encontradas 04 (quatro) citações. Referente à categoria meio ambiente foram encontradas 03 (três), sendo todas no texto principal. Não houve identificação do termo nas bibliografias básica e complementar da ementa. Com referência à categoria sustentabilidade encontrou-se apenas 01 (uma), no texto principal. Ver na coluna quantidade de categorias identificadas na Figura 3.

No **PPC4**, foram encontradas 21 (vinte e uma) citações. Referente à categoria meio ambiente, encontrou-se 15 (quinze), sendo 09 (nove) no texto principal, no que compreende a estrutura formada pela introdução, nos princípios filosóficos e técnico-metodológicos, no objetivo, no perfil do egresso, nas habilidades e competências, na organização do currículo, no núcleo de conteúdos profissionalizantes, 05 (cinco) nas bibliografias básicas da ementa e

01 (uma) no corpo da ementa. Com referência à categoria sustentabilidade foram encontradas 06 (seis) sendo 03 (três) no texto principal no que compreende a estrutura formada pelo histórico, nos princípios filosóficos e técnico-metodológicos, na concepção do curso de engenharia civil, 02 (duas) na bibliografia básica e 01 (uma) na bibliografia complementar da ementa. Ver Figura 3.

No **PPC5**, foram encontradas 27 (vinte e sete) citações. Referente à categoria meio ambiente encontrou-se 25 (vinte e cinco), sendo 06 (seis) nas referências complementares da ementa, 06 (seis) no acervo bibliográfico, compreendendo os já disponíveis e os em aquisição, 05 (cinco) no corpo da ementa, 05 (cinco) nas referências básicas da ementa e 03 (três) no texto principal, compreendendo os itens referentes à criação da instituição, à graduação e pós-graduação, à estrutura curricular. Com referência à categoria sustentabilidade encontraram-se apenas 02 (duas) citações, sendo 01 (uma) nas referências básicas e outra nas referências complementares da ementa. Ver Figura 3.

No **PPC6**, foram encontradas 33 (trinta e três) citações. Referente à categoria meio ambiente, foram encontradas 21 (vinte e uma), sendo 02 (duas) no texto principal, no que compreende o histórico da instituição e perfil do curso, 08 (oito) no corpo da ementa, 08 (oito) nas bibliografias básicas da ementa e 03 (três) nas referências complementares da ementa. Com referência à categoria sustentabilidade foram 12 (doze), sendo 02 (duas) no texto principal, no que compreende o perfil do curso e na bibliografia básica da ementa, 04 (quatro) no corpo da ementa, 02 (duas) na bibliografia básica da ementa e 04 (quatro) na bibliografia complementar da ementa. Ver Figura 3.

Segundo Springett (2005) um dos requisitos fundamentais da educação para a sustentabilidade, em qualquer área curricular, será problematizar os conceitos de “sustentabilidade” e “desenvolvimento sustentável” e examinar as formas como são debatidas e ensinadas. Essa é uma maneira diferente de ensinar aos alunos para 'questões' e 'soluções', fornecendo uma abordagem crítica para problemática ecológica e social. O debate sobre sustentabilidade/desenvolvimento sustentável fornece um empoderamento para os futuros engenheiros possam desempenhar uma atitude crítica com relação ao modo de construir hoje e poder opinar de modo construtivo para os temas voltados para meio ambiente e sustentabilidade.

Conforme Demajorovic & Silva (2012) nos últimos anos, observa-se, tanto no cenário internacional quanto no nacional, um significativo aumento do número de cursos relacionados ao tema de sustentabilidade. O crescimento desses cursos, embora seja um sinal positivo da sintonia da academia com os desafios planetários no caminho da sustentabilidade, suscita diversos questionamentos. As novas propostas pedagógicas com estruturas interdisciplinares colaboram com a formação de profissionais orientados para a sustentabilidade. No caso brasileiro, os números disponíveis no Ministério da Educação e Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (MEC/INEP) (2010) atestam a velocidade e a variedade de cursos que surgiram no país em apenas dez anos.

Diante dos PPCs analisados e dispostos na Figura 3, cabem ainda as seguintes análises:

- a) O PPC1, com 17 citações, apresenta as menores quantidades do termo sustentabilidade;
- b) O PPC2, com 06 citações, é o quinto colocado, sendo o que não apresentou termo sustentabilidade;
- c) O PPC3, com menor conteúdo, ou seja, 04 citações, sobre os temas escolhidos (meio ambiente e sustentabilidade) é de uma instituição que tem o documento mais antigo entre todos os pesquisados e desse modo entendemos sendo o mais conservador e também o quadro de professores mais antigos entre os cursos;
- d) O PPC4 que apresenta a terceira maior frequência, 21 citações das palavras chaves pesquisadas é referente à instituição que teve alunos formados sobre esse novo enfoque.

Esta instituição teve seu início em junho de 2014 e em junho de 2019 teve sua primeira turma de graduação concluída com 08 bacharéis;

- e) O PPC5, que apresenta a segunda maior frequência as palavras chaves pesquisadas, com 27 citações, tiveram seu início em 2015;
- f) O PPC6 temo maior conteúdo referente aos termos sustentabilidade e meio ambiente, ou seja, 33 citações, sendo a instituição com o curso mais recente, iniciado no primeiro semestre de 2019.

Complementando a pesquisa realizaram-se as análises dos quantitativos de citações dos termos sustentabilidade e meio ambiente, identificados em cada TCC, referentes apenas a 4(quarto) IES, que apresentaram conclusão de alunos de graduação em engenharia civil no primeiro semestre de 2019, representado por 2019.1, uma vez que as demais, que são as dos PPC 5 e PPC 6, ainda não tiveram concluintes, por não finalizarem todos os períodos de conclusão de curso cujos resultados se encontram nas figuras de 4 a 7, a seguir.

A figura 4 é referente a uma instituição cuja publicação do PPC 1 é 2007. Dos 26 TCC analisados apenas 09 (nove) apresentaram os termos pesquisados (meio ambiente e sustentabilidade), representado 35%. Num total de 25 citações, os termos meio ambiente e sustentabilidade representam 23 e 02 citações, respectivamente.

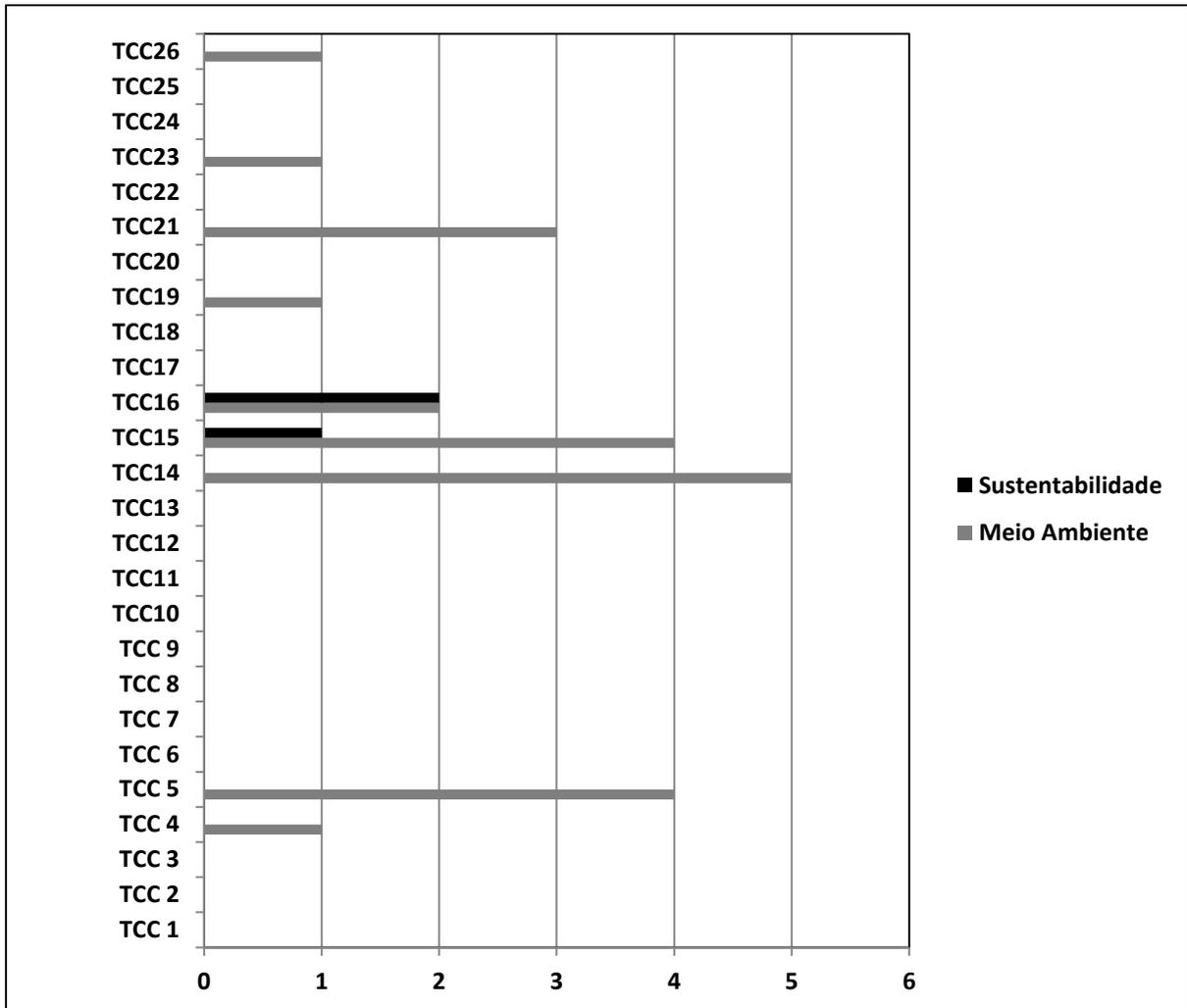


Figura 4 - Análise dos TCCs 2019 do PPC 1
Elaborado pelo autor

A figura 5 é referente a uma instituição cuja publicação do PPC2 é 2011. Dos 47 TCCs analisados apenas 17 apresentaram os termos pesquisados (meio ambiente e sustentabilidade), representado 36%. Num total de 118 citações, os termos meio ambiente e sustentabilidade representam 70 e 48 citações, respectivamente.

Observa-se que o TCC 17 apresentou um número significativo de termos sustentabilidade e meio ambiente, O fato pode ser justificado pelo tema do Trabalho de Conclusão de Curso - TCC que estudou as abordagem relativa ao “uso da madeira sustentável na construção” que também incluem a redução de desperdícios e minimização do impacto ambiental.

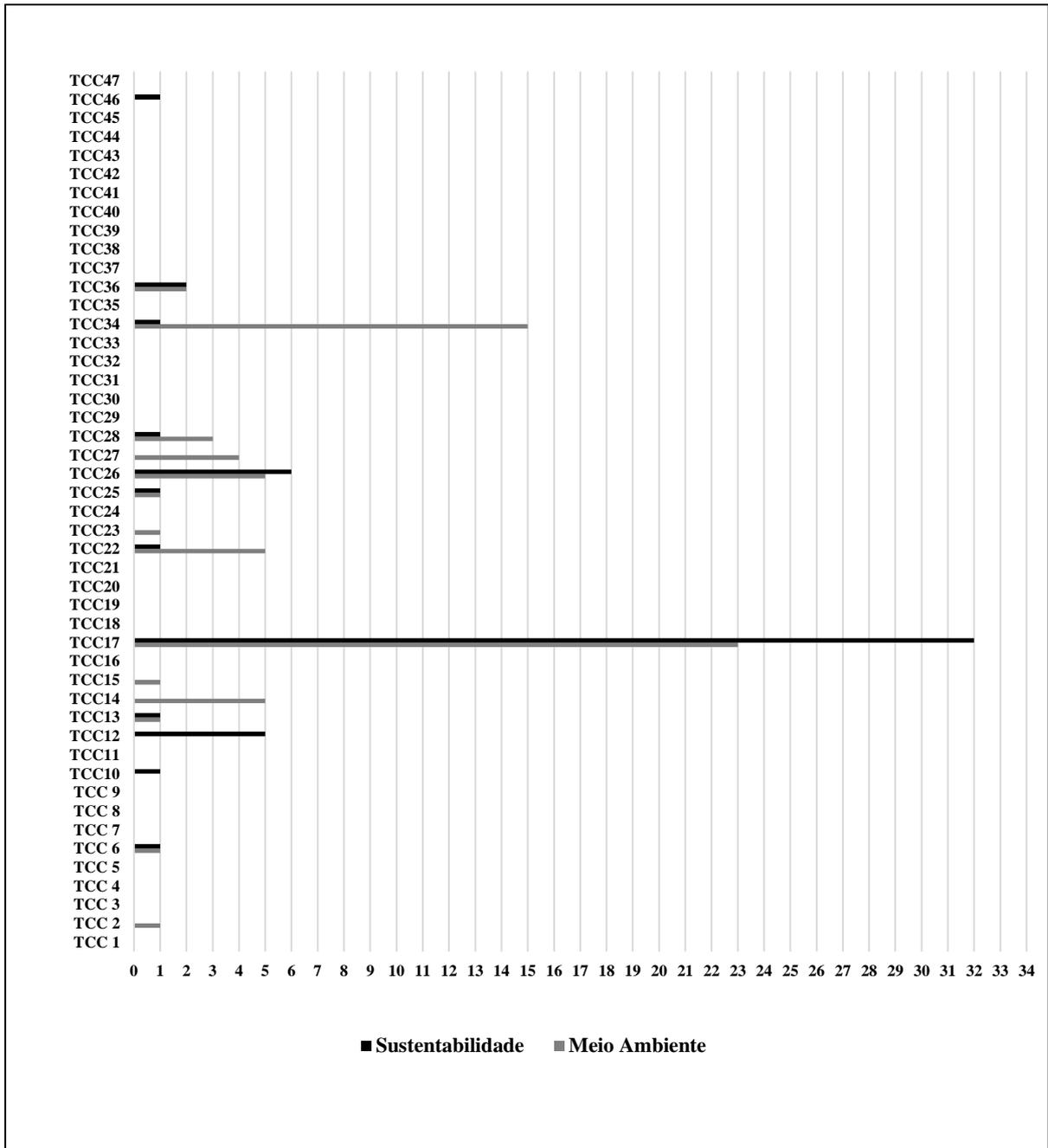


Figura 5 - Análise dos TCCs 20019 do PPC 2
Elaborado pelo autor

A figura 6 é referente a uma instituição cuja publicação do PPC é 2012. Dos 37 TCCs analisados apenas 16 apresentaram os termos pesquisados (meio ambiente e sustentabilidade), representado 43% do total. Num total de 84 citações, os termos meio ambiente e sustentabilidade representam 25 e 59 citações, respectivamente.

Observa-se que o TCC 24 apresentou um número significativo de 45 (quarenta e cinco termos), compreendendo 43 sustentabilidade e 2 meio ambiente, O fato pode ser justificado pelo tema do Trabalho de Conclusão de Curso - TCC que estudou as abordagens relativas às “construções enxutas” que também incluem a redução de desperdícios e minimização do impacto ambiental.

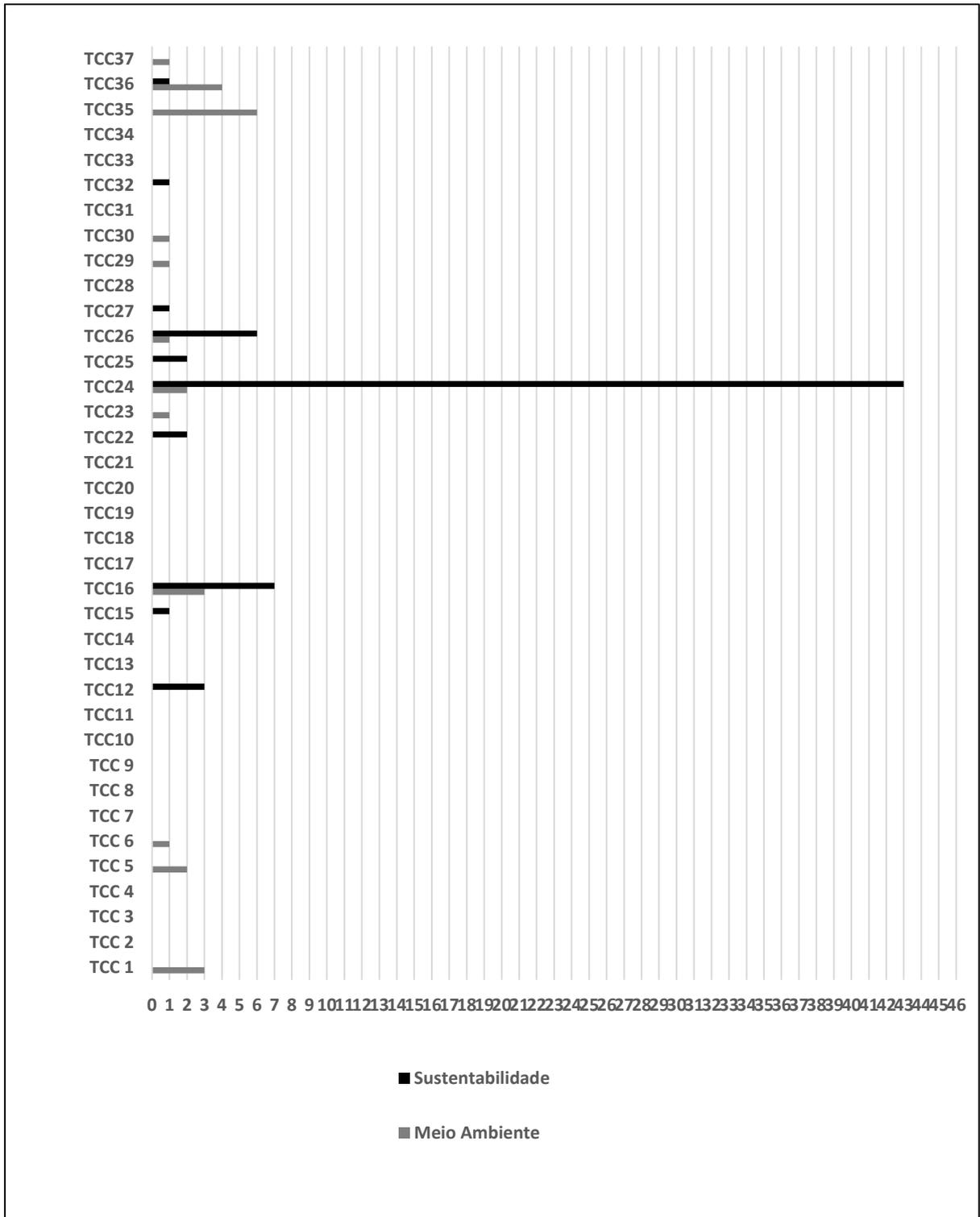


Figura 6 - Análise dos TCCs 2019 do PPC 3
Elaborado pelo autor

A figura 7 é referente a uma instituição cujo a publicação do PPC é 2016. Dos 08 TCCs analisados 05 apresentaram os termos pesquisados (meio ambiente e sustentabilidade), representado 62% do total. Num total de 13 citações, os termos meio ambiente e sustentabilidade representam 11 e 2 citações, respectivamente.

Observa-se que o TCC 7 apresentou um número significativo em relação ao demais, compreendendo sustentabilidade e meio ambiente. O fato pode ser justificado pelo tema do Trabalho de Conclusão de Curso - TCC que estudou “fatores antrópicos na qualidade de águas subterrâneas numa comunidades” que está ligada a impactos ambientais.

