

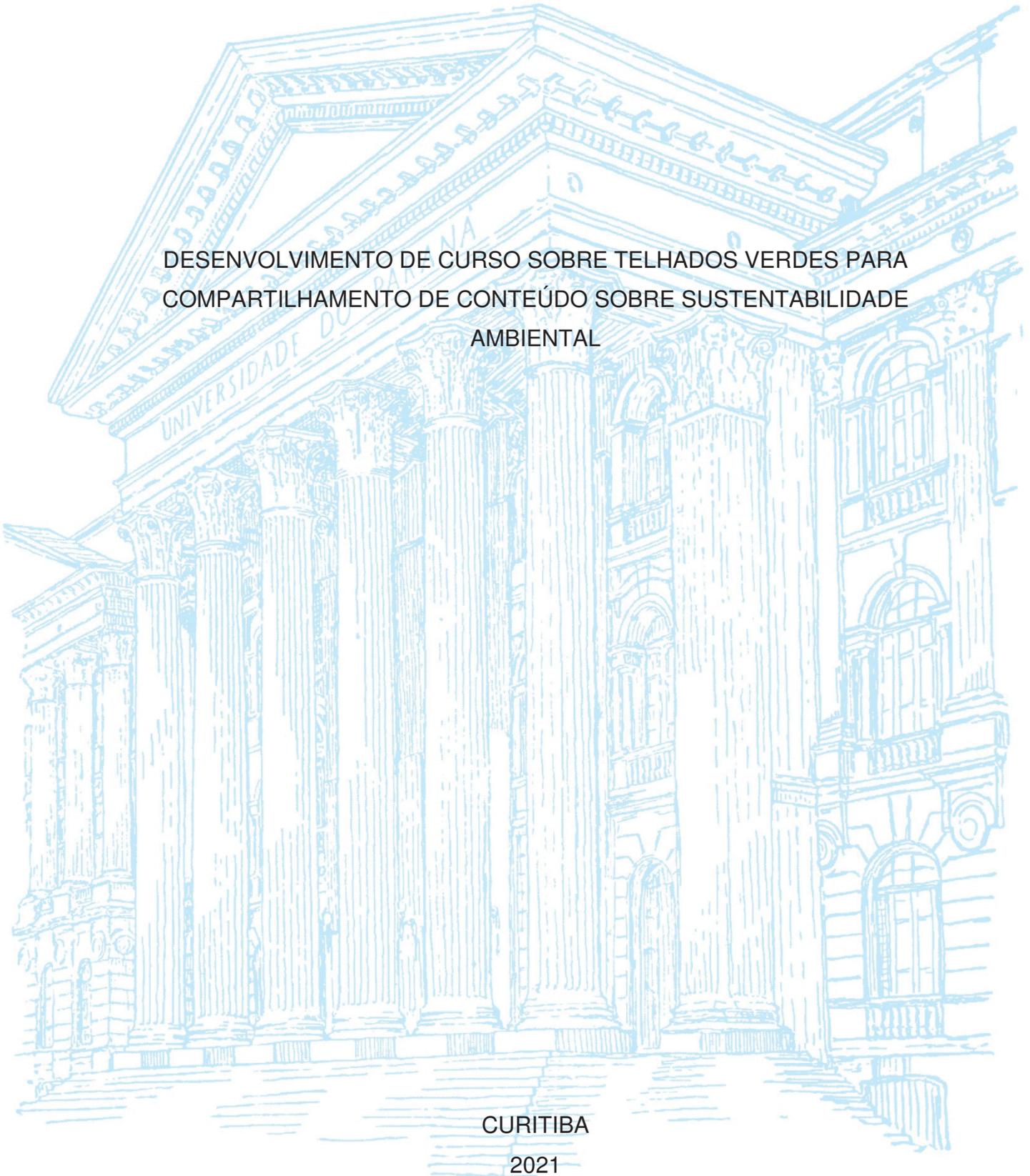
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

RAPHAELA KIMIE HISAMATSU SMANIOTTO

DESENVOLVIMENTO DE CURSO SOBRE TELHADOS VERDES PARA  
COMPARTILHAMENTO DE CONTEÚDO SOBRE SUSTENTABILIDADE  
AMBIENTAL

CURITIBA

2021



RAPHAELA KIMIE HISAMATSU SMANIOTTO

DESENVOLVIMENTO DE CURSO SOBRE TELHADOS VERDES PARA  
COMPARTILHAMENTO DE CONTEÚDO SOBRE SUSTENTABILIDADE  
AMBIENTAL

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Construção Civil - PPGEC, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná como requisito à conclusão do Mestrado em Engenharia da Construção Civil, área de concentração Sustentabilidade no Ambiente Construído.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Fernando Tavares  
Coorientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria do Carmo Duarte  
Freitas

CURITIBA

2021

Universidade Federal do Paraná  
Sistema de Bibliotecas

Smaniotto, Raphaela Kimie Hisamatsu

Desenvolvimento de curso sobre telhados verdes para compartilhamento de conteúdo sobre sustentabilidade ambiental. [recurso eletrônico] / Raphaela Kimie Hisamatsu Smaniotto. – Curitiba, 2021.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Construção Civil. Setor de Tecnologia. Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Fernando Tavares