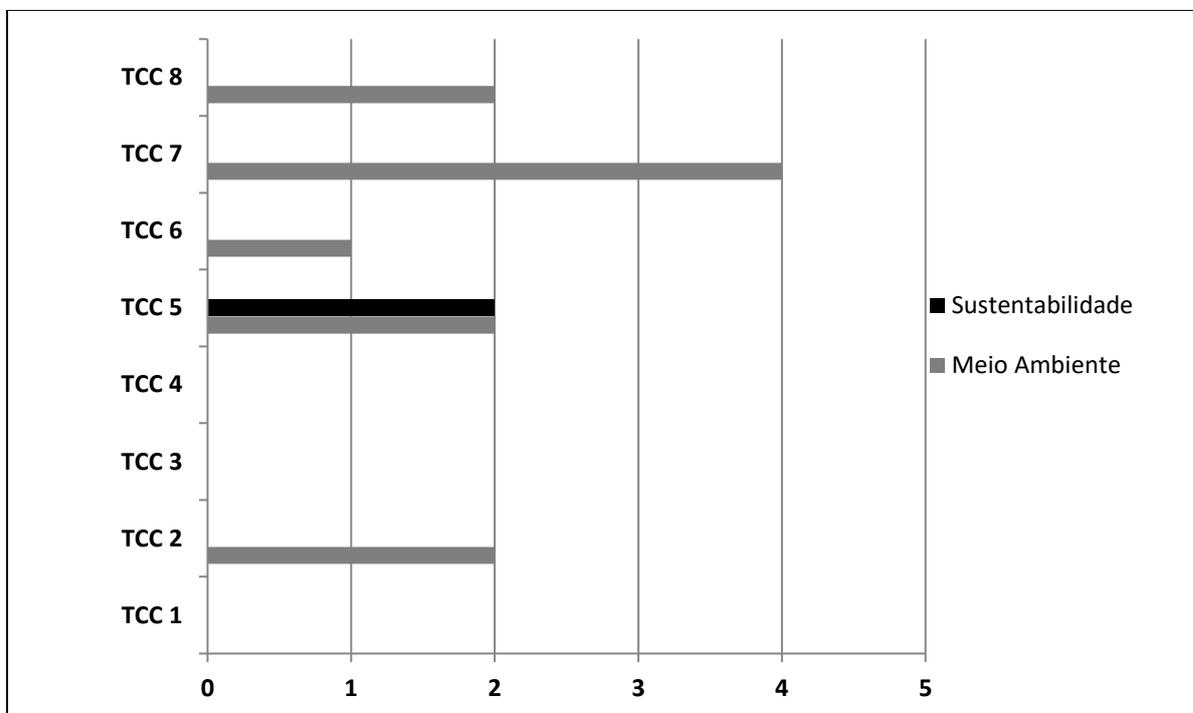


Figura 7 - Análise dos TCCs 2019 do PPC 4
Elaborado pelo autor

CONCLUSÃO

O setor da construção civil tem considerável relevância no tocante ao uso de recursos que contribuem para a degradação ambiental, em função da elevada quantidade do consumo de recursos naturais e energia. Segundo FERRAZ (1983), em meio aos ensinamentos técnicos, o engenheiro sai da universidade despreparado para lidar com as diferentes situações da realidade e com os fenômenos que nela se desenvolvem. Na pauta mundial, as questões relativas a impactos nunca estiveram tão evidentes. Entende-se que a utilização de materiais e métodos construtivos mais sustentáveis possam contribuir para a redução desses impactos.

Nas citações dos conteúdos meio ambiente e sustentabilidade nos seus Projetos Pedagógicos de Curso (PPCs), os termos foram abordados de forma genérica, necessitando-se de uma maior capacitação e/ou envolvimento do corpo docente para uma maior exploração dos temas.

Os Projetos Pedagógicos de Cursos - PPCs analisados foram elaborados no período de 2007 a 2018, observamos que os conteúdos não atendem à expectativa de formar profissionais com o viés da sustentabilidade inseridas, tanto nos projetos, quanto na própria forma de construir, pois, não ficou evidente, em nenhum dos documentos analisados, a transversalidade ou a multidisciplinaridade relativa às categorias meio ambiente e sustentabilidade.

É importante destacar que neste estudo, os PPCs das Unidades Acadêmicas mais recentes, ou seja, aqueles cursos em que o corpo de professores e instalações físicas são atuais apresentaram com mais frequência as categorias de meio ambiente e sustentabilidade, além de técnicas de ensino mais integrativas, como, por exemplo, o PBL (PBL é uma sigla que vem

do inglês, *Problem Based Learning*) que representa a **Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)**.

Na análise sobre os TCCs de turmas formadas em primeiro semestre de 2019, do curso engenharia civil de 4 IES, de forma global, ficou evidenciado que do total de dos 118 (cento e dezoito) TCCs, 47 (quarenta e sete) apresentaram as citações meio ambiente e/ou sustentabilidade, representado um percentual de 40% (quarenta por cento). Analisando de forma isolada, observamos que os TCCs das instituições mais recentes (2012 e 2016) apresentaram um percentual mais elevado da incidência das citações pesquisadas (43% e 62%), demonstrando uma melhora na percepção dos termos pesquisados. Entretanto, ainda se faz necessário maior dedicação dos professores sobre os termos, para incutir nos futuros profissionais, a importância sobre os temas sustentabilidade e meio ambiente nas áreas da engenharia.

Apesar das práticas antigas de ensinamentos ativos ainda serem bastante utilizadas na atualidade com o professor apresentando slides e discursando para os alunos sobre um tópico da ementa da disciplina registrada no plano de aula, essa postura, muito comum, atende plenamente o rol de legislações acadêmicas que são cobradas das instituições durante avaliação do curso, porém, deixa a desejar relativo aos temas ambientais e práticas de desempenho das obras que o engenheiro será cobrado quando entrar no mercado de trabalho.

O engenheiro civil é constantemente cobrado, pela sociedade, por atitudes que visem à redução do uso de recursos naturais, custos de obras e manutenção reduzidos, bem como uma maior vida útil das obras, o que está, diretamente, ligado às matrizes curriculares, em blocos, que não incentivam à interdisciplinaridade e à transdisciplinaridade, fazendo com que o profissional, que se forma com esse PPC “engessado”, tornar-se um engenheiro desconectado com os anseios ambientais da sociedade, vendo-se obrigado a fazer cursos de especializações que fornecem definições básicas que deveriam ser incluídas na graduação.

As legislações para a construção dos PPCs devem ser mais objetivas ao exigir a discussão dos temas, pois as atuais deixam lacunas na compulsoriedade do tema que será exigido durante a atuação profissional, como por exemplo nas licitações públicas e na constituição federal, dentre outras.

4.2 **ARTIGO 2** - Análise da formação humanística, social e inovadora em cursos de engenharia civil de Pernambuco

PUBLICADO EM JULHO DE 2021

DOI: 10.31514/rliberato.2021v22n37.p105

DOI: 10.31514/rliberato.2021v22n37.p105

**Análise da formação humanística, social e inovadora em cursos
de Engenharia Civil de Pernambuco**

*Analysis of humanistic, social and innovative training in Civil
Engineering courses in Pernambuco*

*Arlindo Raposo de Mello¹
Luciano Andreatta-da-Costa²*

Revista Liberato, Novo Hamburgo, v. 22, n. 37, p. 01-120, jan./jun. 2021.

Análise da formação humanística, social e inovadora em cursos de Engenharia Civil de Pernambuco
Analysis of humanistic, social and innovative training in Civil Engineering courses in Pernambuco

Arlindo Raposo de Mello¹

Luciano Andreatta-da-Costa²

Resumo

Este artigo tem como objetivo avaliar se os cursos de graduação em Engenharia Civil de universidades públicas no estado de Pernambuco atendem às expectativas das demandas profissionais, tendo como foco: a sustentabilidade ambiental, as questões humanísticas e as inovações tecnológicas. Utilizou-se a metodologia de análise de conteúdo, a partir da pré-análise, da exploração do material e do tratamento dos resultados, conforme preconiza Laurence Bardin. Além disso, os projetos pedagógicos de cinco graduações e duas entrevistas com engenheiros, que têm atuado no mercado de trabalho, foram considerados. Os resultados demonstram que as questões ambientais e de inovação tecnológica estão presentes nesses projetos pedagógicos, porém a formação dos professores é pouco contemplada nesses documentos. Além disso, as entrevistas realizadas com profissionais evidenciam que há pouca articulação entre as formações em engenharia e as necessidades por demandas profissionais.

Palavras-chave: Educação em engenharia civil. Inovação na construção civil. Projetos pedagógicos.

Abstract

This paper aims to assess whether undergraduate courses in Civil Engineering at public universities in the state of Pernambuco meet the expectations of the professional demands, focusing on: the environmental sustainability, the humanistic issues and the technological innovations. The Content Analysis methodology was used, from the pre-

¹Doutorando pelo Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS, Brasil e mestre em Engenharia Civil pela Escola Politécnica de Pernambuco (POLI-UPE), Recife, PE, Brasil. <https://orcid.org/0000-0002-8856-3478>. E-mail: arlindo.rms@gmail.com

²Doutor em Engenharia pela UFRGS. Professor da Fundação Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha (FETLSVC), Novo Hamburgo, RS, da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS), Porto Alegre e colaborador no PPGSTEM e PPGED da UFRGS. <https://orcid.org/0000-0002-6455-5238>. E-mail: luciano@uergs.edu.br

analysis, material exploration and treatment of results, as recommended by Laurence Bardin. Besides that, the pedagogical projects of five undergraduate courses and two interviews with engineers, who have worked in the labor market, were considered. The results demonstrate that environmental issues and technological innovation are present in these pedagogical projects, but teacher training is little covered in these documents. In addition, the interviews carried out with professionals show that there is little articulation between engineering training and the needs for professional demands.

Keywords: *Civil Engineering education. Innovation in civil construction. Academic plans.*

1 Introdução

A construção civil tem grande importância no desenvolvimento de uma região, pois participa e contribui diretamente nas melhorias das suas características físicas, através da implantação de obras de infraestrutura como: pontes, viadutos, estradas, empreendimentos para geração de energia, como também, para a implantação de edifícios públicos e privados, promovendo moradias, trabalho, lazer, educação, entre outros que são suportes para promover a qualidade de vida de uma sociedade.

Entretanto, a construção civil produz impactos relevantes ao meio ambiente, devido à extração de recursos naturais, através da obtenção das matérias-primas e, conseqüentemente, associados ao uso e à operação, após a conclusão da obra, como também na sua desconstrução ou desmonte. No Brasil, a construção civil representa de 51% a 70% dos resíduos sólidos urbanos coletados (MARQUES NETO, apud CARDOSO; GALATTO; GUADAGNIN, 2014).

Para minimização dos efeitos às gerações futuras, tais impactos devem ser analisados, a partir da concepção da obra, sendo uma das alternativas para a mitigação dos danos ambientais a escolha de projetos que concebem a utilização de processos industrializados de construção.

Nesse sentido, uma das alternativas para a redução de resíduos na construção civil é a utilização, por exemplo, de estruturas pré-moldadas em concreto armado. Zeule e Serra (2015) apresentam importantes argumentos no sentido de promover a sustentabilidade ambiental, a partir do uso de pré-moldados, incluindo: a maior possibilidade de utilização de materiais reciclados; a redução na geração de resíduos em função de uma maior precisão das dimensões dos elementos; melhoria no desempenho energético da edificação, reduzindo a emissão de carbono.

Portanto, torna-se um desafio para o ensino nos cursos de Engenharia Civil das universidades, atuar na redução dos respectivos impactos, implantando nos seus PPC estratégias que

proporcionem a formação de competências aos futuros engenheiros, no sentido de promover soluções inovadoras como, por exemplo, as construções industrializadas, gerando menos impactos ambientais, além de melhor controle da sua gestão.

Nesse âmbito, a revisão dos PPC e o incentivo à elaboração de Trabalhos de Conclusão de Cursos (TCC), com a temática de implantação de ações sustentáveis no setor da construção, assumem papel de grande relevância, por ser a construção uma das principais responsáveis pelo uso dos recursos naturais e pela produção de resíduos. Ao mesmo tempo, também ocorre no setor responsável pela concepção de infraestruturas e edificações.

Outro aspecto relevante para a formação em Engenharia, é a respeito da formação humanística que leve o futuro profissional a refletir sobre os impactos sociais das tecnologias desenvolvidas. Bazzo (2016) traz importantes argumentos no sentido de o desenvolvimento tecnológico não ser um fim em si mesmo, devendo o desenvolvimento humano ser o aspecto primordial no exercício da Engenharia.

Assim, este artigo tem como objetivo avaliar em que medida os cursos de Engenharia Civil de universidades públicas de Pernambuco atendem à expectativa do mercado (mundo do trabalho), tendo como foco: a sustentabilidade ambiental, as questões humanísticas e as inovações tecnológicas na área da construção industrializada em aço e em pré-moldados de concreto.

2 Referencial teórico

Nesta seção, serão estabelecidas as perspectivas teóricas para os Projetos Pedagógicos de Cursos (PPC) e as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) dos cursos de Engenharia (2.1), as questões de sustentabilidade ambiental (2.2), os processos de industrialização na construção civil (2.3) e a formação humanística na Engenharia (2.4).

2.1 Os projetos pedagógicos de curso e as novas DCN da Engenharia

O projeto pedagógico de um curso deve ser desenvolvido, a partir da definição do perfil do egresso que se pretende. Os conteúdos essenciais para a formação, as metodologias que serão utilizadas, o desenvolvimento das competências e habilidades e os processos de avaliação discente, docente e institucional devem estar estabelecidos. Além disso, tem-se que prever como será a atenção aos alunos, a aprendizagem ativa e a formação docente (OLIVEIRA, 2019). É importante avaliar os currículos das instituições educacionais de forma a permitir

que neles sejam vistas carências que apontem a necessidade da introdução de novas temáticas ou que venham a aprimorar determinadas questões (SACRISTÁN, 2000).

Segundo Soto *et al.* (2019), "o PPC tem dupla dimensão: a de orientação e a de condução do presente e do futuro de uma formação profissional comprometida e responsável".

As DCN dos cursos de graduação em Engenharia, implementadas em 2002, através da Resolução CNE/CES nº 11, de 11 de março de 2002 (BRASIL, 2002), apresentou uma série de inovações do ponto de vista da regulamentação dos cursos de Engenharia no Brasil. Surge a exigência da existência da disciplina "Gestão Ambiental" nos diferentes cursos de Engenharia, bem como um programa de aprendizagem mais integrado, possibilitando uma participação mais ativa do estudante, ao longo da sua formação como, por exemplo, a partir da integralização de parte da sua carga horária com as atividades complementares.

Todavia, não foram obtidos os avanços necessários, o que fez com que surgissem as novas DCN, a partir da Resolução CNE/CES nº 2/2019 (BRASIL, 2019), que são mais arrojadas até mesmo do ponto de vista epistemológico. Estabelece-se o ensino por competências, a aprendizagem ativa e a importância de uma amplitude de conhecimentos maior na formação do Engenheiro, incluindo os impactos sociais, econômicos, ambientais e éticos do exercício profissional da Engenharia. De acordo com o inciso V do Capítulo II, Artigo 3º, o perfil do egresso do curso de graduação em Engenharia deve compreender, entre outras, as seguintes características: "considerar os aspectos globais, políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e de segurança e saúde no trabalho". (BRASIL, 2019).

Andreatta-da-Costa e Moura (2020) enfatizam que essa perspectiva preconizada pelas novas DCN pode contribuir para que os engenheiros tenham uma postura mais ativa diante de definições de rumo na área tecnológica que apresentam alto impacto para a geração de emprego para a Engenharia como, por exemplo, o sucateamento, ocorrido na malha ferroviária no Brasil, e o movimento "O Petróleo é Nosso".

Isso reforça a importância da atualização dos currículos das Engenharias, sobretudo a Civil quanto aos aspectos globais, ambientais, podendo inferir que as universidades devem estar atentas às atualizações dos currículos com disciplinas que acompanham o desenvolvimento de uma forma geral, formando profissionais que se posicionem com autonomia diante nas demandas sociais, ambientais, tecnológicas e do mundo do trabalho.

2.2 A sustentabilidade ambiental

De acordo com a Comissão Brundtland, de 1987, definiu-se o desenvolvimento sustentável como aquele que “satisfaz as necessidades do presente, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades”. (LEITE; AWAD, 2012).

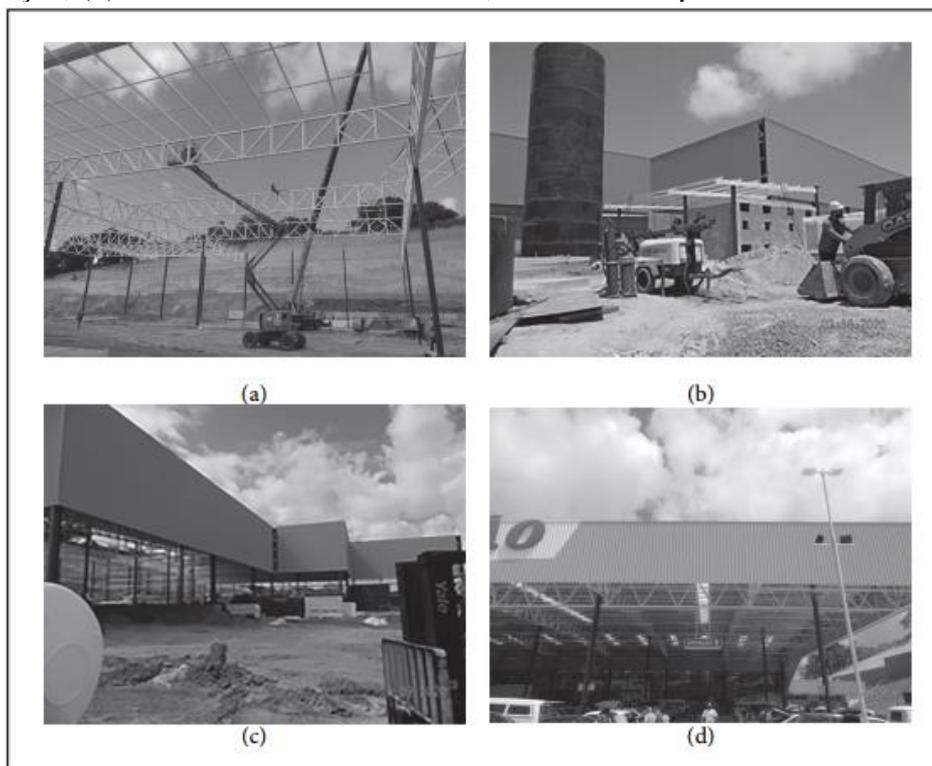
Na década de 1990, o autor John Elkington sugeriu um modelo que traduzisse a ideia de desenvolvimento sustentável, para a linguagem empresarial, apresentando o que conhecemos como Tripé da Sustentabilidade (LEDERWASCH; MUKHEIBIR, 2013), Elkington (1999) sugere a avaliação das organizações, não somente pelo seu valor econômico (Lucro – inicial P de *Profit*). Deve-se levar em consideração também a contribuição nas esferas social (Pessoas – inicial P de *People*) e ambiental (Planeta – inicial P de *Planet*). Ou seja, além do *botton line* tradicional das empresas (lucro), criaram-se duas contas que passam a ser consideradas no balanço contábil: as pessoas, onde a empresa demonstra se é ou não socialmente responsável, e a conta planeta que envolve a consciência ambiental e cuidados com o meio ambiente.

2.3 Os processos de industrialização na construção civil

A temática da construção industrializada começa a ser integrada, a partir das DCN de 2002, nas instituições de ensino superior. Isso ocorre porque a tomada de decisões no ambiente corporativo, empresarial e educacional requer que se considerem as dimensões social e ambiental, além da econômica, devido ao cenário de agravamento da crise ecológica (LOPES, 2014).

Como exemplo de construções industrializadas, com estrutura em aço, sendo que este artigo traz o relato da implantação de um supermercado, com área de construção aproximada de 15.000,00 m². Trata-se de um empreendimento concluído em cinco meses, incluindo a terraplenagem e fundação, construído com pilares, vigas e estrutura de coberta, frontão da fachada, todos metálicos e confeccionados em indústria especializada.

Figura 1 – Fotos, em sequência, de empreendimento executado em estrutura metálica: (a) obra em 10/09/20 - estrutura de pilares e cobertura - em construção; (b) 19/09/20 estrutura de pilares, cobertura e fachada - em construção; (c) obra em 03/10/20 - reservatório d'água em construção; (d) obra concluída em 19/11/20, com abertura para atendimento ao cliente



Fonte: Os autores (2020).

2.4 A formação humanística na Engenharia

Os estudos sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) já ocorrem há quase três décadas no Brasil (BAZZO, 2018), com o intuito de se identificarem consequências mais abrangentes para as inovações tecnológicas, incluindo dimensões sociais, ambientais entre outras. O autor ainda reforça que tais estudos não tem impactado na formação dos profissionais em Engenharia, com pouca ou quase nenhuma influência na formação dos professores da área. Tal diagnóstico leva à necessidade do entendimento do que Bazzo define, de forma inovadora, como uma nova equação civilizatória, um conceito que vem sendo trabalhado pelo autor como: ampliação dos estudos em Ciência, Tecnologia e Sociedade. Segundo Bazzo, questões como a desigualdade social, a falta de solidariedade e de empatia humana, problemas de migração, existentes na Europa, crise hídrica, entre outros, apontam que a humanidade não está conseguindo dar conta dos problemas mais elementares, mesmo com todos os avanços tecnológicos. Esse contexto leva à necessidade da proposição de uma nova equação

civilizatória, como um novo paradigma a ser demandado para nossa civilização. Tal paradigma tem uma perspectiva mais impactante e revolucionária na educação.

Bazzo e Andreatta-da-Costa (2019) trazem uma referência atualizada, relativa ao momento civilizatório atual, bem como uma análise sobre a questão do impacto das políticas de desenvolvimento nacional na geração de empregos para a Engenharia, no caso do Brasil. É mostrado o quanto o país avançou em termos de geração de tecnologia, de empregos e na redução das desigualdades nos momentos em que houve uma clara opção em valorizar a produção local.

3 Materiais e métodos

Foi realizada uma pesquisa qualitativa, a partir de um estudo de casos múltiplo, baseados nos diferentes PPC estudados.

Com o intuito de atingir o objetivo proposto neste trabalho, foi realizado um mapeamento dos PPC vigentes em Instituições Públicas de Ensino Superior (IPES) do estado de Pernambuco.

Conforme dados coletados no sistema e-MEC/2019, atualmente, tanto na rede privada como na pública, no estado de Pernambuco existem quarenta e cinco (45) cursos de ensino superior que oferecem o curso de Engenharia Civil, sendo oito (8) em instituições privadas, oferecendo o curso na modalidade a distância. Desses 45 cursos, foi observado que existem cinco (5) Instituições Federais de Ensino Superior (IFES), oferecendo seis (6) cursos em seis (6) campi diferentes.

Foram escolhidas apenas as escolas públicas que já tinham turmas de Engenharia Civil concluídas até 2019, sendo quatro (4) federais: UFRPE, UACSA, UFPE (Recife), UFPE (Caruaru), IFPE (Recife) e uma (1) estadual, chamada, UPE. Os contatos com as universidades foram realizados, através dos coordenadores dos cursos.

Os documentos (PPC) foram acessados, através dos sites das instituições, já os documentos (TCC) foram acessados diretamente nos departamentos de cada universidade, com a autorização dos responsáveis pelos repositórios. Tivemos acessos a todos os TCC, onde analisamos um por um, num total de 118 documentos (TCC).

Além disso, foram feitas duas entrevistas (Entrevista 1 - aspectos tecnológicos das construções industrializadas; Entrevista 2 - aspectos humanísticos da formação em Engenharia) com engenheiros gestores da construção de um supermercado (serão identificados por Engenheiro 1 e Engenheiro 2), com área construída em torno de 15.000 m², em estruturas de aço. O objetivo dessas entrevistas foi relacionar as atuais necessidades

impostas pelas construções industrializadas com as competências dos egressos, em função do modelo de ensino adotado nas respectivas IPES.

A escolha dos entrevistados se deu pelo fato do processo construtivo ter chamado a atenção do primeiro autor, quando passava pelo empreendimento, especialmente pela rapidez da obra. A partir daí, foi solicitado o contato com os administradores. No início, houve o acompanhamento pelo mestre da obra, que oportunizou o conhecimento, acerca das etapas já executadas e as a executar, para a conclusão da obra. Posteriormente, houve o contato com dois engenheiros da obra, tendo acesso aos projetos e a oportunidade de entrevistá-los.

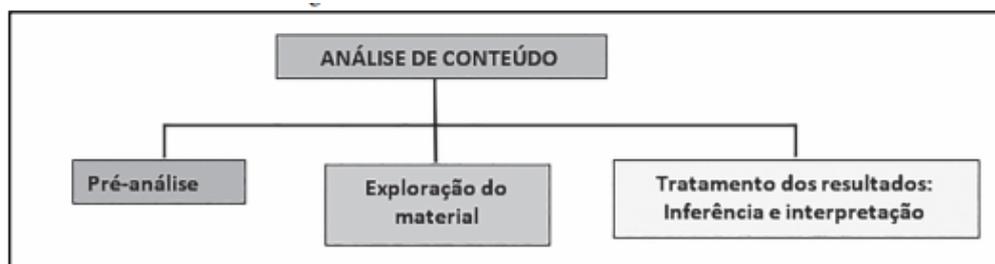
Realizou-se a análise de conteúdo, de Bardin (1977), a partir das seguintes categorias:

- (i) PPC que preparem para o mundo do trabalho (mercado);
- (ii) Perfil de egresso que atenda os aspectos globais, políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e de segurança e saúde no trabalho;
- (iii) Presença do estudo de práticas inovadoras, na construção civil, no tema dos pré-moldados e estruturas de aço.

Segundo Bardin, a análise de conteúdo permite criar categorias, através de dados brutos coletados, transformando em dados organizados para uma melhor interpretação e discussão dos resultados (OLIVEIRA; SANTIAGO; ARAÚJO, 2019)

Na referida metodologia, a principal preocupação é não fazer, conforme aponta Bardin (1977), uma “compreensão espontânea” de dados. A preocupação é ter uma atitude de “vigilância crítica”, diante dos dados e, por essa razão, busca-se, por meio das inferências, atribuir-lhes significados (MENDES; MISKULIN, 2017). As etapas do método estão apresentadas na figura 2.

Figura 2 - As fases da análise de conteúdo



Fonte: Adaptado de Mendes e Miskulin (2017).

4 Resultados e discussões

Atendendo aos requisitos das etapas da metodologia adotada, foram considerados os passos a seguir:

4.1 Pré-análise

Nessa etapa, o esquema de trabalho é estabelecido, de uma maneira flexível, tratando-se do primeiro contato com os documentos que serão analisados. Conforme Câmara (2013), deve haver, nessa fase, exaustividade, representatividade, homogeneidade, pertinência e exclusividade.

Baseando-se na leitura flutuante (definida na análise de conteúdo de Bardin (1977), como um primeiro contato com os documentos que serão submetidos à análise), tendo como referência o objetivo geral desta pesquisa, foram, então, refinadas as três categorias teóricas inicialmente trabalhadas, potencializando assim, as inferências feitas.

Categoria I - (i) PPC que preparem para o mundo do trabalho.

Refinamento 1: Matrizes curriculares dos cursos;

Refinamento 2: Perfil dos professores.

Categoria II - (ii) Perfil de egresso que atenda os aspectos globais, políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e de segurança e saúde no trabalho;

Refinamento 1: Sustentabilidade e meio-ambiente;

Refinamento 2: Formação humanística.

Categoria III - (iii) Presença do estudo de práticas inovadoras, na construção civil, no tema dos pré-moldados e estruturas de aço;

Refinamento: Matrizes curriculares dos cursos.

4.2 Exploração do material

Nesta fase, foram definidas, de maneira mais detalhadas, as categorias, levando-se em conta o conteúdo das entrevistas, bem como o refinamento das categorias, a partir do que mais se enfatizou nas entrevistas.

4.2.1 Categoria I: Mundo do trabalho (mercado)

Nesta fase, foram definidas as categorias, de maneira mais detalhada, levando em conta o conteúdo das entrevistas, bem como o refinamento das categorias, a partir do que mais se enfatizou nas entrevistas. Na definição da *Categoria I: Mundo do trabalho (mercado)*, há uma clara tendência de priorização de aspectos acadêmicos em detrimento dos aspectos profissionais, bem como um foco maior nos processos convencionais de construção (quadros 1 e 2).

Na sequência, apresentam-se verbalizações ou trechos extraídos dos PPC analisados, com o intuito de evidenciar quais foram as passagens que mereceram destaque, relativas a cada categoria. Serão citadas algumas passagens desses quadros, com o intuito de se justificarem os aspectos apresentados. No apêndice, constam as questões formuladas em cada entrevista.

Quadro 1 - Exemplos de verbalizações nas entrevistas e trechos extraídos nos PPC analisados
Categoria I - Refinamento 1

- | |
|--|
| <p>a) Engenheiro 2: "Não tive nenhuma participação em eventos ou disciplina que destacasse a construção pré-fabricada."</p> <p>b) Engenheiro 1: "Durante a minha graduação na universidade vimos, na cadeira de materiais de construções, algumas modalidades que torna a construção verde. São exemplos a <i>Steel frame</i> e a <i>Steel deck</i>, entre outras."</p> <p>c) PPC- Curso 2: "Curso de Engenharia Civil da Escola Politécnica de Pernambuco objetiva a formação técnica-científica do profissional capaz de desenvolver novas tecnologias, atuando na identificação e resolução de problemas."</p> <p>d) PPC- Curso 2 : "Considerando esse cenário, o curso de Engenharia Civil oferecido pela Escola Politécnica de Pernambuco, apresenta um currículo com enfoque na competência, coerente com a demanda do mercado, possibilitando articulação permanente com o campo de atuação do profissional." (p. 7)</p> <p>e) PPC- Curso 1 : Item 6 - "Campo de atuação profissional como meio de viabilizar a articulação entre o mundo do trabalho e o mundo acadêmico". (p. 10)</p> <p>f) PPC- Curso 3 : Item 5 - "Campo de atuação do profissional como meio de viabilizar a articulação entre o mundo do trabalho e o mundo acadêmico." (p. 8)</p> <p>g) PPC-Curso 4 : "Para tal, dispôs em sua matriz curricular disciplinas que visam preparar os egressos para o mundo do trabalho, investindo fortemente como componente</p> |
|--|

humanística, tornando parte dos cursos entendimentos sobre gestão da produção e de pessoas, empreendedorismo e projetos, gestão ambiental, além de carga horária dedicada à língua estrangeira e à língua portuguesa e, a aproximação do aluno, desde os períodos iniciais, junto às empresas da área de Engenharia.” (p. 7)

“Os conteúdos precisam ser trabalhados de forma integrada, conectados com a realidade.” (p. 6)

- h) **PPC- Curso 3:** O objetivo geral do curso é formar profissionais capazes de projetar, planejar, edificações, estradas, pistas de rolamentos e gerenciar e executar obras de aeroportos, sistema de transportes. (p. 3)
- i) **PPC- Curso 3:** O Curso caracteriza-se por definir um modelo de organização curricular de nível superior de graduação que privilegia o princípio da verticalização e as exigências de mundo do trabalho, cada vez mais competitivo e mutante, no sentido de oferecer à sociedade, em conformidade, o arcabouço legal em vigor, uma formação profissional de nível superior inter-relacionada com a atualidade dos requisitos profissionais. (p. 29)
- j) **PPC- Curso 3:** A **organização do currículo** está pautada no princípio do domínio dos saberes, conhecimentos científicos e tecnológicos e de competências profissionais que possam proporcionar aos formandos as condições de inserção no mundo do trabalho, consoante ao que está previsto pelas Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Engenharia. (p. 38)

Fonte: Os autores (2020).

Quadro 2 - Exemplos de verbalizações e trechos extraídos nos PPC analisados - Categoria I - Refinamento 2

- a) **Engenheiro 2:** "Faz uma observação quanto à realidade das aulas com a prática, onde alguns professores têm dificuldade de resolver problemas reais nas obras."
- b) **PPC- Curso 2:** O programa de pós-graduação em Engenharia Civil PEC/UPE conta com quatorze (14) professores doutores, sendo doze (12) membros permanentes do quadro de professores efetivos da universidade e dois (2) colaboradores externos. Do corpo docente do PEC/UPE, onze (11) professores pertencem ao quadro de docentes do curso de Engenharia Civil, com carga horária mínima de oito (8) horas semanais da graduação. (p. 35)
- c) **PPC- Curso 4:** Esforços serão realizados, para que os professores da área participem de

capacitações que se proponham a discutir sua prática docente, a partir de debates sobre interdisciplinaridade e sociointeracionismo, como também propostas didático-pedagógicas que interligam esses conceitos com o *modus operandi* das atividades habituais dos engenheiros e tecnólogos, estimulando a aprendizagem ativa, através de uma Abordagem Baseada em Projetos – ABP (ou *Project Based Learning* – PBL). (p. 7)

d) PPC- Curso 3: Perfil do corpo docente. O corpo docente do Curso de Engenharia Civil é composto por trinta e oito (38) professores, dezesseis (16) doutores, dezenove (19) mestres e três (3) especialistas. Então, observa-se que 92% dos docentes possuem titulação de mestrado e doutorado, fazendo com que esse seja um importante indicador de qualidade do curso.

Do total de docentes, trinta e quatro (34) contratados em regime com dedicação exclusiva, 2 (dois) em regime de trabalho de tempo integral 40 (quarenta) horas, e 02 (dois) professores estão contratados com regime de trabalho de 20 horas. (p. 118)

Fonte: Os autores (2020).

Na definição da *Categoria II* (perfil de egresso que considere os aspectos globais, políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e de segurança e saúde no trabalho), a questão ambiental, de uma maneira geral, é contemplada nos PPC, até por uma exigência legal. Porém, observa-se que falta uma articulação das questões ambientais com as disciplinas e as propostas dos cursos (quadros 3 e 4).

Quadro 3 - Exemplos de verbalizações e trechos extraídos nos PPC analisados- Categoria II – Refinamento 1

- a) Engenheiro 1:** “Nesta obra, vejo que, não só no quesito sustentabilidade, mas que em questão produtividade e, em questão econômica, acho que a parte industrializada de obra de construção civil é necessária, para que, além do avanço sustentável, os demais também sejam favorecidos.
- b) Engenheiro 2:** Há contribuição ambiental, uma vez que contribui com a diminuição da geração de resíduos.
- c) PPC- Curso 4:** “ A partir do exposto, o perfil do profissional é formado por meio dos valores, atitudes, habilidades, competências e oportunidades que lhe são apresentadas ao longo do curso. (p. 9)
- d) PPC- Curso 2:** "Oferece também os conteúdos de formação humanística, tais como:

- sociologia e meio ambiente, administração, direito, economia e comunicação e expressão." (p. 8)
- e) **PPC- Curso 2:** Existe uma disciplina obrigatória chamada “Sociologia e meio ambiente.” (p. 26)
- f) **PPC - Curso 3: Competências, atitudes e habilidades.** “O perfil do egresso é o de um profissional com formação generalista, dotado de iniciativa na análise de problemas e na concepção e implementação de soluções, em diferentes áreas da Engenharia Civil. (p. 8)
- g) **PPC- Curso 4: Valores:** “excelência acadêmica; ética; transparência; equidade; inclusão e respeito aos saberes populares; respeito à diversidade; eficiência; preservação da memória institucional; responsabilidade socioambiental; sustentabilidade e inovação.” (p. 11)
- h) **PPC- Curso 4:** “O Engenheiro Civil pode, ainda, seguir a carreira científica, atuando em centros de pesquisa e em universidades. Como em qualquer outra área de atuação, a preocupação com o ser humano e o meio ambiente é algo indispensável ao engenheiro formado atualmente.” (p. 24)
- i) **PPC- Curso 5: Perfil profissional de conclusão.** O egresso do Curso Superior de Engenharia Civil é o profissional capacitado para atuar nas cinco grandes áreas da Engenharia Civil: nas esferas de projetos, consultoria e execução, bem como, desenvolver atividades de planejamento e administração de empreendimentos. Os egressos devem apresentar “sólida formação técnico-científica e profissional geral que o capacite a absorver e desenvolver novas tecnologias, estimulando a sua atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas, considerando seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, com visão ética e humanística, em atendimento às demandas da sociedade.” (p. 33 e p. 34)
- j) **PPC- Curso 5:** Existe uma disciplina chamada “Gestão de resíduos da construção civil”, como optativa. (p. 44)

Fonte: Os autores (2020).

Quadro 4 - Exemplos de verbalizações e trechos extraídos nos PPC analisados- Categoria II –
Refinamento 2

- a) **PPC- Curso 2:** "Além de contribuir para a formação de profissionais altamente qualificados, com uma visão crítica, criativa e inovadora, por meio de uma sólida formação geral e humanística."
- b) **PPC- Curso 2:** "Oferece também, os conteúdos de formação humanística, tais como: sociologia e meio ambiente, administração, direito, economia e comunicação e expressão." (p. 8)
- c) **PPC- Curso 2:** Existe uma disciplina obrigatório chamada “Sociologia e meio ambiente.” (p. 26)
- d) **PPC- Curso 1:** Formar um profissional generalista, humanista, crítico, reflexivo e capacitado a absorver e desenvolver novas tecnologias e solucionar problemas, considerando aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais que o envolve, habilitando-o ao desenvolvimento da Engenharia Civil em atendimento às demandas da sociedade. (p. 8)
- e) **PPC- Curso 4:** “Para tal, dispôs em sua matriz curricular disciplinas que visam preparar os egressos para o mundo do trabalho, investindo fortemente como componente humanística, tornando parte dos cursos entendimentos sobre gestão da produção e de pessoas, empreendedorismo e projetos, gestão ambiental, além de carga horária dedicada à língua estrangeira e à língua portuguesa e, a aproximação do aluno, desde os períodos iniciais, às empresas da área de engenharia.” (p. 7)
- f) **PPC- Curso 2:** Existe uma disciplina obrigatória chamada “Segurança, qualidade e meio ambiente em canteiros de obras.” (p. 30)
- g) **PPC- Curso 1:** Na ementa da disciplina “Organização de obras”, no conteúdo programático, contempla “a Higiene e segurança no trabalho.” (p. 98)
- h) **PPC- Curso 5:** Existe uma disciplina obrigatória chamada “Segurança do trabalho.” (p. 42)

Fonte: Os autores (2020).

Na definição da *Categoria III*, não há a presença do estudo das estruturas pré-moldadas em aço ou concreto, nos cursos de Engenharia, como exposto a seguir (quadro 5).

Quadro 5 - Exemplos de verbalizações e trechos extraídos nos PPC analisados

- a) **PPC- Curso 2:** Existem duas disciplinas obrigatórias chamadas “Teoria das estruturas 1 e Teoria das estruturas 2.” (p. 28)
- b) **PPC- Curso 1:** Na ementa da disciplina “Construção civil 2”, no conteúdo programático, contempla a “Tipologia dos edifícios”. Habitação moderna. Industrialização na construção de pré-moldados e pré-fabricados. (p. 96)
- c) **PPC- Curso 1: No marco teórico** - “Além disso, atendendo à expectativa da sociedade sobre o desenvolvimento de novas tecnologias, os cursos atuais devem favorecer e estimular os futuros profissionais, para a participação em eventos e congressos técnicos e a atuação em projetos de pesquisa. (p. 5 e p. 6)
- d) **PPC- Curso 4:** Trata-se de um curso caracterizado pela atenção à interdisciplinaridade, pelo estreitamento da relação teoria e prática, através do intenso contato com a indústria e pela formação de uma base humanística. (p. 5)
- e) **PPC- Curso 5:** Existe uma disciplina chamada “Estruturas de concreto pré-moldado”, como optativa. (p. 44)
- f) **PPC- Curso 5: Estruturas de concreto pré-moldado- Ementa**
 Definições; vantagens e desvantagens da pré-fabricação; industrialização da construção; histórico e estágio atual da pré-fabricação; produção de elementos pré-moldados em concreto; projeto de estruturas pré-moldadas em concreto; componentes básicos das edificações e superestrutura de pontes pré-moldadas; ligações entre elementos pré-moldados em concreto; aplicação prática: desenvolvimento de projeto de estrutura pré-moldada; aplicação prática: utilizando *software* específico de cálculo. (p. 98)

Fonte: Os autores (2020).