Coorientadora: Profa. Dra. Maria do Carmo Duarte Freitas

1. Telhados. 2. Construção sustentável. 3. Engenharia sustentável. 4. Cursos Online Abertos e Massivos (Ensino via web). 5. MOOCs. I. Tavares, Sérgio Fernando. II. Freitas, Maria do Carmo Duarte. III. Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Construção Civil. Setor de Tecnologia. Universidade Federal do Paraná. IV. Título.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SETOR DE TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ENGENHARIA CIVIL -  
40001016049P2

## TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação ENGENHARIA CIVIL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **RAPHAELA KIMIE HISAMATSU SMANIOTTO** intitulada: **DESENVOLVIMENTO DE CURSO SOBRE TELHADOS VERDES PARA COMPARTILHAMENTO DE CONTEÚDO SOBRE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL**, sob orientação do Prof. Dr. SÉRGIO FERNANDO TAVARES, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestra está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 26 de Novembro de 2021.

Assinatura Eletrônica

30/11/2021 16:42:24.0

SÉRGIO FERNANDO TAVARES

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

08/02/2022 18:08:31.0

MARIANA GRASSI NOYA

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

29/11/2021 14:03:48.0

AVANILDE KEMCZINSKI

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA)

---

Centro Politécnico - CURITIBA - Paraná - Brasil

CEP 81531-980 - Tel: (41) 3361-3110 - E-mail: ppgecc@ufpr.br

Documento assinado eletronicamente de acordo com o disposto na legislação federal Decreto 8539 de 08 de outubro de 2015.

Gerado e autenticado pelo SIGA-UFPR, com a seguinte identificação única: 131219

Para autenticar este documento/assinatura, acesse <https://www.prppg.ufpr.br/siga/visitante/autenticacaoassinaturas.jsp>  
e insira o código 131219

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à CAPES por acreditar na pesquisa brasileira e por financiar esta pesquisa. À UFPR e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - PPGEC pela oportunidade de acesso à educação gratuita e de qualidade.

Agradeço ao meu orientador Sergio Fernando Tavares, por todo o conhecimento humildemente compartilhado sobre Telhados Verdes e Sustentabilidade, além de sua tranquilidade, sabedoria e olhar de pesquisador.

À minha co-orientadora, Maria do Carmo Duarte Freitas, agradeço de todo o coração por acreditar em mim, me guiar e me inspirar. Obrigada por me instigar a dar o meu melhor, a desmistificar minhas crenças limitantes, por abrir os meus olhos para um mundo de possibilidades para a educação.

Aos colegas e amigos do grupo de pesquisa GPCIT, que tiveram a humildade de compartilhar de bom grado seu conhecimento, me apoiando e me inspirando das mais diversas formas: Renan, Aline, Milton, Eloni, Regiane, Rafaela, Felipe, Leonardo, Hellen, Carolina, Bianca, André e Adriano: meu muito obrigada.

Aos colegas e amigos do ISCC e egressos do PPGEC por compartilharem comigo suas pesquisas, sobretudo à Adriane Savi, Bruna Bär, Thamille Casagrande e Thaís Lopes, que além de seu conhecimento, compartilharam também o seu tempo. Espero tê-las honrado com esta pesquisa.

Agradeço ao meu companheiro Gil e meu filho Felipe, por todo amor, apoio, inspiração, paciência e compreensão. Peço perdão pelos momentos de ausência, espero recompensá-los em breve.

Aos meus pais Armando e Judith pelo dom da minha vida, por serem meu norte, e por juntamente a meus irmãos me apoiarem de todas as formas.

Agradeço à Deus, por me lembrar a cada dia do meu propósito, e à toda a sociedade, por permitir que eu tivesse acesso a esse conhecimento. Minha dívida com vocês é eterna.

Meu agradecimento especial aos meus amados tios, Jorge Hisamatsu e Tizuko Hisamatsu Meller. Pela lição de vida e amor.

## RESUMO

A preocupação em disseminar o conhecimento científico produzido nas universidades encontra na educação aberta uma forma de rapidamente ser distribuída para a sociedade. As pesquisas sobre sustentabilidade e, em especial, sobre telhados verdes, impactam diretamente na vida do cidadão, razão que motiva esta pesquisa que tem como objetivo o compartilhamento de conhecimento por meio dos *Massive Open Online Courses* – MOOC –, de modo a desenvolver competências em sustentabilidade em estudantes e profissionais do setor da Construção Civil. O tema Telhados Verdes foi selecionado por possuir um lastro de mais de 10 anos em pesquisas dentro do PPGEC, constatado a partir de pesquisa documental em artigos e dissertações coletadas que deram o ponto de partida para desenvolvimento dos cursos. Trata-se de uma pesquisa de natureza aplicada, normativa e qualitativa, desenvolvida sob o método do *Design Science Research*, cujo processo resultou em um produto composto pelos MOOC 01: “Noções sobre Sustentabilidade na Construção Civil”, e MOOC 02: “Introdução aos Telhados Verdes”. Ambos os cursos foram desenvolvidos seguindo os princípios da Educação Aberta e da Modelagem de Curso por Competência. Em ambos ocorreu a validação sendo que: o primeiro no formato de micro aprendizagem (NanoMOOC), ou seja, com carga menor (8 horas) foi submetido aos usuários com divulgação nas redes sociais, e o segundo MOOC com carga horária maior (30 horas) foi submetido à avaliação de especialistas da área de Sustentabilidade (tema) e Gestão da Informação (formato). Ambos os cursos se apresentam como inovadores na forma de entrega e apresentam conteúdo que certamente contribui para sociedade formando uma geração atenta aos problemas das cidades e das edificações. Ainda que estes permitem compartilhar o conhecimento sobre Telhados Verdes e Sustentabilidade desenvolvido dentro do PPGEC, com feedback positivo do público e especialistas.

Palavras-chave: Telhado Verde. MOOC. Sustentabilidade. Educação Aberta. Construção Civil.

## ABSTRACT

The concern with disseminating the scientific knowledge produced in universities finds in open education a way to be quickly distributed to society. Research on sustainability and, in particular, on green roofs, have a direct impact on the lives of citizens, a reason that motivates this research, which aims to share knowledge through Massive Open Online Courses - MOOC - in order to develop sustainability competencies in students and professionals of the Civil Construction sector. The theme Green Roofs was selected because it has more than 10 years of research in the PPGEC, ascertained from documentary research in articles and dissertations that provided the starting point for the development of the courses. This is an applied, normative and qualitative research, developed under the Design Science Research method, whose process resulted in a product composed by MOOC 01: "Notions about Sustainability in Civil Construction", and MOOC 02: "Introduction to Green Roofs". Both courses were developed following the principles of Open Education and Competence-Based Course Modeling. Both courses were validated: the first one in the micro learning format (NanoMOOC), i.e., with a lower workload (8 hours) was submitted to the users with dissemination in social networks, and the second MOOC with a higher workload (30 hours) was submitted to the evaluation of experts in the areas of Sustainability (theme) and Information Management (format). Both courses are innovative in the way they are delivered and present content that certainly contributes to society by forming a generation aware of the problems of cities and buildings. Even though they allow sharing the knowledge about Green Roofs and Sustainability developed within PPGEC, with positive feedback from the public and experts.

Translated with [www.DeepL.com/Translator](http://www.DeepL.com/Translator) (free version).

Keywords: Green Roof. MOOC. Sustainability. Open Education. Construction.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - USOS FINAIS DE ENERGIA POR SETOR.....	20
FIGURA 2 - FLUXO ENERGÉTICO TOTAL POR SETOR (ANO BASE 2020).....	21
FIGURA 3 - FLUXO DE ENERGIA ELÉTRICA POR SETOR (ANO BASE 2020).....	21
FIGURA 4 - CASAS TRADICIONAIS NA ISLÂNDIA.....	30
FIGURA 5 - CASA NA TANZÂNIA .....	30
FIGURA 6 - CLASSIFICAÇÃO DOS TELHADOS VERDES DE ACORDO COM O TIPO DE USO, FATORES CONSTRUTIVOS E MANUTENÇÃO .....	31
FIGURA 7 - TELHADO VERDE EXTENSIVO NA ÁUSTRIA (a) E NO REINO UNIDO (b).....	32
FIGURA 8 - TELHADO VERDE SEMI-INTENSIVO EM PALKOVICE, REPÚBLICA CHECA .....	33
FIGURA 9 - TERRAÇO-JARDIM DO PALÁCIO CAPANEMA, DESENHO DO PAISAGISTA ROBERTO BURLEMARX.....	34
FIGURA 10 - TELHADO INTENSIVO DA WIEGMANN-KLINIK. BERLIM, ALEMANHA. ....	34
FIGURA 11 - <i>BLUE GREEN ROOF</i> NA ANTUÉRPIA.....	35
FIGURA 12 - ASSOCIAÇÃO ENTRE TELHADO VERDE E PAINEL FOTOVOLTAICO EM CLAPHAM PARK, LAMBETH, LONDON.....	36
FIGURA 13 - CAMADAS DO TELHADO VERDE .....	37
FIGURA 14 - IMPERMEABILIZAÇÃO DOS PROTÓTIPOS UTILIZADOS NOS EXPERIMENTOS.....	38
FIGURA 15 - MEMBRANA GEOTÊXTIL ESTRUTURADA .....	40
FIGURA 16 - SISTEMA ALVEOLAR LEVE ECOTELHADO .....	40
FIGURA 17 - SISTEMA HEXA® ECOTELHADO.....	41
FIGURA 18 - SISTEMA HYDROPACK® (MÓDULOS) E ACROPACK® (ESTRUTURA).....	41
FIGURA 19 - IMAGEM DOS PROTÓTIPOS DE TESTES PARA O EXPERIMENTO .....	43
FIGURA 20 - ESPÉCIES ANALISADAS NO EXPERIMENTO .....	44
FIGURA 21 - HIERARQUIA ENTRE AS CONFIGURAÇÕES DE TELHADO QUANTO À TEMPERATURA SUPERFICIAL SUPERIOR .....	45
FIGURA 22 - ESQUEMA DOS BENEFÍCIOS NA ESCALA DO EDIFÍCIO.....	46