5 Resultados e análise

Nesta última fase da análise de conteúdo, que já se configura como os resultados e sua análise, partiu-se para a interpretação dos dados obtidos e para elaboração de algumas assertivas, levando-se e conta as categorias de análise propostas, com os seus respectivos refinamentos.

Na *Categoria I – Refinamento 1*, observou-se, ao longo da análise dos PPC, que as matrizes curriculares, em geral, não incluem disciplinas ou parte das mesmas que contemplem construções industrializadas.

Nos textos dos PPC (ver quadro 1 – itens c, d, e, f) há, em geral, o compromisso de assumir a postura de permanente busca de atualização profissional. Todavia, na prática observada nas visitas, bem como nas entrevistas realizadas, observou-se que nem sempre isso é possível, provavelmente pela falta de tempo e oportunidade por parte das empresas e universidades.

Há disciplinas eletivas como, por exemplo, Tópicos especiais em estruturas, que deveriam ser disciplinas obrigatórias, com foco nas tendências de mercado.

Apesar de várias passagens dos PPC dos cursos preverem a articulação com o mundo do trabalho, do ponto de vista, em especial, do perfil do egresso, pouco se observou essa demanda na formação dos professores (Refinamento 2). Apesar de um dos PPC, isoladamente, abordar a questão das capacitações dos professores, nos demais documentos e nas entrevistas, observou-se que são necessários avanços nessa categoria.

No *Refinamento 2*, nos PPC de duas instituições, são informados os níveis de capacitação, titulações dos professores, a partir dos níveis de especialização, mestrado e doutorado e seus regimes de trabalho com as instituições. Na introdução de um outro PPC há referência que “esforços serão realizados, para que os professores da área participem de capacitações.” (quadro 2 – Item c). Entretanto, não foram detalhadas as áreas das capacitações determinadas para os professores. Constatou-se que não foi possível, nesse refinamento, uma observação mais clara acerca do perfil geral dos professores, no sentido, em especial, de duas competências e habilidades.

Outro aspecto, é que os professores das IES estudadas, de maneira geral, priorizam os aspectos teóricos e acadêmicos, muitas vezes, sem uma clara conexão com os problemas que surgem em obras.

Na *Categoria II – Refinamento 1*, há uma maior preocupação apenas com a produção, sem avaliar a conexão com os aspectos ambientais (quadro 3 – item a). Como a obra observada adotou um processo industrializado, os postos de trabalho do empreendimento são entregues mais cedo para a economia local.

Existe uma clara referência às questões ambientais nos PPC analisados (quadro 3 – itens c até h), inclusive com disciplinas específicas, obrigatórias (essa é uma exigência já presente nas DCN de 2002, reforçada e ampliada nas DCN de 2019). Todavia, nas entrevistas com os profissionais, observou-se uma dificuldade em aplicar os conceitos de sustentabilidade nos empreendimentos, tendo em vista o foco na produção e na entrega, destacando-se que se trata de um resultado que merece trabalhos futuros e, até mesmo um estudo quantitativo, que evidencie, com maior clareza, a forma como os engenheiros consideram o conceito de sustentabilidade e sua relação com o processo produtivo.

Na entrevista com o Engenheiro 1, quando se perguntou sobre a questão dos valores humanos, não houve qualquer menção a outro aspecto humanístico que não fosse a questão da sustentabilidade. Tinha-se expectativa, ao se direcionar a pergunta para a questão humana, que apareceriam os enfoques descritos no referencial teórico, como os impactos sociais das inovações tecnológicas, a desigualdade social, entre outros, até pelo texto inicial apresentado antes da entrevista 2.

Sobre as questões políticas, econômicas e sociais, houve o argumento, também do Entrevistado 1, de que, como o setor é 100% dependente de questões políticas, é importante que haja esse direcionamento, proporcionado assim, a independência do setor. Ou seja, vai ao encontro do referencial teórico, no tema da importância da soberania nacional na Engenharia (BAZZO; ANDREATA-DA-COSTA, 2019).

Quanto à pergunta sobre o que seria uma visão crítica, criativa e inovadora, o foco da resposta do Engenheiro 1 foi: novos métodos e equipamentos, o que mostra que não esteve presente a perspectiva delineada no referencial teórico que leva em conta os estudos sobre CTS, as questões da soberania nacional e seus reflexos na Engenharia, e os eventuais impactos mais amplos das inovações tecnológicas, como: a desigualdade social, o desemprego, entre outros.

Na *Categoria III*, observa-se que os alunos acabam aprendendo muitos temas da Construção Civil, durante sua prática profissional, em especial, aqueles envolvendo processos inovadores. Não há integração das empresas construtoras com a academia, algo que poderia ocorrer, a partir de seminários, visitas, estágios, trabalhos de conclusão de curso etc.

Observou-se que não há referência a projetos de extensão, a partir dos quais podem ser elaborados projetos voltados para as práticas inovadoras na construção civil.

Há pouca oferta de disciplinas obrigatórias, direcionadas para as construções pré-fabricadas e industrializadas, apesar do atual surgimento de empresas que adotam esses processos, sobretudo as estruturas em concreto ou aço pré-fabricadas. As universidades públicas pesquisadas ainda estão adotando abordagens direcionadas para os processos construtivos convencionais.

Devido às carências observadas nos PPC não atualizados, com foco no mercado de trabalho, os profissionais formados têm saído das universidades com conhecimentos sobre a construção industrializada, adquiridos, muitas vezes, em seminários ou eventos realizados nas universidades que são importantes e necessários, mas precisam ser complementados e articulados com os programas curriculares ordinários do curso. Desse modo, as empresas, ao contratarem profissionais da Engenharia Civil, têm a necessidade de oferecer treinamento específico e capacitá-lo para a implantação do processo industrializado ou o próprio

engenheiro, agora formado, tem que custear cursos de aperfeiçoamento e pós-graduação na temática que deveria ter sido contemplada na sua graduação. Portanto, uma das hipóteses, oriundas desta pesquisa, a ser verificada e estudada em trabalhos futuros, é que o engenheiro egresso não está preparado para a realidade do atual mercado das construções industrializadas que é uma tendência de mercado.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclusão/Considerações finais

Os Projetos Pedagógicos de Cursos - PPCs analisados, foram elaborados no período de 2007 a 2018, observou-se que os conteúdos não atendem à expectativa da tendência no tocante à tendência atual para a industrialização das construções, sobretudo as obras de médio e grande portes. Embora sejam encontrados termos como **“novas tecnologias, industrialização, aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, pré-moldado”** as disciplinas obrigatórias constantes nas matrizes curriculares, pouco retratam termos correlatos. Há, de forma modesta, disciplinas eletivas que apresentam títulos como pré-moldados, gestão de resíduos na construção civil. Na prática observou-se que os profissionais que estão entrando no mercado têm que aprender na própria obra, sujeitos a erros e acertos, até adquirir a experiência e absorver a cultura da nova tendência dos processos construtivos atuais.

Entende-se que a participação do poder público nas construções de baixa renda, através de profissionais técnicos de engenharia e arquitetura e urbanismo, pode contribuir social e ambientalmente com orientações nas construções e reformas de imóveis populares, uma vez que o perfil social das Universidades é Ensino, Pesquisa e Extensão, sugere-se a realização de parcerias com as comunidades, no sentido de auxiliar nas construções e reformas de imóveis de comunidades de baixa renda, uma vez que direciona para o viés social preconizado em alguns PPCs.

Para trabalhos futuros que contemplem aspectos apresentados nesta pesquisa, sugere-se uma ampliação na investigação da prática pedagógica, a partir da análise dos Trabalhos de Conclusão de Curso e de entrevistas com coordenadores de curso e alunos. Além disso, um acompanhamento das adequações dos cursos às Novas DCN para cursos de graduação em Engenharia também é pertinente.

4.3 PESQUISAS DOS TCC 2019.2 DAS UNIVERSIDADES PÚBLICAS DE PERNAMBUCO COM AMPLIAÇÃO DE PALAVRAS - CHAVE.

Complementou-se a pesquisa dos TCC do primeiro artigo, já publicado, mantendo-se o universo constituído pelos cursos de Engenharia Civil das universidades públicas de Pernambuco: (i) Universidade Federal de Pernambuco - UFPE - Campus Avançado de Caruaru; (ii) Universidade Federal de Pernambuco - UFPE - Campus Recife; (iii) Universidade de Pernambuco - UPE; (iv) Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE (Unidade Acadêmica de Cabo de Santo Agostinho - UACSA); (v) Instituto Federal de Pernambuco - IFPE.

No primeiro artigo, nos TCC de concluintes de engenharia civil de 2019.1 (primeiro semestre de 2019), foram pesquisados os termos “meio ambiente” e “sustentabilidade”.

Entretanto, nesta complementação, além do “meio ambiente” e “sustentabilidade” foram incluídos os termos “sustentável”, “resíduos”, “reciclagem”, “reuso” e “industrialização”. Foram analisados os TCC de concluintes de 2019.2 (segundo semestre de 2019), tendo sido incluído o Instituto Federal de Pernambuco - IFPE, que não havia tido concluinte na ocasião da elaboração da pesquisa do primeiro artigo.

A iniciativa para a pesquisa dos TCC foi focada em verificar se os egressos, concluintes no segundo semestre de 2019 (2019.2), tinham produzido trabalhos com títulos e/ou conteúdos relacionados, de alguma forma, às palavras-chave já citadas no parágrafo anterior, com enfoque no âmbito da construção civil e questões ambientais.

Cabe destacar, mais uma vez, que essa busca de informações dos TCC do segundo semestre de 2019 (2019.2), também envolveu idas às universidades, contato com coordenadores do curso, bem como consulta ao acervo bibliográfico no repositório dessas instituições. Cabe salientar que, das 6 (seis) instituições identificadas para a pesquisa dos PCC, nesta nova fase, já havia 5 (cinco) instituições que tiveram concluintes no segundo semestre de 2019 (2019.2), uma vez que o Instituto Federal de Pernambuco - IFPE, foi incluído e atendendo ao requisito.

Mais uma vez, o procedimento, em cada unidade de ensino, foi realizado após a liberação por parte das coordenações do curso de engenharia civil das instituições. Tendo em vista que, em algumas instituições os respectivos documentos ainda não haviam sido disponibilizados nos repositórios digitais nas bibliotecas, foram permitidas as consultas diretamente nas secretarias ou na própria biblioteca.

A partir da liberação do acesso aos arquivos dos TCC de cada instituição, procedeu-se à leitura de todo o conteúdo, com o objetivo de identificar e quantificar os termos “meio ambiente” e “sustentabilidade”, “sustentável”, “resíduos”, “reciclagem”, “reuso” e “industrialização”, com foco na atividade de construção civil e/ou questões ambientais. Foram analisados 135 (cento e trinta e cinco) TCC das 5 (cinco) instituições.

Após a liberação do acesso aos arquivos dos Trabalhos de Conclusão de Curso - TCC, em cada instituição, objeto de pesquisa, iniciou-se a busca pelas palavras-chave, de forma quantitativa, atendendo às etapas da metodologia Análise de Conteúdo (BARDIN, 1977).

Seguem análises das avaliações dos resultados encontrados em cada estudo, referentes aos quantitativos dos termos (categorias) “meio ambiente” e “sustentabilidade”, “sustentável”, “resíduos”, “reciclagem”, “reuso” e “industrialização”, apresentados nas tabelas 2 a 6 a seguir acrescido de informações complementares.

Tabela 2 - Pesquisa TCC - UFPE - CARUARU

Elaborado pelo autor

UFPE - CARUARU - TCC 2019.2 - Pesquisa de palavras - Quantitativo								
DOCUMENTO		PALAVRAS-CHAVE						
TCC	N. de páginas	Meio ambiente	Sustentabilidade	Sustentável	Resíduos	Reciclagem	Reuso	Industrialização
1	61	5	1	0	0	0	0	0
2	86	2	0	0	0	0	0	1
3	46	1	0	1	0	5	6	0
4	53	0	0	0	0	0	0	0
5	42	0	0	0	0	0	0	0
6	60	8	0	4	10	0	0	0
7	50	15	0	0	50	15	0	2
8	56	11	0	0	46	20	0	0
9	87	0	0	1	0	0	0	0
10	67	2	0	0	0	0	0	0
11	118	0	0	0	0	0		
12	64	9	1	6	100	14	3	0
13	129	4	1	0	1	0	0	0
14	73	3	0	0	1	0	0	0
15	124	0	0	0	0	0	0	0
16	45	3	3	5	0	1	32	0
17	130	0	0	0	0	0	0	0
18	42	0	0	0	0	0	0	0
19	42	0	0	0	0	0	0	0
20	40	6	2	3	2	0	5	0
21	47	5	0	0	10	0	0	1
22	46	2	0	0	70	0	0	0
23	70	1	0	0	0	0	0	0
24	52	2	0	0	0	0	0	0
25	40	2	3	3	27	0	0	0
TOTAL	1670	81	11	23	317	55	46	4

A tabela 2 é referente ao quantitativo das palavras-chave identificadas nos Trabalhos de Conclusão de Curso - TCC de bacharelado em engenharia civil da Universidade Federal de Pernambuco - Campus CARUARU. A cidade de Caruaru fica no agreste de Pernambuco, a uma distância aproximada de 134 Km da capital Recife.

Dos 25 TCC, constituído de um somatório de 1670 páginas, as quantidades de citações das palavras-chave encontrados foram: 81 “Meio ambiente”, 11 “sustentabilidade”, 23 “Sustentável”, 317 “Resíduos”, 55 “Reciclagem” 46 “Reuso” e 04 “industrialização”.

Destacam-se que dos 317 (trezentos e dezessete) termos “Resíduos”, 220 (duzentos e vinte) foram encontrados em apenas 3 (três) dos 25 (vinte e cinco) TCC e estão identificados como TCC Nº. 7 (50), Nº 12 (100) e Nº 22 (70). Este resultado é devido a relação dos temas com as questões ambientais nos 3 TCC.

Tabela 3 - Pesquisa TCC - UPE - POLI
Elaborado pelo autor

UPE-POLI - TCC 2019.2 - Pesquisa de palavras - Quantitativo								
DOCUMENTO		PALVRAS-CHAVE						
TCC	N. de páginas	Meio ambiente	Sustentabilidade	Sustentável	Resíduos	Reciclagem	Reuso	Industrialização
1	83	2	0	0	2	0	0	0
2	75	0	1	0	0	0	0	0
3	24	2	7	0	0	0	0	0
4	62	2	2	2	9	0	0	0
5	52	0	0	0	0	0	0	0
6	23	1	1	2	6	0	0	0
7	60	3	2	1	0	2	5	0
8	53	0	0	0	2	2	0	1
9	52	0	0	0	0	0	0	0
10	53	2	0	0	0	0	0	0
11	57	3	0	0	6	2	0	0
12	89	0	0	0	6	2	0	0
13	57	0	1	0	0	0	0	0
14	38	0	2	0	1	0	0	0
15	115	0	7	0	0	0	0	1
16	35	0	0	0	3	0	0	0
17	83	1	0	1	0	0	0	0
18	75	1	0	0	0	0	0	0
19	69	0	0	0	0	0	0	0
20	82	1	0	0	0	0	0	0
21	51	0	0	0	1	0	0	0
22	37	1	1	4	0	0	0	0
23	76	2	0	0	0	0	0	0
24	44	0	0	0	6	0	0	0
25	105	0	0	0	0	0	0	0
26	34	0	0	1	0	0	0	0
27	37	1	0	0	0	0	0	0
28	19	0	0	1	0	0	0	0
29	81	0	0	0	0	0	0	1
30	35	1	0	0	1	0	0	0
31	81	0	0	0	0	2	0	0
32	19	0	0	0	1	0	0	0
33	17	3	0	0	0	0	0	0
34	84	3	0	0	100	0	0	0
35	55	0	0	0	0	0	0	0
36	56	0	0	0	3	0	0	0
37	44	0	0	0	0	0	0	0
38	26	0	0	0	0	0	0	0
39	25	0	0	0	0	0	0	2
40	62	0	0	0	2	0	0	0
41	16	0	0	0	0	0	0	0
42	38	6	0	3	0	0	0	0
43	28	0	0	0	0	0	0	0
44	38	1	0	0	1	0	0	0
45	61	1	0	0	4	0	0	0
46	10	0	0	0	0	0	0	0
47	56	0	0	0	0	0	0	0
48	74	6	0	0	0	0	0	0
49	62	5	0	0	0	0	0	0
50	79	0	4	0	1	0	0	0
51	43	1	0	0	0	0	0	0
52	108	9	0	5	0	2	80	0
53	49	0	0	0	0	0	0	0
54	20	0	0	0	0	0	0	0
55	48	0	0	0	2	0	0	0
56	41	1	0	0	0	0	0	0
57	34	0	0	0	0	0	0	0
58	43	2	3	4	0	0	0	0
59	65	0	0	0	0	0	0	0
60	71	0	0	2	0	0	0	0
61	57	1	3	2	2	0	1	0
62	48	3	0	2	15	2	0	1
63	61	0	1	0	2	0	0	0
64	105	0	0	0	0	0	0	0
65	18	0	0	0	0	0	0	0
66	85	1	0	0	1	0	0	1
67	17	0	0	0	0	0	0	0
68	49	1	0	0	2	0	0	0
69	56	0	0	0	0	0	0	0
70	30	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	3735	67	35	30	179	14	86	7

A tabela 3 é referente ao quantitativo das palavras-chave identificadas nos Trabalhos de Conclusão de Curso - TCC de bacharelado em engenharia civil da Universidade de Pernambuco - Escola Politécnica de Pernambuco. Trata-se de uma universidade de gestão estadual. Dos 70 TCC, constituído de um somatório de 3735 páginas, as quantidades de citações das palavras-chave encontrados foram: 67 “Meio ambiente, 35 “sustentabilidade”, 30 “Sustentável”, 179 “Resíduos”, 54 “Reciclagem” 14 “Reuso” e 07 “industrialização”.

Destacam-se que dos 179 termos “Resíduos”, 100 (cem) TCC N.º 32 e 15 (quinze) no TCC N.º 62. Dos 56 termos “Reuso” 50 (cinquenta) foram identificados no TCC N.º 52 (50). Este resultado é devido a relação dos temas com as questões ambientais nos 3 TCC.

Tabela 4 - Pesquisa TCC - UFPE - RECIFE

Elaborado pelo autor

UFPE - RECIFE - TCC 2019.2 - Pesquisa de palavras - Quantitativo								
DOCUMENTO		PALAVRAS-CHAVE						
TCC	N. de páginas	Meio ambiente	Sustentabilidade	Sustentável	Resíduos	Reciclagem	Reuso	Industrialização
1	54	0	1	1	1	0	0	0
2	73	0	1	1	1	0	0	0
3	48	0	0	0	0	0	0	0
4	62	2	0	0	0	0	0	0
5	57	0	0	0	0	0	0	0
6	37	2	0	0	70	0	0	0
7	60	1	1	0	0	0	0	0
8	66	1	0	0	0	0	0	0
9	91	1	0	0	0	3	0	0
10	73	0	0	0	0	0	0	0
11	50	0	0	0	0	0	0	0
12	76	0	0	0	0	0	0	0
13	38	1	0	0	1	0	0	0
14	55	1	0	0	0	0	0	0
15	48	2	2	3	0	0	0	0
16	52	1	0	0	1	0	0	0
17	39	0	0	0	0	0	0	0
18	59	0	0	0	0	0	0	0
19	62	5	0	0	0	0	0	0
20	106	2	0	0	4	0	0	0
21	67	0	0	0	0	0	0	0
22	46	0	0	0	0	0	0	0
23	45	1	0	0	0	0	0	0
24	54	0	0	0	0	0	0	0
25	37	2	0	0	0	0	0	0
26	81	1	0	0	0	0	0	0
27	54	0	0	0	0	0	1	0
28	52	1	0	0	5	0	0	0
29	49	1	0	0	0	0	0	0
30	77	1	0	3	0	0	0	0
31	46	8	0	2	60	1	0	0
32	78	3	0	1	0	0	0	0
TOTAL	1892	37	5	11	143	4	1	0

A tabela 4 é referente ao quantitativo das palavras-chave identificadas nos Trabalhos de Conclusão de Curso - TCC de bacharelado em engenharia civil da Universidade Federal de Pernambuco - Campus RECIFE.