FIGURA 23 - ESQUEMA DOS BENEFÍCIOS NA ESCALA DA CIDADE .....	47
FIGURA 24 - ESQUEMA DOS BENEFÍCIOS NA ESCALA DA CIDADE 2 .....	47
FIGURA 25 - ESQUEMA DA TRANSFERÊNCIA DE CALOR NOS TELHADOS VERDES .....	49
FIGURA 26 - ESQUEMA DO EFEITO DA ILHA DE CALOR URBANO .....	51
FIGURA 27 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA SIMULAÇÃO DE TEMPERATURA PARA O PERÍODO DIURNO .....	52
FIGURA 28 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA SIMULAÇÃO DE TEMPERATURA PARA O PERÍODO NOTURNO .....	53
FIGURA 29 - RELAÇÃO ENTRE A INCLINAÇÃO DO TELHADO X PARÂMETROS ANALISADOS NA PESQUISA .....	56
FIGURA 30 - CROSS RAIL STATION, LONDRES .....	58
FIGURA 31 - IMPACTOS AMBIENTAIS X BENEFÍCIOS DA INFRAESTRUTURA VERDE.....	59
FIGURA 32 - CÁLCULO DA INCLINAÇÃO DO TELHADO E MAPEAMENTO DAS ÁREAS PLANAS DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO .....	62
FIGURA 33 - ESQUEMA DAS FASES ENVOLVIDAS NO CICLO DE VIDA DE UM PRODUTO, ATIVIDADE OU SERVIÇO.....	64
FIGURA 34 - TAXONOMIA DA MOTIVAÇÃO HUMANA .....	79
FIGURA 35 - EQUIPE ENVOLVIDA NO PROJETO #SOUFPR.....	81
FIGURA 36 - CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....	82
FIGURA 37 - ETAPAS DA ABORDAGEM DO CONTEÚDO.....	84
FIGURA 38 - ETAPAS DA ABORDAGEM DO FORMATO .....	86
FIGURA 39 - CANVAS BUSINESS MODEL DO PROJETO DO GP-CIT .....	87
FIGURA 40 - ESTÁGIOS DESIGN THINKING.....	91
FIGURA 41 - BANNER DE DIVULGAÇÃO DO WORKSHOP DE TELHADOS VERDES .....	98
FIGURA 42 - ETAPA CONCEITUAL E EXPOSITIVA .....	99
FIGURA 43 - OFICINA DE CONSTRUÇÃO DE PROTÓTIPO DE TELHADO VERDE .....	99
FIGURA 44 - INTERFACE DO CADERNO INTERATIVO NO MICROSOFT SWAY .....	100
FIGURA 45 - INTERFACE DO RECURSO H5P “LIVRO INTERATIVO” NO MOODLE .....	101

FIGURA 46 - RECURSO LINHA DO TEMPO DA FERRAMENTA H5P.....	101
FIGURA 47 - APRESENTAÇÃO CRIADA PARA VIDEOAULAS USANDO O APLICATIVO CANVA.....	102
FIGURA 48 - GRAVAÇÃO DE VIDEOAULA EM ESTÚDIO CASEIRO.....	102
FIGURA 49 - INTERFACE MOOC 01: NOÇÕES SOBRE SUSTENTAB. NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	104
FIGURA 50 - INTERFACE MOOC 02: INTRODUÇÃO AOS TELHADOS VERDES .....	104

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - BARREIRAS À DIFUSÃO DA TECNOLOGIA DAS CVS.....	68
GRÁFICO 2 - ANÁLISE GRÁFICA DO PERFIL DOS ESTUDANTES MATRICULADOS EM MOOCS DA PLATAFORMA COURSERA .....	76
GRÁFICO 3 - NÚMERO DE PARTICIPANTES ATIVOS AO LONGO DO CURSO	106

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - TÓPICOS ABORDADOS - CONTEÚDO .....	27
QUADRO 2 - TÓPICOS ABORDADOS - FORMATO .....	28
QUADRO 3 - QUADRO ESQUEMÁTICO DAS CAMADAS X SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS.....	48
QUADRO 4 - MATERIAIS UTILIZADOS EM SOLUÇÕES DE COBERTURA.....	65
QUADRO 5 - DIMENSÕES DO MOOC SEGUNDO CANOLE (2013) E BREMMER (2013).....	75
QUADRO 6 - DEFINIÇÃO DAS ESTRATÉGIAS DE PESQUISA A PARTIR DOS OBJETIVOS .....	80
QUADRO 7 - DIRETRIZES DO CICLO DE VIDA DO CONTEÚDO BASEADO EM COMPETÊNCIA PARA MOOC .....	83
QUADRO 8 - DISSERTAÇÕES SOBRE TELHADO VERDE - PPGEC .....	85
QUADRO 9 - ARTIGOS SOBRE TELHADO VERDE. - PPGEC .....	85
QUADRO 10 - MODELAGEM DO MOOC: ETAPAS 1 A 6 .....	91
QUADRO 11 - MODELAGEM DO MOOC: ETAPAS 7 A 12 .....	92
QUADRO 12 - COMPETÊNCIAS MOOC 01 – Noções sobre Sustentabilidade na Construção Civil .....	94
QUADRO 13 - COMPETÊNCIAS MOOC 02 – Introdução aos Telhados Verdes .....	95
QUADRO 14 - ASPECTOS TÉCNICOS INICIAIS.....	96
QUADRO 15 - TÓPICOS E MÓDULOS DOS MOOCS 01 E 02 .....	96

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - MUNICÍPIOS COM MAIOR NÚMERO DE MORADORES EM ÁREAS DE RISCO A DESASTRES NATURAIS NO BRASIL – CENSO DEMOGRÁFICO 2010, SEGUNDO POPULAÇÃO ABSOLUTA.....	23
TABELA 2 - QUANTIDADE DE ÁGUA ESCOADA TOTAL MEDIDA NO EXPERIMENTO .....	55
TABELA 3 - MÉDIA DE RETENÇÃO DE ESCOAMENTO DE 5 TIPOS DE TELHADO VERDE DURANTE O PERÍODO DE MONITORAMENTO.....	57
TABELA 4 - TENDÊNCIAS DO MERCADO EUROPEU DE TELHADO VERDE .....	60
TABELA 5 - ÁREA GLOBAL DO TELHADO VERDE E DENSIDADE.....	61
TABELA 7 - ATUAÇÃO DO PARTICIPANTE.....	107
TABELA 8 - RUBRICA 01: MOTIVAÇÃO.....	108
TABELA 9 - RUBRICA 01: APRENDIZAGEM REFLEXIVA .....	109
TABELA 10 - RUBRICA 01: MOTIVAÇÃO PARA INSCRIÇÃO .....	109
TABELA 11 - RUBRICA 02 - MOTIVAÇÃO.....	110
TABELA 12 - RUBRICA 02 – APRENDIZAGEM REFLEXIVA .....	110
TABELA 13 - MÉDIAS DE AVALIAÇÃO E AUTOAVALIAÇÃO POR MÓDULO.....	111

## LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

ACV / LCA	- Avaliação de Ciclo de Vida (Life Cycle Assessment)
ACVE	- Avaliação de Ciclo de Vida Energético
AEC	- Arquitetura e Engenharia Civil
AVA	- Ambiente Virtual de Aprendizagem
CC BY-NC-SA	- Licença Creative Commons – uso, reuso e remixagem para fins não comerciais, com atribuição ao autor, distribuir novo material sob a mesma licença.
CIPEAD	- Coordenadoria de Integração de Políticas de Educação a Distância da UFPR
CO <sub>2</sub>	- Gás carbônico; dióxido de carbono
COVID 19	- Corona Virus Disease
CREA/PR	- Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
DSR	- Design Science Research
EA	- Educação Aberta
EE	- Energia Embutida
EFB	-European Federation of Green Roof and Wall Associations (Federação Europeia de Telhados e Paredes Verdes)
FLL	- Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau (Sociedade de Pesquisa e Desenvolvimento em Paisagismo)
GP-CIT	- Grupo de Pesquisa em Ciência, Informação e Tecnologia – UFPR
H5P	- HTML5 Package
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IES	- Instituição de Ensino Superior
ISCC	- Informação e Sustentabilidade na Construção Civil
LIDAR	- Light Detection and Ranging
MEC	- Ministério da Educação
MIT	- Massachusetts Institute of Technology
MOODLE	- Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment
MOOC	- Massive Open Online Course
ODS	- Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU	- Organização das Nações Unidas
PDP	- Processo de Desenvolvimento de Produto