Dos 32 TCC, constituído de um somatório de 1892 páginas, as quantidades de citações das palavras-chave encontrados foram: 37 “Meio ambiente, 05 “sustentabilidade”, 11 “Sustentável”, 143 “Resíduos”, 04 “Reciclagem” e 01 “Reuso”.

Destacam-se que dos 143 (cento e quarenta e três) termos “Resíduos”, 130 (cento e trinta) foram encontrados em apenas 2 (dois) dos 32 (trinta e dois) TCC e estão identificados como TCC N.º 6 (70), N.º 31 (60). Este resultado é devido a relação dos temas com as questões ambientais nos 2 TCC.

Tabela 5 - Pesquisa TCC - URFPE - UACSA

Elaborado pelo autor

URFPE - UACSA - TCC - 2019.2 - Pesquisa de palavras - Quantitativo								
DOCUMENTOS		PALAVRAS-CHAVE						
TCC	N. de páginas	Meio ambiente	Sustentabilidade	Sustentável	Resíduos	Reciclagem	Reuso	Industrialização
1	47	0	0	0	0	0	0	0
2	104	0	0	0	0	0	0	0
3	84	0	0	0	0	0	0	0
4	13	3	0	0	2	0	0	0
TOTAL	248	3	0	0	2	0	0	0

A tabela 5 é referente ao quantitativo das palavras-chave identificadas nos Trabalhos de Conclusão de Curso - TCC de bacharelado em engenharia civil da Unidade Acadêmica do Cabo de Santo Agostinho - UACSA vinculada à Universidade Federal Rural de Pernambuco. Dos 04 TCC, constituído de um somatório de 248 páginas, as quantidades de citações das palavras-chave encontrados foram: 03 “Meio ambiente e 02 “Resíduos”. Não foram destacadas palavras-chaves significativas no universo dos 04 TCC produzidos, por se tratar de temas referentes aos estudos de processos de engenharia civil convencionais como estruturas de concreto armado, levantamento topográfico e perfuração de poços artesianos.

Foram apenas 4 TCC na tabela 5 (UACSA) sem expressão significativa ao tema ambiental em 2019.1. Entretanto, há de se destacar que no PPC - UCSA - 2016, avaliado na pesquisa, indica uma relevante aceitação aos temas em estudo nesta tese.

Observa-se que já na introdução encontra-se expressões como: “A engenharia Civil está em constante avanço com o intuito de construir empreendimentos cada vez mais ousados, seguros e eficientes, em períodos cada vez menores e com caráter cada vez mais sustentável, atendendo às necessidades da sociedade”. “A evolução da Engenharia Civil deve ocorrer e já é percebida dentro dos canteiros de obra, nos transportes verticais e horizontais de materiais

(gruas e guindastes), na logística, na segurança, treinamento, conforto e alimentação do operário, na limpeza em geral e na redução de desperdícios.”

Tabela 6 - Pesquisa TCC - IFPE

Elaborado pelo autor

IFPE - TTC - ARTIGOS - 2019.2 - Pesquisa de palavras - Quantitativo								
DOCUMENTOS		PALAVRAS-CHAVE						
TCC	N. de páginas	Meio ambiente	Sustentabilidade	Sustentável	Resíduos	Reciclagem	Reuso	Industrialização
1	28	0	0	0	0	0	0	0
2	11	0	0	0	0	0	0	0
3	19	2	7	0	0	0	0	0
4	28	1	1	1	4	0	0	0
TOTAL	86	3	8	1	4	0	0	0

A tabela 6 é referente ao quantitativo das palavras-chave identificadas nos Trabalhos de Conclusão de Curso – TCC/Artigos de bacharelado em engenharia civil do Instituto Federal de Pernambuco. Dos 04 TCC, constituído de um somatório de 86 páginas, as quantidades de citações das palavras-chave encontrados foram: 08 “Meio ambiente, 08 “sustentabilidade”, 01 “Sustentável” e 04 “Resíduos”. Não foram destacadas palavras-chaves significativas no universo dos 04 TCC produzidos, por se tratar de temas referentes aos estudos de processos de engenharia civil convencionais como estruturas de concreto armado, levantamento topográfico e perfuração de poços artesianos.

Entretanto, observa-se no quadro 6 que os PPC 4 - UACSA e PPC 5 - IFPE Recife e PPC 6 IF SERTÃO apresentaram uma relevante expressão do termo meio ambiente (15), (25) e (21) respectivamente, em relação aos demais. Entende-se como uma tendência dos PPC mais atuais para as questões ambientais relacionadas à construção civil.

Quadro 6 - Resumo - Resultado das pesquisas dos PPC

Elaborado pelo autor

INSTITUIÇÃO	PPC	Quantidade de citações encontradas	
		Meio ambiente	Sustentabilidade
1 - UFPE Caruaru	(PPC 1) 2007	16	01
2 - UPE-POLI	(PPC 2) 2011	06	00
3 - UFPE Recife	(PPC 3) 2012	03	01
4 - UACSA	(PPC 4) 2016	15	06
5 - IFPE Recife	(PPC 5) 2017	25	02
6 - IF Sertão	(PPC 6) 2018	21	12
Somatório: 108 Citações		86	22

Tabela 7 - Resumo Pesquisa TTC 2019.2
Elaborado pelo autor

TTC - 2019.2 - Pesquisa de palavras - Quantitativo										
Item	INSTITUIÇÕES	PALAVRAS-CHAVE								
		Q. TCC	N. de páginas	Meio ambiente	Sustentabilidade	Sustentável	Resíduos	Reciclagem	Reuso	Industrialização
1	UFPE - CARUARU	25	1670	81	11	23	317	55	46	4
2	UPE-POLI	70	3735	67	35	30	179	14	56	7
3	UFPE- RECIFE	32	1892	37	4	10	82	4	1	0
4	UFRPE - UCSA	4	248	3	0	0	2	0	0	0
5	IFPE-RECIFE	4	86	3	8	1	4	0	0	0
	TOTAL	135	7631	191	58	64	584	73	103	11

A tabela 6 é um resumo da quantidades de palavras-chave dos 135 (cento e trinta e cinco) TCC onde foram analisados os quantitativos expressos dos termos “Meio ambiente, “sustentabilidade”, “Sustentável”, “Resíduos”, “Reciclagem” e “Reuso”. identificadas dos Trabalhos de conclusão de cursos pesquisados nas 05 (cinco) instituições públicas de ensino de engenharia civil de Pernambuco.

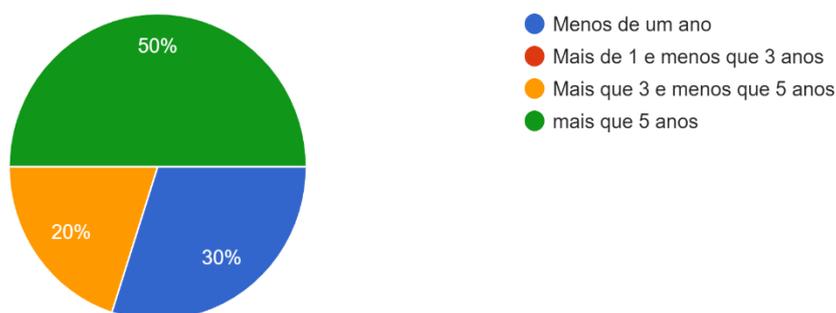
4.4 PESQUISA COM ALUNOS EGRESSOS E GESTORES OBRAS

Complementando-se o universo das entrevistas realizadas no segundo artigo, no atendimento a objetivos específicos, foram produzidos questionários com alunos egressos dos cursos de Engenharia Civil, como também gestores de obras de construção civil, buscando o entendimento quanto aos aspectos da formação Humanística, Social e Contemporânea em cursos de engenharia civil de Pernambuco a partir do modelo de ensino adotado nas Instituições Públicas de Ensino Superior - IPES.

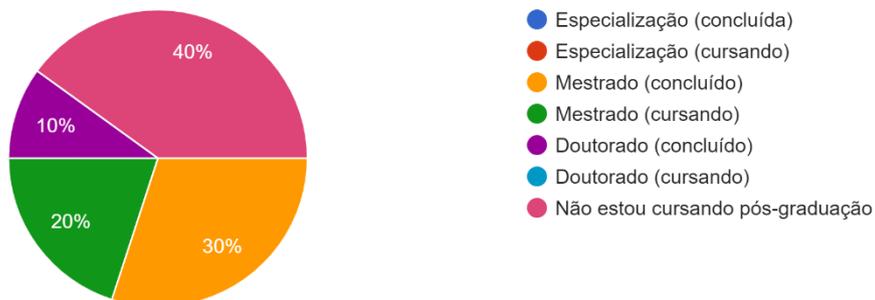
Os resultados com 10 (dez) alunos e 09 (nove) gestores de obras estão resumidos nas questões propostas apresentadas a seguir:

4.4.1 Resultado das questões da pesquisa com os alunos egressos de instituições de ensino de Engenharia Civil.

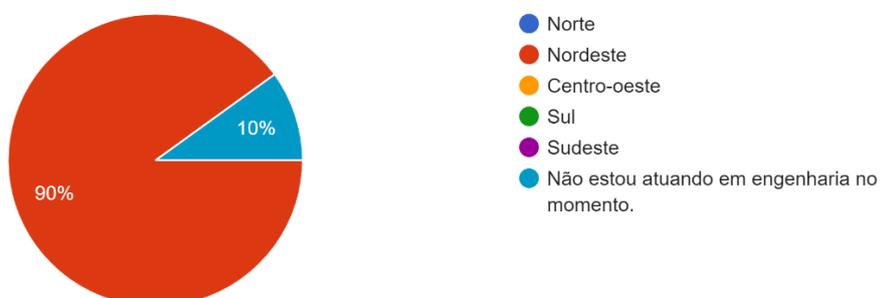
Questão 1 - Quanto tempo faz da conclusão do curso de graduação em engenharia civil?



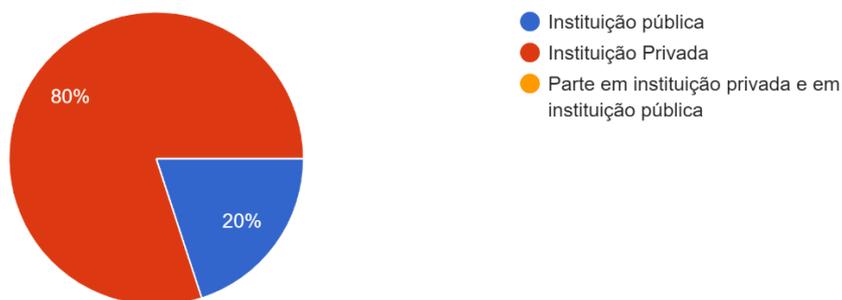
Questão 2 - Está cursando ou já concluiu alguma pós-graduação abaixo?



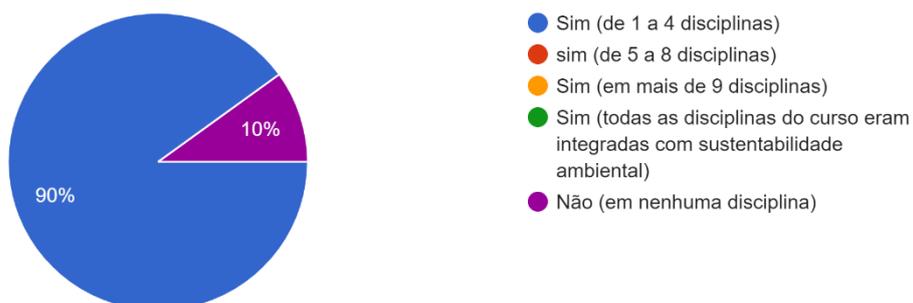
Questão 3 - Qual a sua atual região de atuação profissional?



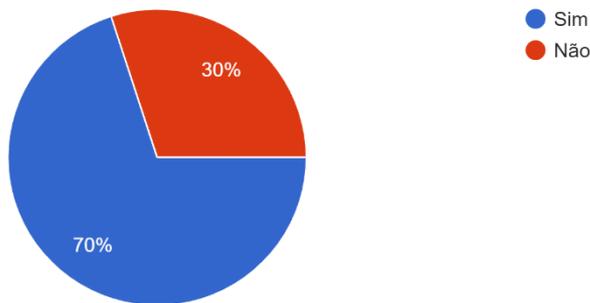
Questão 4 - A sua graduação em engenharia foi em:



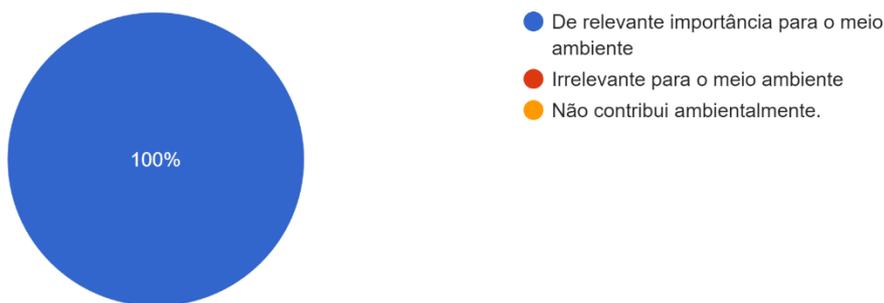
Questão 5 - Na sua graduação, em alguma disciplina obrigatória ou eletiva, foram abordados os impactos ambientais inerentes à construção civil ?



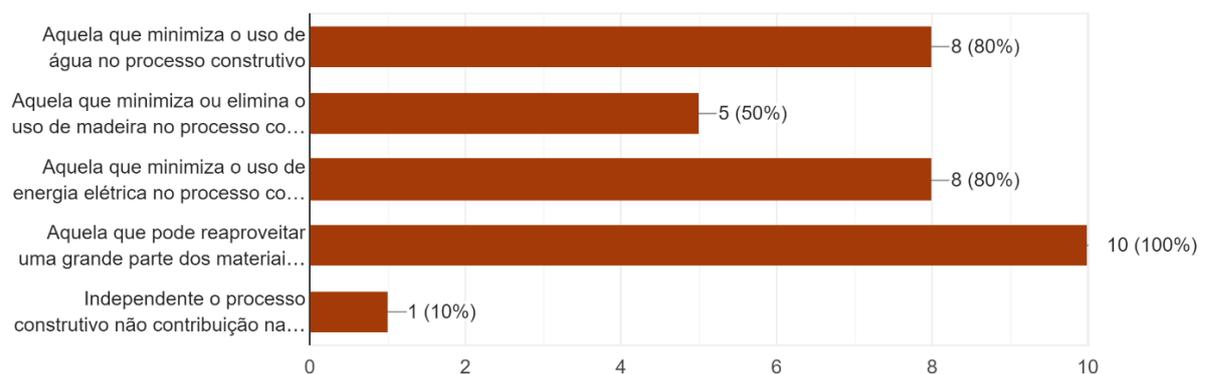
Questão 6 - Na sua graduação, foram ministradas aulas sobre construções industrializadas?



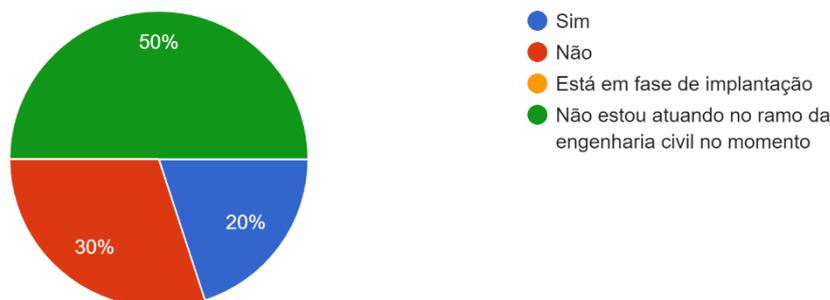
Questão 7 - Como você vê o emprego das construções industrializadas (novas tecnologias como estruturas pré-fabricadas em concreto ou metálicas, drywall, steel deck, entre outras) na minimização dos impactos ambientais gerados pela construção civil ?



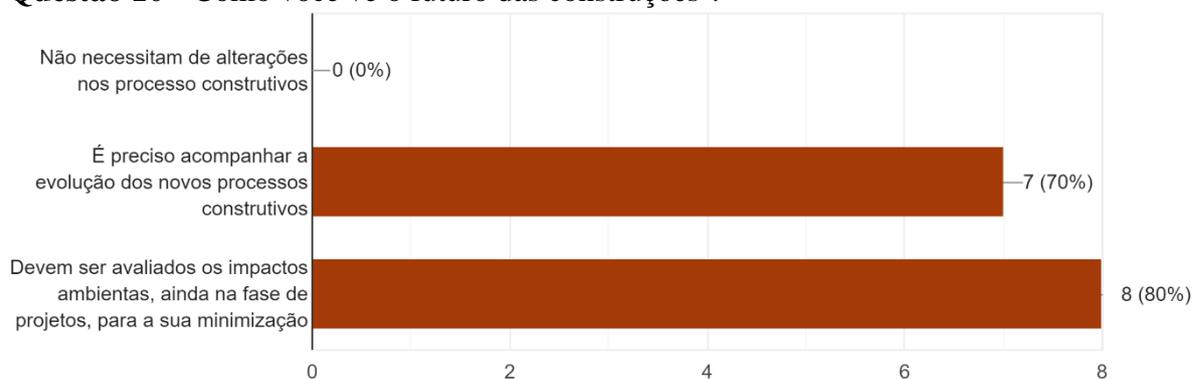
Questão 8 - Como você avalia a(s) característica(s) de uma construção sustentável?



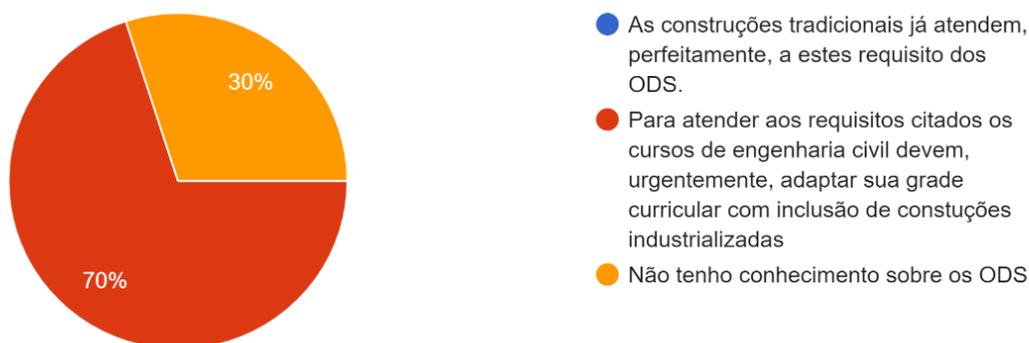
Questão 9 - Na sua atual empresa há política voltada para a preservação ambiental como implantação de programas de redução de geração de resíduos, redução consumo de água e energia elétrica, entre outras?



Questão 10 - Como você vê o futuro das construções ?