PEA	- Prática Educacional Aberta
PEAD/HPDE	- Polietileno de Alta Densidade
PBAD/LPDE	- Polietileno de Baixa Densidade
pH	- Potencial Hidrogeniônico
PPC	- Projeto Pedagógico de Curso
PPGEC	- Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil
REA/OER	- Recurso Educacional Aberto ( <i>Open Educational Resources</i> )
SARS-CoV	- Síndrome Respiratória Aguda Grave por Coronavírus
SOUFPR	- Smart Open University - UFPR
TIC	- Tecnologia da Informação e Comunicação
UFPR	- Universidade Federal do Paraná
UNESCO	- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>16</b>
1.1	PROBLEMA DE PESQUISA .....	18
1.2	PRESSUPOSTO .....	18
1.3	OBJETIVOS .....	19
1.3.1	Objetivo geral .....	19
1.3.2	Objetivos específicos.....	19
1.4	JUSTIFICATIVA.....	20
1.5	CONTEXTUALIZAÇÃO NO PROGRAMA .....	24
1.6	LIMITAÇÕES DA PESQUISA.....	25
1.7	ESTRUTURA DO TRABALHO .....	26
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>29</b>
2.1	TELHADOS VERDES.....	29
2.1.1	Classificação dos Telhados Verdes.....	31
2.1.2	Composição dos Telhados Verdes .....	36
2.1.3	Serviços Ecológicos dos Telhados Verdes .....	45
2.1.4	Escala do edifício - Conservação de energia e desempenho térmico .....	48
2.1.5	Escala da Cidade - Redução das ilhas de calor urbanas .....	51
2.1.6	Escala da cidade - Gestão das águas pluviais e qualidade da água escoada 54	
2.1.7	Ganhos para o habitat urbano – melhoria da qualidade do ar e biodiversidade .....	58
2.1.8	Telhados Verdes e as cidades: Infraestrutura Verde e Agricultura Urbana ..	59
2.1.9	Avaliação do Ciclo de Vida dos Telhados Verdes .....	64
2.1.10	Desafios para a implantação dos Telhados Verdes .....	67
<b>3</b>	<b>EDUCAÇÃO ABERTA .....</b>	<b>70</b>
3.1	<i>MASSIVE OPEN ONLINE COURSE - MOOC</i> .....	73
3.2	CLASSIFICAÇÃO DOS MOOCS.....	75
3.3	APRENDIZAGEM AUTÔNOMA E MOTIVAÇÃO.....	77
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>80</b>
4.1	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....	82
4.2	ESTRUTURA DE DESENVOLVIMENTO DO ARTEFATO DA PESQUISA ..	82
4.2.1	Abordagem sobre o conteúdo .....	84

4.2.2	Abordagem sobre o formato .....	86
<b>5</b>	<b>DESENVOLVIMENTO DO ARTEFATO.....</b>	<b>90</b>
5.1	PLANO DE AÇÃO .....	91
5.2	MODELAGEM DOS MOOCs.....	92
5.2.1	Etapa 01: Identificação do público-alvo ( <i>Empatia</i> ).....	93
5.2.2	Etapa 02: Definição das Competências ( <i>Definição</i> ) .....	94
5.2.3	Etapa 03: Seleção do conteúdo e outras definições iniciais do curso ( <i>Ideação</i> ) .....	95
5.2.4	Etapa 04: Seleção de REAs ( <i>Ideação</i> ) .....	97
5.2.4.1	Workshop Telhados Verdes .....	98
5.2.4.2	Live Telhados Verdes na Arquitetura + Sustentável.....	99
5.2.5	Etapa 05: Tratamento da informação ( <i>Prototipagem</i> ).....	99
5.2.6	Seleção e descarte ( <i>Prototipagem</i> ) .....	103
5.2.7	Desenvolvimento do produto de informação ( <i>Prototipagem</i> ).....	103
5.2.8	Armazenamento da informação ( <i>Prototipagem</i> ) .....	103
5.2.9	Distribuição e divulgação ( <i>Teste</i> ) .....	105
5.2.10	Resultados de aprendizagem ( <i>Testar</i> ).....	105
<b>6</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO DA PESQUISA.....</b>	<b>106</b>
6.1	MOOC NOÇÕES SOBRE SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL 106	
6.1.1	Instrumento de pesquisa – Rubrica sobre motivação e aprendizagem reflexiva.....	107
6.1.2	Autoavaliação dos módulos.....	111
6.2	MOOC INTRODUÇÃO AOS TELHADOS VERDES.....	111
<b>7</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>115</b>
7.1	SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS.....	118
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>120</b>
	<b>APÊNDICE A – ARTIGO: PRESENÇA DO TEMA SUSTENTABILIDADE NOS CURRÍCULOS E PROJETOS POLÍTICOS PEDAGÓGICOS DOS CURSOS DE ARQUITETURA E ENGENHARIA CIVIL.....</b>	<b>126</b>
	<b>APÊNDICE B – INSTRUMENTO DE PESQUISA PARA ANÁLISE DO INTERESSE PELO CONTEÚDO DESENVOLVIDO NO CURSO .....</b>	<b>127</b>
	<b>APÊNDICE C – PLANO DE ENSINO MOOC NOÇÕES SOBRE SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL .....</b>	<b>132</b>

<b>APÊNDICE D – PLANO DE ENSINO MOOC INTRODUÇÃO AOS TELHADOS VERDES.....</b>	<b>133</b>
<b>APÊNDICE E – RECURSOS EDUCACIONAIS CRIADOS PARA OS MOOCS ....</b>	<b>135</b>
<b>APÊNDICE F – INSTRUMENTO DE PESQUISA PARA VALIDAÇÃO DO MOOC 01 (MOTIVAÇÃO PARA O CURSO) .....</b>	<b>140</b>
<b>APÊNDICE G – INSTRUMENTO DE PESQUISA PARA VALIDAÇÃO DO MOOC 01 (MOTIVAÇÃO EFETIVA E APRENDIZAGEM REFLEXIVA).....</b>	<b>141</b>
<b>APÊNDICE H – INSTRUMENTO DE PESQUISA PARA VALIDAÇÃO DO MOOC 01 (AUTOAVALIAÇÃO DOS MÓDULOS) .....</b>	<b>142</b>
<b>APÊNDICE I – ESPELHO DO INSTRUMENTO DE PESQUISA PARA VALIDAÇÃO DO MOOC 02 (AVALIAÇÃO PELOS ESPECIALISTAS).....</b>	<b>143</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A preocupação com a preservação ambiental tem obtido maior visibilidade nas últimas décadas: mudanças climáticas, crise energética, poluição, extinção de espécies animais e vegetais. No entanto, as causas possuem origem antiga, e acompanham a existência humana no planeta Terra.

Desde os tempos pré-históricos, seja pela confecção das primeiras ferramentas ou construção dos primeiros abrigos, a interferência antrópica sobre o ambiente natural tem deixado marcas. Entretanto, a proporção entre a quantidade de recursos e o tamanho da população trazia a falsa impressão de abundância e equilíbrio. Segundo Diamond (2005) os impactos ao meio ambiente causados pela exploração desmedida dos recursos naturais não é um desafio exclusivo das últimas décadas, e podem explicar o colapso de muitas comunidades primitivas.

As interferências sobre o ambiente natural atingiram uma escala preocupante com o advento da Revolução Industrial, cujos avanços científico e tecnológico foram marcados pelo emprego de novos materiais e grande demanda energética. O desdobramento social deste evento foi:

[...] a transição internacional da sociedade agrícola e agrária, que se baseava na comunidade rural em pequena escala e na economia de subsistência, para a sociedade industrializada, que vivia um ritmo muito mais rápido. (KEELER; VIADYA, 2018, p. 19).

Em suma, a população urbana aumentou significativamente desde a Revolução Industrial. Desde então, o seu crescimento foi acompanhado de ações impactantes que contribuíram para o atual estado de vulnerabilidade do meio ambiente. Durante o Movimento Moderno, a abundância de recursos levou ao nascimento de uma relação de dependência entre o concreto e a construção civil: as edificações, em nome da plástica e dos ideais estandardizados do modernismo, acabaram distanciando-se das suas origens vernaculares. Isso resultou em ambientes construídos de baixo desempenho energético, e, portanto, de alto impacto ambiental.

Encontros e comissões foram criados para se discutir os impactos do desenvolvimento sobre o meio ambiente. Dentre eles, destaca-se a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, do qual surgiu o relatório “Nosso

futuro comum” (BRUNDTLAND, 1987), que questiona os modelos desenvolvimentistas, e define o conceito de desenvolvimento sustentável:

Desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem a suas próprias necessidades. (BRUNDTLAND, 1987, p. 46.)

Diante disso, o setor da construção civil tem sua parcela de responsabilidade, tanto pelo consumo de recursos como pela energia envolvida nas fases pré-operacional e operacional: segundo Heywood (2015), 50% de toda a energia gerada no mundo é consumida pelas edificações. Por este motivo, é um dos setores com maior potencial de aplicabilidade de novas tecnologias e gestão de recursos para mitigação ou até mesmo reversão desses impactos.

Com o despertar ecológico da década de 1970, os países passaram a buscar por novas fontes energéticas, bem como por sistemas e materiais construtivos que envolvessem menor consumo de energia. Um exemplo é a solução de cobertura conhecida como Telhado Verde, que se caracteriza por um arranjo de camadas - dentre elas uma camada de vegetação, que juntas fornecem uma série de benefícios à edificação e ao contexto urbano em que está inserida, como por exemplo conforto térmico e acústico, contribuição à drenagem urbana, melhora da qualidade do ar, inserção de área verde em contexto urbano, entre outros.

Em países europeus, a incorporação de tecnologias mais sustentáveis foi fomentada por mudanças na legislação e incentivos fiscais (OBERNDORFER, 2007). Como levantado por Nascimento (2008) o papel do poder público na implementação de políticas desta natureza é fundamental, o que talvez explique a baixa adesão da técnica dos telhados verdes aqui no Brasil.

A realidade brasileira não acompanhou a tendência europeia. Um dos motivos deve-se à inércia do setor da construção civil, que diferentemente de outros setores da indústria, ainda se mantém preso à tradição construtiva em alvenaria e concreto, materiais que representam grande impacto ambiental em todas as fases do ciclo de vida.

Outro ponto - e talvez a raiz de todo o problema, é a questão do ensino nas escolas de engenharia civil e arquitetura e urbanismo do Brasil: apresentam currículos engessados, em um ambiente pouco propício a inserção de princípios de sustentabilidade e inovação tecnológica na prática. Por outro lado, em programas de

pós-graduação como o PPGEC (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil) há muita pesquisa atual e consolidada, com lastro de mais de 10 anos.