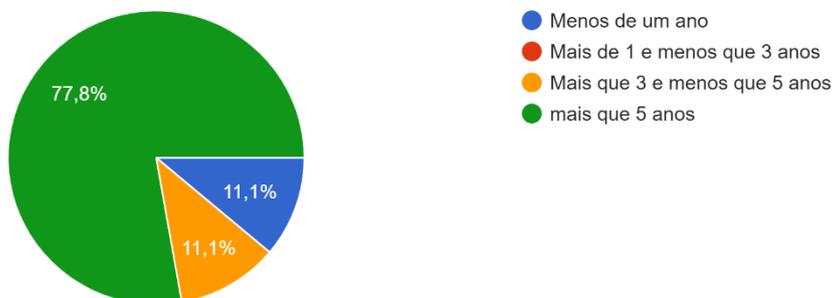


Questão 11 - Considerando os tens 11 e 12 dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Conferência das Nações Unidas sobre desenvolvimento sustentável no Rio de Janeiro em 2012. (ODS 11 - Cidades e comunidades sustentáveis - Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis), ODS 12 - Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis. Em sua opinião:

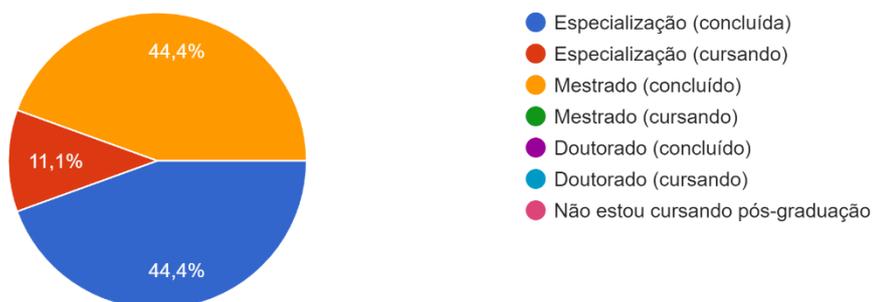


4.4.2 - Resultado das questões da pesquisa com os gestores de obras Construção Civil

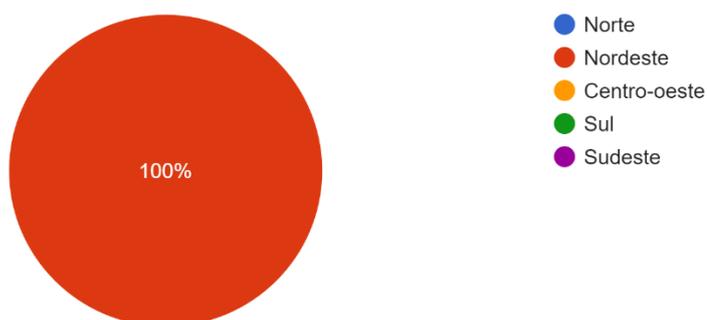
Questão 1 - Quanto tempo faz da conclusão do curso de graduação em engenharia civil?



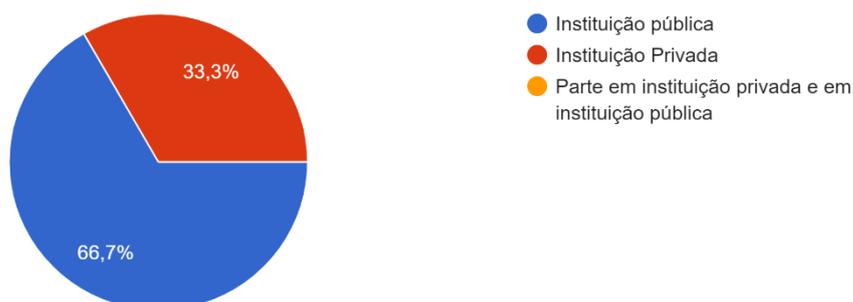
Questão 2 - Está cursando ou já concluiu alguma pós-graduação abaixo?



Questão 3 - Qual a sua atual região de atuação profissional?



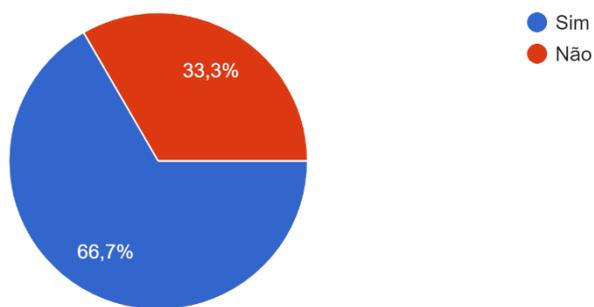
Questão 4 - A sua graduação em engenharia foi em:



Questão 5 - Na sua graduação, em alguma disciplina obrigatória ou eletiva, foram abordados os impactos ambientais inerentes à construção civil ?



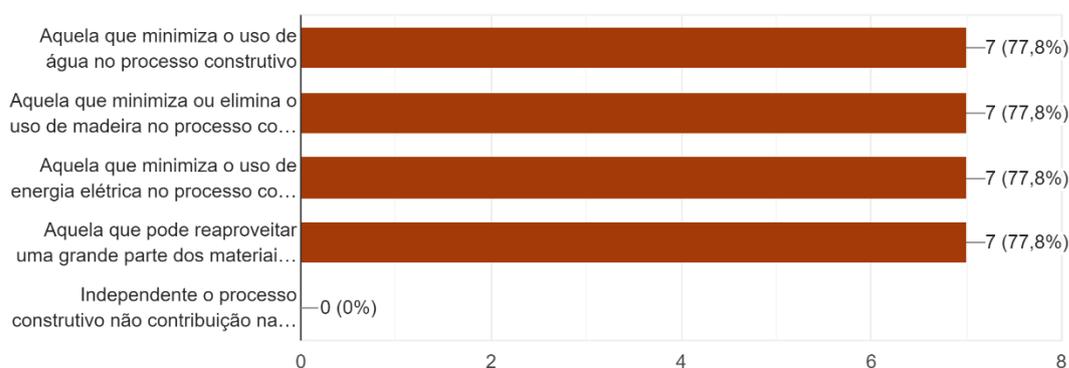
Questão 6 - Na sua graduação, foram ministradas aulas sobre construções industrializadas (novas tecnologias como estruturas pré-fabricadas em concreto ou metálicas, drywall, steel deck, entre outras) ?



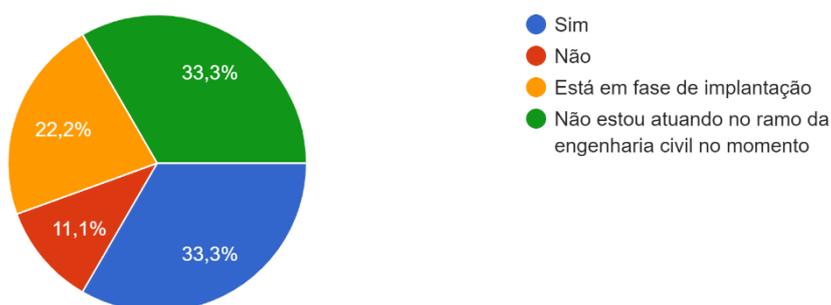
Questão 7 - Como você vê o emprego das construções industrializadas na minimização dos impactos ambientais gerados pela construção civil ?



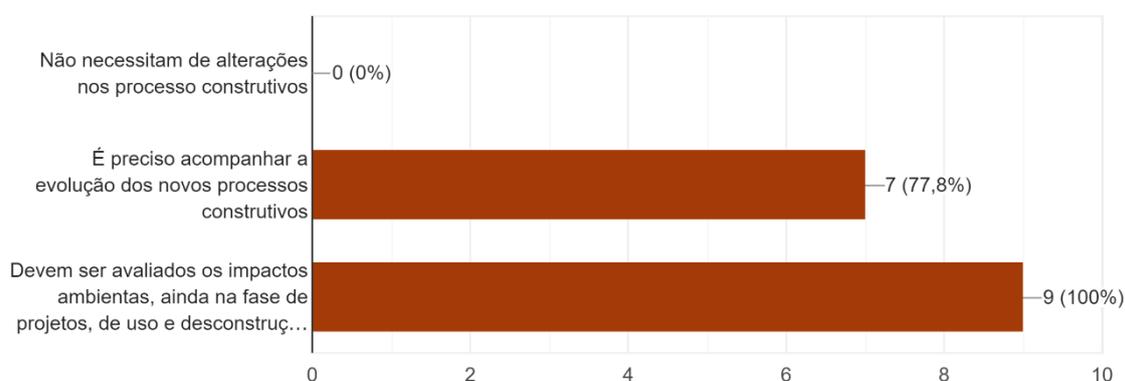
Questão 8 - Como você avalia a(s) característica(s) de uma construção sustentável?



Questão 9 - Na sua atual empresa há política voltada para a preservação ambiental como implantação de programas de redução de geração de resíduos, redução consumo de água e energia elétrica, entre outras?



Questão 10 - Como você vê o futuro das construções ?



Questão 11 - Considerando os tens 11 e 12 dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Conferência das Nações Unidas sobre desenvolvimento sustentável no Rio de Janeiro em 2012. (**ODS 11** - Cidades e comunidades sustentáveis - Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis), **ODS 12** - Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis. Em sua opinião:



4.4.3 Discussão e análise dos resultados

Observa-se nos resultados que a questão ambiental ainda não alcançou uma centralidade essencial, tanto nos cursos de graduação em Engenharia Civil quanto na prática das Empresas que trabalham no ramo da construção civil. No caso dos cursos de graduação, os alunos reportam a existência de disciplinas que trabalham a questão dos impactos ambientais na construção civil.

Os egressos afirmam também que em algum momento tiveram aulas sobre construções industrializadas (novas tecnologias como estruturas pré-fabricadas em concreto ou metálicas, drywall, steel deck. Entretanto, essas disciplinas não estão integradas de forma contínua na grade curricular e muitas delas aparecem de forma sazonal, na forma de disciplinas eletivas.

No que diz respeito à existência de uma política voltada para a preservação ambiental, com implantação de programas de redução de geração de resíduos, redução consumo de água e energia elétrica, apenas 33% dos gestores responderam de forma afirmativa. Um fato importante é que 22 % alegaram que tais políticas estão sendo implantadas na sua Empresa, abrindo boas perspectivas,

Porém, se confrontarmos as respostas dos gestores, com o perfil dos egressos, é possível perceber que ainda há um descompasso entre as exigências por novos modelos de construção sustentável e a prática efetiva das empresas, que ainda precisam se conscientizar a respeito da necessidade de se proceder a uma mudança radical em sua política ambiental. Apesar de orientações ideológicas é importante frisar que o Brasil assistiu nos últimos quatro anos a um processo perigoso de retrocesso em relação à política ambiental, com o incentivo

ao desmatamento indiscriminado, aliado à desvalorização dos fóruns internacionais relativos ao desenvolvimento sustentável.

A orientação governamental que foi empreendida nestes anos acabou por trazer danos não apenas econômicos, mas também sociais, trazendo de volta uma concepção de desenvolvimento imediatista, que desconsidera a preservação e o uso inteligente dos recursos naturais. O que se vê atualmente é a retomada da pauta ambiental e a reinserção do Brasil no debate mundial, de modo a se referendar o cuidado com o meio ambiente, dentro da lógica da sustentabilidade.

Aliado a isso, conforme discutido no artigo 2, os Projetos Pedagógicos dos Cursos de Engenharia Civil que foram analisados, em um período de 2007-2018, apresentaram conteúdos que estão em descompasso com a tendência atual para as novas construções. Vê-se que alguns temas relacionados às novas tecnologias, industrialização e aspectos políticos, aparecem. Porém, as disciplinas obrigatórias ainda não incorporaram essa discussão como algo inerente à preparação do profissional de engenharia.

Portanto, a temática da sustentabilidade precisa ser entronizada na grade curricular e no processo formativo na área da engenharia civil, de modo a perpassar todas as práticas. É sempre bom enfatizar que a discussão sobre a questão ambiental é algo que já se consolidou há algum tempo na sociedade. Os impactos negativos do crescimento econômico sobre o meio ambiente acenderam o alerta dos governos e da sociedade civil para a importância de se buscar novos modelos de produtividade que não interfiram nos recursos naturais. Afinal de contas os recursos oferecidos pela natureza não são infinitos.

Portanto, se não forem utilizados de forma correta, com equilíbrio, em breve não estarão mais disponíveis às pessoas. Dada a importância deste debate, a Universidade não pode ficar de fora desta discussão. Neste sentido, a educação ambiental precisa ser incorporada ao currículo da graduação, não como acessório, mas como sentido para onde se dirige a construção da engenharia civil do século XXI: um profissional com visão humanística, social e ambiental.

Diante de tal importância e impacto na sociedade, os cursos de engenharia civil devem incorporar em seu projeto pedagógico, tanto na formação dos professores, quanto na aplicação das práticas pedagógicas, a questão ambiental de forma mais enfática, sobretudo no que diz respeito à relevância do uso de materiais sustentáveis, tendo em vista não apenas a preservação dos recursos naturais, mas a superação das desigualdades sociais, conforme o que foi preconizado pela Agenda 2030. A questão ambiental não deve ser tratada como mero

modismo, mas como eixo central e interdisciplinar, que perpassasse todos os Componentes Curriculares.

Na educação atual, reconhece a necessidade de inserção das questões ambientais no contexto educacional e na vida cotidiana do indivíduo. “vale ressaltar que essas questões, de alguma forma, sempre estiveram presentes na vida do ser humano, partindo do princípio que o mesmo é parte do ambiente”. (Carvalho, 2011). A coletividade constrói valores e conhecimentos focados na preservação do meio ambiente que é de uso de todos e imprescindível para a vida e o desenvolvimento sustentável

Na sociedade, existem normas para que tenha organização e ação de cada indivíduo, com a intenção de manter o equilíbrio ambiental essencial. O futuro depende da forma que o ser humano tiver na sua relação com o meio ambiente em que está inserido e sua conscientização de que Meio Ambiente vamos deixar as futuras gerações.

Uma das funções mais importantes da formação acadêmica é proporcionar a Educação Ambiental como uma prática contínua a ser desenvolvida para influenciar e transformar a comunidade em que está inserida. A Educação ambiental passa a ser um agente de transformação na conscientização de cidadãos responsáveis na conservação e preservação do meio ambiente deixando para as futuras gerações um mundo melhor.

Nesse contexto, há, ainda, um desafio para avaliar: o impacto dos últimos acontecimentos em função da pandemia de Coronavírus, ainda em trabalhos de erradicação, sob os aspectos sociais, ambientais, humanísticos e econômicos no setor da construção civil, propostos nesta pesquisa. O que mudará no contexto do ensino e da aprendizagem?

Vivemos em um mundo que nos obriga a dar conta de temas cada vez mais complexos, envolvendo variáveis e problemas que necessitam, por sua vez, do diálogo entre muitas áreas do conhecimento, somos formados e estamos formando pessoas cada vez mais segmentadas, indo na contramão das demandas impostas pela pandemia. Ou seja, a pandemia vem mostrar que a maior parte de nossos problemas só pode ser resolvida se formos capazes de transitar em diversas áreas de conhecimento.

Assim, não faz sentido falar em conhecimento descontextualizado e puramente abstrato. Diferentes áreas de conhecimento e os diferentes atores sociais envolvidos no contexto da pandemia apontam para a necessidade de uma visão integrada e interdisciplinar do conhecimento e das práticas, na área de humanidades e ciências.

É preciso, então, gerar um repertório coerente com as atuais e futuras demandas sociais, para a construção de práticas socioculturais no âmbito da educação em ciências. É preciso perguntar: qual é o papel da Educação em Ciências? Que conhecimentos são

necessários para superar as controvérsias sociocientíficas e os problemas gerados pelo que chamamos de herança da modernidade? Decerto, as respostas a essas questões não estão prontas, tampouco são definitivas. Porém, é necessário aprofundar sempre mais essa discussão, a fim de que sejam enfrentados os grandes desafios do tempo presente.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao chegar ao fim desta discussão, é necessário reconstruir o que foi desenvolvido no decorrer destas páginas. A questão da formação humanística e social perpassou todos os capítulos da tese, conferindo um lugar de destaque para a relação que há entre humanismo e consciência do papel do meio ambiente para o desenvolvimento da sociedade. O redimensionamento do lugar do homem no mundo é algo fundamental e isso precisa ser pensado de forma profunda, para que a questão da sustentabilidade seja realmente levada a uma reflexão mais profunda nos cursos de graduação em Engenharia Civil.

Foi a partir desta perspectiva que se desenvolveu este trabalho de pesquisa. No primeiro artigo, “A sustentabilidade Ambiental como base para Engenheiros Civis em formação nas Universidades Públicas de Pernambuco”, procedemos a um levantamento e avaliação do conteúdo dos Trabalhos de Conclusão de Curso - TCC e dos Programas Pedagógicos de Curso - PPC das Instituições de Ensino Superior - IES públicas de engenharia civil do estado de Pernambuco, para identificação de elementos relacionados à sustentabilidade ambiental, aplicados ao ensino da engenharia civil, na busca de termos como “sustentabilidade” e “meio ambiente”.

Com efeito, o Início do Século XXI é marcado pela retomada da discussão ético-moral, tendo como premissa o abandono de qualquer proposta metafísica de compreensão do homem e da natureza, associada a uma intensa agenda voltada para a questão ambiental e seus reflexos econômicos, políticos e sociais. Na esteira deste debate grande parte dos cientistas sociais, políticos, ambientalistas e especialistas nas mais diversas áreas do direito, se propõe a rediscutir a repercussão que as decisões políticas locais são capazes de gerar no ambiente global.

A premissa ética e sua reinserção no debate acerca dos rumos da civilização cumpre a tarefa de repensar o modelo de sociedade que estamos construindo, tendo em vista a chamada crise da modernidade e de seus pressupostos, assentados na valorização do indivíduo, na liberdade econômica, na democracia participativa, com um forte apelo à defesa do bem comum.

É quase um consenso dentro da literatura sobre a questão ambiental que a repercussão de nossas ações, nos seus diversos âmbitos, se reveste de um alcance global, afetando não apenas nossa realidade mais próxima, como também as áreas mais distantes e remotas do globo. Entretanto, o impacto de nossas decisões, quer individuais, quer sociais, políticas, bem como de outra natureza, se estende muito além de nossas fronteiras locais. Elas

se deslocam para além do tempo presente, afetando as gerações futuras, as quais herdarão os efeitos de nossas escolhas econômicas e políticas.

Hoje os indivíduos são confrontados, de um lado, por uma imensa capacidade de interferir na vida do planeta terra e de seus descendentes e, por outro, são assaltados por uma sensação de impotência frente ao irrefreável processo de globalização, o qual libera forças inimagináveis, com alto poder de modificar suas vidas, assim como de destruir qualquer projeto de civilização. O indivíduo passa a sentir-se refém do modelo de sociedade que se delinea à sua volta.

Observa-se no referencial, na afirmação de Lopes (2014), que a engenharia, por suas características, acaba por gerar impactos ao meio ambiente por produção de resíduos e destaca a importância da questão ambiental e dos conceitos de sustentabilidade nos currículos de Engenharia Civil, para a implementação do controle dos respectivos impactos. É notório que a construção civil produz relevante impacto no meio ambiente, uma vez que grande parte da matéria prima é extraída in natura e transportada para as obras, como areia para concreto e revestimento, material argiloso ou arenoso para aterros.

Ainda no referencial teórico, na opinião de Oliveira (2019), no entendimento atual, a engenharia tem por definição uma ciência que vai do estudo das transformações dos recursos naturais e tecnológicos até a visão como elemento de aplicação de que contribui para o conhecimento científico e tecnológicos e para as soluções de problemas, através da implantação de projetos para a viabilização de produtos (bens e serviços) e empreendimento. Todavia, a Resolução nº 2, de 24 de abril de 2019, nas atuais DCN do curso de graduação em Engenharia, em seu art. 3º, ressalta que o perfil do egresso do curso de graduação em Engenharia deve compreender, entre outras, as seguintes características: V - considerar os aspectos globais, políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e de segurança e saúde no trabalho; VI - atuar com isenção e comprometido com a responsabilidade social e com o desenvolvimento sustentável.

Nos Projetos Pedagógicos de Cursos - PPC analisados, observou-se que os conteúdos não atendem à expectativa de formar profissionais com o viés da sustentabilidade ambiental, inseridas tanto nos projetos, quanto na própria forma de construir, pois não ficou evidente em nenhum dos documentos analisados a transversalidade ou a multidisciplinaridade relativas às categorias “meio ambiente” e “sustentabilidade”. Devem ser mais objetivas ao exigir a discussão dos temas, pois as atuais deixam lacunas na compulsoriedade do tema que será exigido durante a atuação profissional, como, por exemplo, nas licitações públicas, na Constituição Federal, na Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN), dentre outras.

Quanto aos Trabalhos de Conclusão de Curso - TCC, foi observado, no primeiro artigo, que os TCC das instituições mais recentes (2012 e 2016) apresentaram um percentual mais elevado da incidência das citações “meio ambiente” e “sustentabilidade” pesquisadas (43% e 62%), demonstrando uma melhora na percepção dos termos pesquisados. Entretanto, ainda se faz necessária uma maior dedicação dos professores sobre os termos, para incutir nos futuros profissionais a importância sobre os temas sustentabilidade e meio ambiente nas áreas da engenharia.

No segundo artigo, “Análise da formação humanística, social e inovadora em cursos de Engenharia Civil de Pernambuco”, avaliamos em que medida os cursos de engenharia civil de universidades públicas de Pernambuco atendem às expectativas do mundo do trabalho, tendo como foco a sustentabilidade ambiental, além das questões humanísticas e inovações tecnológicas. Observou-se que, ao longo da análise dos PPC, que as matrizes curriculares, em geral, não incluem disciplinas ou parte das mesmas que contemplam construções industrializadas.

Observa-se, no referencial, a importância da consciência do que é a contribuição social do profissional de engenharia. Ressalta-se a expressão citada por Bordin e Bazzo (2019, p. 29): “quando se pensa efetivamente em uma formação profissional na área tecnológica, mais em consonância com os tempos em que estamos vivendo, um dos aspectos que precisa ser considerado com veemência é a questão do desenvolvimento humano, associado ao desenvolvimento tecnológico”.

Os resultados da pesquisa, a partir dos artigos elaborados, mostram a importância de atualizar os estudos sobre o ensino da engenharia civil nas universidades públicas de Pernambuco. O foco do estudo foram as questões relativas à conscientização e ao preparo dos novos engenheiros civis para a contribuição e a aplicação dos atuais processos construtivos, contribuindo para a redução dos impactos ambientais inerentes às fases de implantação das construções em geral.

Esta tese apresenta os resultados a partir da análise dos Projetos Pedagógicos de Cursos - PPC, analisados no período de 2007 a 2018. Observou-se que os conteúdos não atendem às expectativas de formar profissionais com o viés da sustentabilidade, inseridas tanto nos projetos, quanto na própria forma de construir, pois não ficou evidente em nenhum dos documentos analisados a transversalidade ou a multidisciplinaridade relativa às categorias “meio ambiente” e “sustentabilidade”.

Os termos foram abordados de forma genérica, necessitando-se de uma maior capacitação e/ou envolvimento do corpo docente para uma maior exploração dos temas.

Observou-se que os conteúdos do PPC não atendem à expectativa da tendência atual para a industrialização das construções, sobretudo, as obras de médio e grande portes. Apesar de apresentar termos como “novas tecnologias”, “industrialização”, “aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais”, “pré-moldado”, as disciplinas obrigatórias constantes nas matrizes curriculares pouco retratam os termos correlatos.

Quanto aos Trabalhos de Conclusão de Curso - TCC, foi observado que os TCC das instituições mais recentes (2012 e 2016) apresentaram um percentual mais elevado da incidência das citações pesquisadas (43% e 62%), demonstrando uma melhora na percepção dos termos pesquisados. Entretanto, ainda se faz necessária uma maior dedicação dos professores sobre os termos, para incutir nos futuros profissionais a importância sobre os temas sustentabilidade e meio ambiente nas áreas da engenharia, além de um acompanhamento das adequações dos cursos às Novas Diretrizes Curriculares Nacionais – DCN para cursos de graduação em engenharia, que também é recomendado. Diante do cenário atual, para uma melhor atuação do engenheiro egresso das IFES referenciadas, as empresas, ao contratarem profissionais da engenharia civil, têm a necessidade de oferecer treinamento específico e capacitá-lo para a implantação do processo industrializado.

Não obstante, o engenheiro egresso não está preparado para a realidade do atual mercado das construções industrializadas, que é uma tendência de mercado. Daí a necessidade própria de custear o aperfeiçoamento de uma pós-graduação na temática, a qual deveria ter sido contemplada na sua graduação.

A formação humanística apareceu consideravelmente nos PPC estudados, sendo requisito presente já nas DCN de 2002, ampliado e fortalecido nas Novas DCN. Em dois PPC, foi apresentada a perspectiva social com maior intensidade. Com efeito, é de suma importância o papel exercido pelos cursos de pós-graduação. Eles dão prosseguimento à formação do Engenheiro Civil. Para uma boa preparação, é necessário dar continuidade aos estudos e isso precisa ser feito de forma contínua, pois a graduação não consegue dar conta de todas as necessidades da vida profissional e pessoal. Vê-se nas pesquisas complementares com os gestores de obras, que a sua maioria, já concluiu uma pós-graduação e metade dos alunos egresso já estão concluído ou concluíram.

Neste sentido, o bom profissional é aquele que está em contínuo processo de aperfeiçoamento, buscando atualizar seus conhecimentos e habilidades. Porém, a primeira formação precisa estar bem estruturada, de modo a responder as demandas por mudanças na concepção de engenharia, tanto no que diz respeito à questão humanística, quanto em relação à sustentabilidade.

Quanto aos objetivos propostos nesta tese, eles foram sendo concretizados ao longo da escrita, podendo ser observados de forma esquemática no Quadro 7 - Articulando os achados da minha Tese. Isso não significa que as questões aqui propostas foram exauridas. Esse debate deve ser permanente e abre inúmeros horizontes, inclusive no que diz respeito à continuidade desta pesquisa, em outro momento, pois os desafios estão postos ante uma pós-modernidade que interpela continuamente os homens à mudança contínua e ininterrupta.

O apelo à inovação é cada vez maior, abarcando todas as esferas da vida, bem como todas as profissões, o que implica desconstruir as antigas concepções e percepções acerca da Construção Civil, reinterpretando a atuação do profissional da engenharia à luz do humanismo, para que o olhar esteja mais sensível aos impactos ambientais decorrentes das práticas de construção. Esse debate deve envolver a universidade, o governo, a sociedade civil e todos aqueles que compreenderam a necessidade de reposicionar o valor do humano em um mundo marcado pelas exigências do mercado.

Quadro 7 - Articulando os achados da minha Tese

PROBLEMA DE PESQUISA	Os alunos egressos dos cursos de Engenharia Civil estão conscientes das necessidades de construir de forma sustentável e das questões sociais, humanísticas e econômicas que estão associadas às construções civis? Por que e para que tematizar a sustentabilidade ambiental nos atuais cursos de Engenharia Civil?
OBJETIVO GERAL	Avaliar as percepções dos alunos de engenharia civil, quanto à implantação de novas tecnologias na construção, que minimizem os impactos ambientais, além da verificação da visão social e humanística no ensino de engenharia civil nas escolas públicas no estado de Pernambuco.
OBJETIVO ESPECÍFICO 1	Avaliar os Projetos Pedagógicos de Curso e os Trabalhos de Conclusão de Cursos das escolas de engenharia civil do estado de Pernambuco se há disciplinas voltadas ao emprego de novas tecnologias que possam contribuir para os aspectos ambientais, sociais, como, também, para a percepção humanística dos engenheiros civis egressos.
OBJETIVO ESPECÍFICO 2	Avaliar obras de engenharia que adotaram o emprego de técnicas mais limpas, como o uso de métodos construtivos considerados sustentáveis;
OBJETIVO ESPECÍFICO 3	Realizar entrevistas com egressos dos cursos de engenharia e com engenheiros gestores de obras industrializadas, registrando as suas opiniões/sugestões da adoção desses tipos de construção, no tocante aos aspectos, ambientais, sociais e humanísticos, através de questionários.
METODOLOGIA APLICADA	Análise de conteúdo de Bardin, a partir da análise quantitativa dos termos meio ambiente e sustentabilidade, pesquisados no conteúdo de 6 PPC e 253 TCC do universo de estudo constituído por universidades públicas de Pernambuco.
DADOS OBTIDOS	Os resultados mostraram que apenas em cinco PPCs o termo sustentabilidade foi encontrado, dentre 22 citações. O meio ambiente foi identificado nos seis PPCs, totalizando 86 citações. Nos TCC, elaborados por 4 IES, que tiveram concluintes em 2019.1, o termo Sustentabilidade foi encontrado em 111 citações e Meio ambiente, em 129, respectivamente. Nos TCC de 2019.2, os termos foram Meio ambiente, sustentabilidade, Sustentável, Resíduos, Reciclagem, Reuso e industrialização, encontrados um total de 191, 59, 65, 645, 73, 133 e 11, respectivamente.
RESPOSTA	Nas citações dos conteúdos meio ambiente e sustentabilidade nos seus Projetos Pedagógicos de Curso (PPCs), os termos foram abordados de forma genérica, necessitando-se de uma maior capacitação e/ou envolvimento do corpo docente para uma maior exploração dos temas.
PUBLICAÇÃO	Artigo 1 “ A Sustentabilidade ambiental como base para engenheiros civis em formação nas universidades públicas de Pernambuco. ” publicado em dezembro de 2021 na revista doi.org/10.14571/brajets.v14.n4.570-581, de título ARTIGO 2 “ Análise da formação humanística, social e inovadora em cursos de engenharia civil de Pernambuco ”. Publicado em julho de 2021 DOI: 10.31514/r/iberato.2021v22n37.p105
TESE	A formação do engenheiro civil carece de uma qualificação maior, no que concerne à visão humanística e social, de modo a colocar a agenda da sustentabilidade na ordem do dia e propiciar uma prática diferente. Tal prática não deve se limitar apenas à utilização de materiais ecologicamente sustentáveis. Ele precisa pensar a construção, a cidade, enfim, o espaço urbano, como o lócus do desenvolvimento humano, sem reduzir estas esferas à mera lógica do mercado, que reduz as edificações a meros objetos rentáveis, como se a construção civil fosse apenas uma grande arena para se realizar negócios.

7 REFERÊNCIAS

ADEODATO, M. T. P. C. et al. O ensino da sustentabilidade em cursos de graduação em engenharia civil integrando pesquisa e extensão: a experiência da UFSCar. **Cong. Bras. Educação em Engenharia**, v. 9, p. 2004, 2004.

AGOPYAN, V.; JONH, V. M. “**O desafio da Sustentabilidade na Construção Civil**” *Série sustentabilidade*. Vol. 5, São Paulo: Blucher – 2011.

AJAYI S. O. *et al.* Optimising material procurement for construction waste minimization: an exploration of success factors. **Sustainable Materials and Technologies**, v. 11, p.38-46, 2017. Disponível em: <https://uwe-repository.worktribe.com/output/889874/optimising-material-procurement-for-construction-waste-minimization-an-exploration-of-success-factors>. Acesso em: 28 out. 2021.

ANDREATTA-DA-COSTA, L.; MOURA, M. W. Novas DCNs: o que a sociedade pode esperar dos novos engenheiros. **Revista Trimestral Do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do RS**. 2020. Disponível em: <https://www.conselhoemrevista.inf.br/post/novas-dcns-o-que-a-sociedade-pode-esperar-dos-novos-engenheiros>. Acesso em: 20 set. 2020.

APPOLINÁRIO, Fabio. **Dicionário de Metodologia Científica**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

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

_____. **Análise de conteúdo** / Laurence Bardin; tradução Luís Antero Reto, Augusto Pinheiro. -- São Paulo: Edições 70, 2011. 3ª reimpr. da 1ª edição de 2011.

BAUMANN, Zygmunt. **Modernidade Líquida**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2001.

BAZZO, W. A. **De técnico e de humano, questões contemporâneas**. 2. ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2016.

_____. Quase três décadas de CTS no Brasil: sobre avanços, desconfortos e provocações. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 11, n. 2, 2018. DOI: 10.3895/rbect.v11n2.8427. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/8427>. Acesso em: 20 dez. 2020.

_____. A revolução 4.0 e seus impactos na formação do professor em Engenharia. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 38, n. 3, p. 28-39, 2019. DOI: 10.37702/REE2236-0158.v38n3p28-39.2019. Disponível em: <http://revista.educacao.ws/revista/index.php/abenge/article/view/1542>. Acesso em: 20 dez. 2020.

BORDIN, L.; BAZZO, W. A. Sobre as muitas variáveis–e incógnitas–que se articulam em torno da complexa e não linear relação entre engenharia e vida. **Revista Tecnologia e Sociedade**, Curitiba, v. 13, n. 28, p. 224-239, 2017. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/5326>. Acesso em: 25 out. 2021.

_____. Sobre (in) coerências entre a Universidade Pública e Popular, a Engenharia e o desenvolvimento de Tecnologias Sociais. **Educitec-Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, v. 5, n. 11, 2019. Disponível em: <http://200.129.168.14:9000/educitec/index.php/educitec/article/view/693>. Acesso em: 25 out. 2021

BOYLE, C. Education, sustainability and cleaner production. **Journal of Cleaner Production**, v. 7, n. 1, p. 83-87. 1999. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652698000456>. Acesso em: 15 jul. 2018

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Resolução CNE/CES nº 02/2019, de 24 de abril de 2019. Institui as Diretrizes Curriculares do Curso de Graduação em Engenharia. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, n. 80, p. 43-44, 26 abr. de 2019.

_____. Conselho Nacional de Educação. Resolução CNE/CES nº 11/2002, de 11 de março de 2002. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, n. 67, p. 32, 9 abr. 2002.

_____. **Resolução CNE/CES 11/2002**: “Institui Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia”. 2002.

_____. MEC-INEP. Censo da Educação Superior de 2009. **Resumo Técnico**, v. 34, 2010. CIB. Conselho Internacional para a Pesquisa e Inovação em Construção. Agenda 21 for Sustainable

_____. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Resolução CNE/CES n. 2, de 24 de abril de 2019**. Estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, Seção I, p. 43, 26 abr. 2019. Disponível em <<https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolu%C3%87%C3%83o-n%C2%BA-2-de-24-de-abril-de-2019-85344528>> Acesso em: 01 maio 2021.

_____. **ODS – Metas Nacionais dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. IPEA, 2019

_____. Conselho Nacional de Educação. **Parecer CNE/CES, de 12 de dezembro de 2001**. Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia. Diário Oficial da União, Brasília, 25 fevereiro 2002. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES042002.pdf>> . Acesso em: 02 maio 2021

BRASILEIRO, L. L.; MATOS, J. M. E. Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil. **Revista Cerâmica**, São Paulo, v. 61, n. 58, abr./jun., p. 178-189, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ce/a/8v5cGYtby3Xm3Snd6NjNdtQ/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 04 set. 2019.

CÂMARA, R. H. Análise de conteúdo: da teoria à prática em pesquisas sociais aplicadas às organizações. **Revista Interinstitucional de Psicologia**, n. 6, v. 2, p. 179-191, 2013.

Disponível em: <http://pepsic.bvsalud.org/pdf/gerais/v6n2/v6n2a03.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2020.

CARDOSO, A.; GALATTO, S.; GUADAGNIN, M. Estimativa de geração de resíduos da construção civil e estudo de viabilidade de usina de triagem e reciclagem. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, n. 31, p. 1-10, 2014.

CARVALHO, Isabel Cristina de Moura. Educação Ambiental: a formação do sujeito ecológico. São Paulo: Cortez, 2011

CASSEMIRO, K.; HENRIQUE, A. L. S. Para onde apontam as atuais Diretrizes Curriculares? Um olhar sobre as DCNs de engenharia. **Currículo sem Fronteiras**, v. 20, n. 3, p. 656-683, set./dez. 2020. Disponível em: <https://www.curriculosemfronteiras.org/vol20iss3articles/cassemi-ro-henrique.pdf>. Acesso em: 30 out. 2021.

COTTA, Maria Amélia de Castro; DEL-MASSO, Maria Cândida Soares; SANTOS, Marisa Aparecida Pereira. **Ética em pesquisa científica: conceitos e finalidades**. 2012. Disponível em: https://acervodigital.unesp.br/bitstream/unesp/155306/1/unesp-nead_reei1_ei_d04_texto2.pdf. Acesso em 12 nov. 2022.

CIB - INTERNATIONAL COUNCIL FOR RESEARCH AND INNOVATION IN BUILDING AND CONSTRUCTION. **Agenda 21 para a construção sustentável** / trad. De I. Gonçalves, T. Whitaker; ed. de G. Weinstock. – São Paulo, 2000.131 p.

COSTA, L. A. C.; MOURA, M. W. Novas DCN: o que a sociedade pode esperar dos novos engenheiros. **Revista Trimestral do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do RS**. Ed. 134. Disponível em: <https://www.conselhoemrevista.inf.br/post/novas-dcns-o-que-a-sociedade-pode-esperar-dos-novos-engenheiros>. Acesso em: 20 set. 2020.

CREMASCO, M. A. A responsabilidade social na formação de engenheiros. **Instituto Ethos de Empresa e Responsabilidade Social. (Org.). Responsabilidade social das empresas**, v. 1, p. 17-42, 2009. Disponível em: https://docs.ufpr.br/~rtkishi.dhs/TH045/TH045_02_Cremasco.pdf. Acesso em: 24 jul. 2020.

DA SILVA, L. C.; QUELHAS, O. L. G.; FRANÇA, S. L. B. A inclusão dos princípios do desenvolvimento sustentável no ensino da engenharia. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA, COBENGE, XXXVI**. 2008.

DAVIDSON, C.I.; HENDRICKSON, C.T.; MATTHEWS, H.C.; BRIDGES, M.W.; ALLEN, D.T.; MURPHY C.F.; ALLENBY B.R.; CRITTENDEN J.C.; AUSTIN S. **Preparing future engineers for challenges of the 21st century: Sustainable engineering**. In: *Journal of Cleaner Production*, v.18, p. 698–701, 2010.

DELORS, Jacques (org.). **Educação: um tesouro a descobrir**. São Paulo, Cortez, 1999.

DEMAJOROVIC, Jacques; DA SILVA, Helio Cesar Oliveira. Formação interdisciplinar e sustentabilidade em cursos de administração: desafios e perspectivas. **Revista de Administração Mackenzie (Mackenzie Management Review)**, v. 13, n. 5, 2012.

DEMO, Pedro. **Metodologia do conhecimento científico**. São Paulo: Atlas, 2013.

DILTHEY, Wilhelm. **Introdução às Ciências Humanas**: tentativa de uma fundamentação para o estudo da sociedade e da história. São Paulo, ed. GEN, 2010.

DUARTE, Francilene. **Didática do Ensino Superior**. 2020. Disponível em: <http://repositorio.laboro.edu.br:8080/jspui/handle/123456789/33>. Acesso em: 20 de jan. 2022

ELKINGTON, J. Triple bottom line revolution: reporting for the third millennium. **Australian CPA**, v. 69, p. 75, 1994. Disponível em: <https://www.proquest.com/docview/211310601>. Acesso em: 20 set. 2018.

FRANCO, Maria Laura Puglisi Barbosa. **Análise de conteúdo**. 3. ed. Brasília: Líber Livro, 2008.

GOLDEMBERG, J.; AGOPYAN, V.; JOHN, V. M. **O desafio da sustentabilidade na construção civil**. v. 5. São Paulo: Editora Blucher. 2011.

GOMES, Alberto Albuquerque. Estudo de caso-Planejamento e métodos. **Nuances: estudos sobre Educação**, v. 15, n. 16, 2008.

HUME, David. **Investigação Sobre o Entendimento Humano**. Trad. de Artur Morão. Lisboa: Edições 70, 1989.

IRAMUTEC. **Tutorial para uso do software de análise textual IRAMUTEQ**. 2013. Disponível em: <http://www.iramuteq.org/documentation/fichiers/tutoriel-en-portugais>. Acesso em: 12 abr. 2021.

JUNIOR, I. F. Inovação tecnológica e modernização na indústria da construção civil. **Ciência et Praxis**, Passos, v. 1, n. 02, p. 11-16, 2008. Disponível em: <https://revista.uemg.br/index.php/praxys/article/view/2078/1072>. Acesso em: 25 jan. 2022.

KANT, Immanuel. **Crítica da Razão Pura**. 5ª edição; Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2001.

KILPATRICK, Willian Heard. **Educação para uma civilização em mudança**. 5. ed. São Paulo: Melhoramentos, 1967.

KNECHTEL, Maria do Rosário. **Metodologia da pesquisa em educação**: uma abordagem teórico-prática dialogada. Curitiba: Intersaberes, 2014.

LEDERWASCH, A.; MUKHEIBIR P. The Triple Bottom Line and Progress toward Ecological Sustainable Development: Australia's Coal Mining Industry as a Case Study. **Resources**, n. 2, p. 26-38, 2013. DOI: 10.3390/resources2010026. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2079-9276/2/1/26>. Acesso em: 20 maio 2019

LEITE, C.; AWAD, J. D. C. M. **Cidades sustentáveis: desenvolvimento sustentável num planeta urbano**. Porto Alegre: Bookman, 2012. 264 p.

LIBRELOTTO, L. I.; FERROLI, P. C. M. **Educação à distância e sustentabilidade: uma proposta para o ENSUS**. In: II Encontro de sustentabilidade em projeto do Vale do Itajaí, 2008, Balneário Camboriú.

LOPES, A. C. C.; PEDROSA, J. G. **O Lugar da Sustentabilidade em Currículos de Engenharia Civil em Instituições Federais Mineiras**. Belo Horizonte: CEFET-MG, 2014. p. 4. Disponível em: <https://silo.tips/download/o-lugar-da-sustentabilidade-nos-curriculos-de-cursos-de-engenharia-civil-em-duas-3>. Acesso em: 05 fev. 2019.

LOPES, J.; OLIVEIRA, R.; ABREU, M. I. The Sustainability of the Construction Industry in Sub-Saharan Africa: some new evidence from recent data. **Procedia Engineering**, v. 172, p. 657-664, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/315370049_The_Sustainability_of_the_Construction_Industry_in_Sub-saharan_Africa_Some_New_Evidence_from_Recent_Data. Acesso em: 20 jun. 2019

LOPES, S. J. L. *et al.* Docência no Ensino Superior: importância do conhecimento prático para ensino da Engenharia Civil. **Brazilian Journal of Development**, São Jose dos Pinhais, v. 7, n. 2, p. 15596-15609, 2021. Disponível em: <https://brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/24667/19711>. Acesso em: 25 jan. 2022

LOUREIRO, Solange Maria; DO VALLE PEREIRA, Vera Lúcia Duarte; JUNIOR, Waldemar Pacheco. A sustentabilidade e o desenvolvimento sustentável na educação em engenharia. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 20, n. 1, p. 306-324, 2016.

MANNING, Peter K., Metaphors of the field: varieties of organizational discourse, In *Administrative Science Quarterly*, vol. 24, no. 4, December 1979, pp. 660-671

MARQUES, Cristian Teixeira; GOMES, Bárbara Maria Fritzen; BRANDLI, Luciana Londero. Consumo de água e energia em canteiros de obra: um estudo de caso do diagnóstico a ações visando à sustentabilidade. **Ambiente construído**, v. 17, p. 79-90, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ac/a/wjvMydYMMNZ5SbPBXYCVmxG/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 25 maio 2018.

MENDES, R. M.; MISKULIN, R. G. S. A análise de conteúdo como uma metodologia. **Cadernos de Pesquisa**, v. 47, n. 165, p. 1044-1066, 2017. DOI: 10.1590/198053143988.

MINAYO, M.C.S. **O Desafio do Conhecimento: Pesquisa Qualitativa em Saúde**. 10. ed. São Paulo: HUCITEC, 2007.

MOLINA, M. L. A.; JUNIOR, W. A. Formação em engenharia civil: desafios para o currículo na UFJF. In: **XLII COBENGE-XLII CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA**. 2014. p. 18-30.

MORAES, R. Análise de conteúdo. **Revista Educação**, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4125089/mod_resource/content/1/Roque-Moraes_Analise%20de%20conteudo-1999.pdf. Acesso em: 15 jan. 2022

MORIN, Edgar et al. **Os setes saberes necessários à educação do futuro**. Cortez Editora, 1999.

MUSSLINER, B. O. *et al.* O problema da evasão universitária: um desafio à democratização do ensino superior público. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 7, n. 4, p. 42738-42758, abr., 2021. Disponível em: <https://brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/download/28961/22879>. Acesso em: 15 jan. 2022.

OLABUENAGA, J. I. R.; ISPIZUA, M. A. **La descodificacion de la vida cotidiana: metodos de investigacion cualitativa**. Bilbao: Universidad de Deusto, 1989.

OLIVEIRA, D. C. Análise de Conteúdo Temático- Categorical: Uma proposta de sistematização. **Rev. Enferm**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 4, p. 569-576, out/ dez. 2008. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/bde-16162>. Acesso em: 10 jan. 2022

OLIVEIRA, G. M. F.; SANTIAGO, M. M. L.; ARAÚJO, M. L. F. Análise do projeto pedagógico de um curso de engenharia civil face ao PBL. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 39, n. 2, p. 66-74, 2019. DOI: 10.5935/2236-0158.20190021.

OLIVEIRA, V. F. **A engenharia e as novas DCN: oportunidades para formar mais e melhores engenheiros**. Rio de Janeiro: LTC, 2019.

PEREIRA, L. T. V.; BAZZO, W. A. **Introdução à engenharia: conceitos, ferramentas e comportamentos**. Disponível em: <http://www.abenge.org.br/cobenge/legado/arquivos/11/artigos/3351.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2021

PINHEIRO, Manuel. Construção sustentável: mito ou realidade. In: **Congresso Nacional de Engenharia do Ambiente**. 2003.

PINHEIRO, M. **Construção sustentável: mito ou realidade**. In: CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA DO AMBIENTE, 7., 2003. Disponível em: https://www.academia.edu/1395009/Constru%C3%A7%C3%A3o_Sustent%C3%A1vel_Mito_ou_Realidade. Acesso em: 30 out. 2019.

PINTO, V. R. C.; ARAÚJO, M. S. T. Estratégias de Ensino e Aprendizagem com Enfoque CTS em Cursos de Engenharia Civil. **HIPÁTIA-Revista Brasileira de História, Educação e Matemática**, v. 5, n. 1, p. 193-209, jun. 2020. Disponível em: <https://ojs.ifsp.edu.br/index.php/hipatia/article/view/1462/992>. Acesso em: 25 out. 2021.

PINTO, A. R. D. S. **A formação de engenheiros em Pernambuco: algumas histórias**. 2015. 116f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Educação da Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas. Campinas.

PROETTI, S. As pesquisas qualitativa e quantitativa como métodos de investigação científica: Um estudo comparativo e objetivo. **Revista Lumen-ISSN: 2447-8717**, v. 2, n. 4,

2018. Disponível em: <http://www.periodicos.unifai.edu.br/index.php/lumen/article/view/60>. Acesso em: 15 jan. 2022

RABELO, P. F. R.; ZAPLA, L. S.; AMORIM, S. R. L. **A realidade do setor da construção civil foi desafiada por dois professores de Engenharia**. Disponível em: <http://www.abenge.org.br/cobenge/legado/arquivos/11/artigos/3436.pdf>.

RECH, M., Novaes, T., Dorion, E. C. H., & Olea, P. M. Desenvolvimento Sustentável nas Perspectivas Ambiental, Econômica e Social no Brasil. In **XVII Mostra de Iniciação Científica, Pós-graduação, Pesquisa e Extensão**, 2017.

ROAF, S.; FUENTES, M.; THOMAS, S. Ecohouse: **A casa ambientalmente sustentável**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

ROHAN, U. *et al.* A formação do engenheiro civil inovador brasileiro frente aos desafios da tecnologia, do mercado, da inovação e da sustentabilidade. In: **Congresso Nacional de Excelência em Gestão**, 12., 2016. Disponível em: https://www.inovarse.org/sites/default/files/T16_389.pdf. Acesso em: 20 out. 2021.

SACRISTÁN, J. G. **O currículo**: uma reflexão sobre a prática. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2000.

SATTLER, M. A. **Edificações e comunidades sustentáveis: atividades em desenvolvimento no NORIE/UFRGS**. In: CIB Symposium on Construction & Environment - Theory into Practice, São Paulo, 2000.

SILVA, Artur Stamford da. **A circularidade reflexiva na demarcação da cientificidade do direito**. in: <https://www.jota.info/opiniao-e-analise/artigos/a-circularidade-reflexiva-na-demarcacao-da-cientificidade-do-direito-28072018>. 2018. Acesso em Outubro/2022.

SILVA, D. G. C.; SILVA, J. D. J. C.; KOHLMAN RABBANI, E. R. K. Importância do estudo da sustentabilidade nos cursos de graduação e pós-graduação de Engenharia Civil: estudo de caso em IES de Pernambuco. **Revista Principia**, João Pessoa, n. 34, p. 150-156, jun. 2017. ISSN 2447-9187. Disponível em: <https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/view/1354>. doi:<http://dx.doi.org/10.18265/1517-03062015v1n34p150-156>. Acesso em: 10 jan. 2019

SILVA FILHO, P. H. N. **Importância da experiência profissional para exercício da docência no curso de bacharelado em Engenharia Civil**. Disponível em: <https://downloads.editoracientifica.org/articles/210202996.pdf>. Acesso em: 25 de jan. 2022

SILVA, M. A. O. A emergente necessidade do estudo da gestão ambiental na formação do engenheiro civil. **Construindo**, Belo Horizonte, v. 13, n. 1, p. 1-8, 2021. Disponível em: <http://revista.fumec.br/index.php/construindo/article/download/8184/4210>. Acesso em: 15 jan. 2022

SOARES, J. R. *et al.* **Debates em educação em ciências**: desafios e possibilidades. Disponível em: <https://paginas.uepa.br/ppgeeca/wp-content/uploads/2021/05/Editora-BAGAI-Debates-em-Educa%C3%A7%C3%A3o-em-Ci%C3%A4ncias.pdf>. Acesso em: 10 de janeiro 2022.

SOBOTKA, Anna; SAGAN, Joana. Atividades Ambientais de Redução de Custos no Canteiro de Obras – Eficiência de Custos da Gestão de Resíduos: Estudo de Caso. **Engenharia de Procedia**, v. 161, p. 388-393, 2016. Disponível em: [https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-](https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=SOBOTKA%2C+A.%3B+SAGAN%2C+J.+Cost-Saving+Environmental+Activities+on+Construction+Site%3A+cost+efficiency+of+waste+management%3A+case+study.+Procedia+Engeneering%2C+v.+161%2C+p.+388-393%2C+2016.+Dispon%3ADvel+em&btnG=)

BR&as_sdt=0%2C5&q=SOBOTKA%2C+A.%3B+SAGAN%2C+J.+Cost-Saving+Environmental+Activities+on+Construction+Site%3A+cost+efficiency+of+waste+management%3A+case+study.+Procedia+Engeneering%2C+v.+161%2C+p.+388-393%2C+2016.+Dispon%3ADvel+em&btnG= Acesso em: 25 maio 2018.

SOTO, M. S. O.; AGRA, R.R; GERCIA, R. S.; VIZINI, V.O.S.; NAKAO, O.S.; AQUILES, J.A.B. **Os projetos pedagógicos de cursos de Engenharia Civil e as Diretrizes Curriculares Nacionais 2019**. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/003030771>. Acesso em: out. 2021.

SOTO, M. S. O. *et al.* Os projetos pedagógicos de cursos de Engenharia Civil e as Diretrizes Curriculares Nacionais. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA*, 47., 2019, Fortaleza. **Anais [...]**. Brasília: ABENGE, 2019.

SPRINGETT, Delyse. ‘Education for sustainability’ in the business studies curriculum: a call for a critical agenda. **Business Strategy and the Environment**, v. 14, n. 3, p. 146-159, 2005. TRIGUEIRO André, *Cidades e Soluções*, Casa da Palavra, 2017, 1ª Ed.

TESTEZLAF, R. **Engenharia agrícola na UNICAMP: análise de evasão de estudantes de graduação**. Eng. Agríc. Jaboticabal, v. 30, n. 6, p. 1160-1164, dezembro de 2010. Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/eagri/a/kHhgg3PkR79WsJ59gGtxC4K/abstract/?lang=pt>> acesso em 20 fev. 2022.

TOLENTINO, Patricia Caldeira et al. **Os estudos Ciência, Tecnologia e Sociedade e a Prática como Componente Curricular: Tensões, desafios e possibilidades na formação de professores nas Ciências Biológicas**. 2017.

TRIGUEIRO, A. **Cidades e Soluções: Como construir uma sociedade sustentável**. São Paulo: Leya, 2017.

VAZ, D.; MEINHARDT, M. **Formação docente no Ensino Superior: aproximações práticas entre ensino, empreendedorismo e inovação** [capítulo de livro]. 2021. Disponível em: <https://repositorio.unilasalle.edu.br/bitstream/11690/2307/1/vaz.meinhardt.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2022

VASCONCELLOS, B. et al. **Novas DCNS de engenharia, extensão curricular e engenharias engajadas: inovações e desafios da educação**. Disponível em: http://www.abenge.org.br/file/COBENGE2021_SD05-PROPOSTA.pdf. Acesso em: 25 out. 2021

VASCONCELLOS-SILVA, P.; ARAÚJO-JORGE, T. Análise de conteúdo por meio de nuvem de palavras de postagens em comunidades virtuais: novas perspectivas e resultados preliminares. *In: Congresso Ibero-Americano em Investigação Qualitativa*, 8., 2019, Lisboa. **Atas [...]** 2019. Aveiro: Ludomedia, 2019. v. 2, p. 41-48.

WORDCLOUDS. 2020. Disponível em:
<https://www.wordclouds.com/?yygpKbDS18.Uy8xNly3SS87P1bfwtEj0MvTTK8hLBwA>.
Acesso em: 14 dez. 2020.

YIN, Robert K. **Estudo de Caso: Planejamento e métodos**. Bookman editora, 2015.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: ARTMED, 2014

ZEULE, L. O.; SERRA, S. M. B. A sustentabilidade aplicada aos pré-moldados de concreto. **Revista Industrializar em Concreto**, p. 33-43, ago. 2015.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Parecer de aprovação do projeto pela coordenação do programa



UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE
FEDERAL DO RIO GRANDE



UNIVERSIDADE FEDERAL
DE SANTA MARIA

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO PAMPA

PARECER

O projeto de pesquisa intitulado **Análise da formação humanística, social e inovadora em cursos de Engenharia Civil de Pernambuco** do estudante de Doutorado Arlindo Raposo de Mello Sobrinho do PPG Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, sob a orientação do Prof. Dr. Luciano Andreatta Carvalho, vinculado ao referido PPG desta Universidade, é apresentado para apreciação da Comissão de Pós-Graduação deste PPG.

Trata-se de projeto de pesquisa cujo objetivo geral é investigar as percepções dos alunos de engenharia civil, quanto à implantação de novas tecnologias na construção, que minimizem os impactos ambientais, além da ampliação da visão social e humanística no ensino de engenharia civil nas escolas públicas no estado de Pernambuco.

A metodologia de coleta está apropriada, de abordagem quali-quantitativa. A abordagem qualitativa envolverá a captação dos dados relativos aos programas das Universidades quanto à pesquisa dos programas (grades curriculares, PPC, TCC) adotadas, ao passo que a abordagem quantitativa visa a realização de levantamento de campo de obras executadas ou em execução, com o emprego de elementos pré-fabricados.

Seu cronograma de execução, que pretende se adequar ao período de 48 meses, é adequado para a realização do projeto.

Sendo assim, somos de parecer favorável e aprovamos o presente projeto de pesquisa para doutorado em nosso PPG.

Por se tratar de pesquisa que envolve a coleta de dados com pessoas, a instituição envolvida deve manifestar seu aceite, assim como professores devem ser convidados a participar e, ao manifestar concordância, assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Ainda nesse sentido, recomenda-se que seja encaminhado para a aprovação no Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UFRGS.

Relatora: Tatiana Souza de Camargo

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Tatiana Souza de Camargo', with a long horizontal stroke extending to the right.

Porto Alegre, 30 de abril de 2021.

APÊNDICE B - Entrevistas realizadas com gestores da obra industrializada, no segundo artigo.

Entrevista 1

Questão 1 - No seu entendimento, o que há de inédito nesta obra como solução inovadora que possa trazer contribuição no âmbito da sustentabilidade ambiental das construções?

Questão 2 - Durante a sua graduação em Engenharia Civil, você teve oportunidade de participar de eventos ou disciplinas eletivas ou curriculares, voltadas para a construção industrializada?

Questão 3 - No seu entendimento, como você vê o futuro das construções industrializadas em Pernambuco e no País?

Questão 4 - Você teve algum treinamento, voltado para obras metálicas, antes do início da obra, oferecido pela contratada.

Questão 5 - Na equipe técnica da empresa há profissionais com especialização em construções com pré-fabricados?

Questão 6 - A estrutura metálica, empregada na obra (pilares, treliças, terças, caixa d'água, etc.), foi confeccionada em Pernambuco? Caso contrário, como é a disciplina logística de transporte?

Questão 7 - O reservatório inferior é parte do castelo d'água que também é na disciplina de estrutura metálica?

Questão 8 - A fundação foi estaca hélice. Para os blocos de fundação, foram adotadas formas metálicas. Como você vê o uso das formas metálicas nas construções?

Questão 9 - O fechamento lateral da obra (paredes) será em alvenaria de tijolos cerâmicos, concreto ou painéis industrializados como *drywall* ou outra solução?

Questão 11 - O prédio administrativo seguirá os mesmos padrões construtivos, adotados na parte comercial?

Questão 12 - Qual o processo construtivo adotado para a câmara fria?

Questão 13 - No tocante à sustentabilidade, para o futuro uso da obra foram adotadas algumas medidas como reuso de águas servidas, águas de chuva ou outras medidas relevantes?

Questão 14 - O tripé da sustentabilidade abrange os aspectos econômicos, ambientais e sociais. Como você vê a contribuição ambiental pelo processo construtivo adotado nesta e para outras obras?

Questão 15 - Baseado na experiência já adquirida como engenheiro, o que você acrescenta de informações relevantes para o nosso trabalho, relativo a construções industrializadas e a contribuição para a sustentabilidade ambiental.

Entrevista 2

“Formar um profissional generalista, humanista, crítico, reflexivo e capacitado a absorver e desenvolver novas tecnologias e solucionar problemas, considerando aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais que o envolve, habilitando-o ao desenvolvimento da Engenharia Civil em atendimento às demandas da sociedade”.

"Além de contribuir para a formação de profissionais altamente qualificados, com uma visão crítica, criativa e inovadora, por meio de uma sólida formação geral e humanística."

As duas passagens acima referem-se a dois PPC dos cursos de Engenharia. Pergunta-se:

- 1) Observa uma conexão da técnica estudada, ao longo do curso de Engenharia com valores humanos?
- 2) Consideras importante que o engenheiro tenha compreensão sobre questões políticas, econômicas e sociais?
- 3) O que entendes por uma visão crítica, criativa e inovadora? Se possível, dê exemplos.