Uma estratégia que surgiu no início dos anos 2000 no contexto norte-americano e europeu foi a disponibilização de recursos e produções acadêmicas seguindo os princípios da Educação Aberta, com o objetivo de democratizar o conhecimento (AIRES, 2016). Este modelo tem sido adotado por grupos de pesquisa brasileiros. Se aplicado ao contexto da construção civil, configura-se como estratégia para desenvolver em estudantes e profissionais do setor competências iniciais que os instigue a incorporar iniciativas mais sustentáveis ao exercício profissional.

### 1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Os Telhados Verdes constituem-se como estratégia alinhada aos princípios do Desenvolvimento sustentável, pelo potencial de aplicação sobre área urbana consolidada, contribuindo com a inserção de área verde em regiões densamente urbanizadas, trazendo benefícios na escala do edifício e da cidade. Entretanto, há um déficit de mão de obra especializada em tecnologias e estratégias mais sustentáveis, sendo urgente a capacitação e preparo dos profissionais da construção civil, que Nascimento (2008) afirma possuir conhecimento raso sobre a temática, apesar da pesquisa consolidada sobre o tema nos programas de pós-graduação. Isso mostra um lapso temporal entre a produção do conhecimento nos programas de pós-graduação e sua inserção e disseminação na prática profissional, o que leva ao problema norteador desta pesquisa:

Como estimular a aplicação no exercício profissional dos conhecimentos produzidos nos cursos de pós-graduação sobre sustentabilidade ambiental, em especial o que tange o tema Telhados Verdes?

### 1.2 PRESSUPOSTO

Uma forma de contribuir para a aplicação profissional de conhecimentos que visam a sustentabilidade é compartilhar o conhecimento construído sobre Telhados Verdes dentro do ambiente acadêmico de modo que este não fique restrito aos seus pares, disponibilizando-o por meio de curso veiculado digitalmente, formatado de

modo a estar didaticamente acessível aos estudantes e profissionais da construção civil, bem como à sociedade.

### 1.3 OBJETIVOS

Esta pesquisa foi composta por objetivo geral e objetivos específicos.

#### 1.3.1 Objetivo geral

Desenvolver no formato de MOOC - *Massive Open Online Course* (massivo, aberto e digitalmente distribuído) conteúdo que aborde a produção acadêmica relativa aos temas Sustentabilidade na Construção Civil e Telhados Verdes.

#### 1.3.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos da pesquisa, a partir do objetivo geral foram:

- mapear a presença da temática Sustentabilidade nas grades curriculares dos cursos de Arquitetura e Engenharia Civil (AEC) do Brasil, bem como no exercício profissional;
- organizar e sistematizar material referente aos temas Sustentabilidade e Telhados Verdes, fruto de 10 anos de pesquisa no PPGECC;
- pesquisar em produções de programas nacionais e internacionais materiais sobre temas correlatos;
- investigar conceitos sobre Educação Aberta, MOOC, modelagem de curso por competências, avaliação mediada por rubrica e motivação intrínseca;
- sistematizar o referencial teórico para criação do MOOC Sustentabilidade na Construção Civil e MOOC Telhados Verdes
- analisar e validar a manifestação de interesse pelo tema Telhados Verdes entre estudantes e profissionais da AEC.

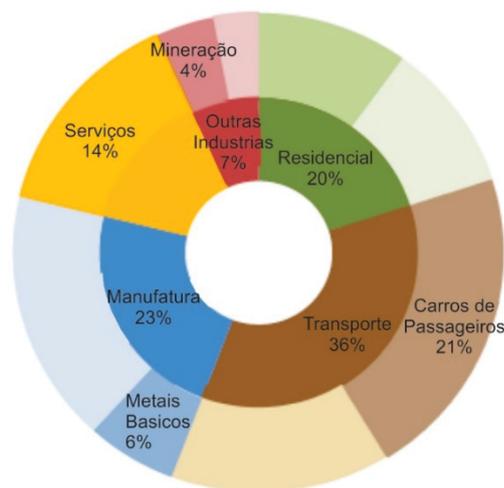
## 1.4 JUSTIFICATIVA

Como mencionado anteriormente, a população urbana cresceu exponencialmente no mundo pós-revolução industrial, exercendo pressão sobre as áreas verdes. Este cenário tende ao agravamento: segundo relatório da *World Urbanization Prospects* das Nações Unidas (2019), até 2050 68,4 % da população viverá em áreas urbanas. A chave para que este crescimento seja bem-sucedido, expressado no relatório da Organização das Nações Unidas - ONU (2018), está no que é chamado de Urbanização Sustentável, ou seja, o planejamento das cidades com estratégias que tirem o maior proveito da aglomeração da população (aproveitamento da infraestrutura pré-instalada), e ao mesmo tempo minimizem os impactos ao meio ambiente (ONU, 2018).

Diante disso, no que tange o setor da construção civil, se faz necessária a inserção de materiais e técnicas construtivas de menor impacto ao meio ambiente. Neste contexto, a unidade residencial possui potencial para mitigação dos problemas ambientais: dados da Key World Energy Statistics (2019), apontam que as residências respondiam por cerca de 20% do uso final de energia produzida mundialmente (FIGURA 1)

FIGURA 1 - USOS FINAIS DE ENERGIA POR SETOR

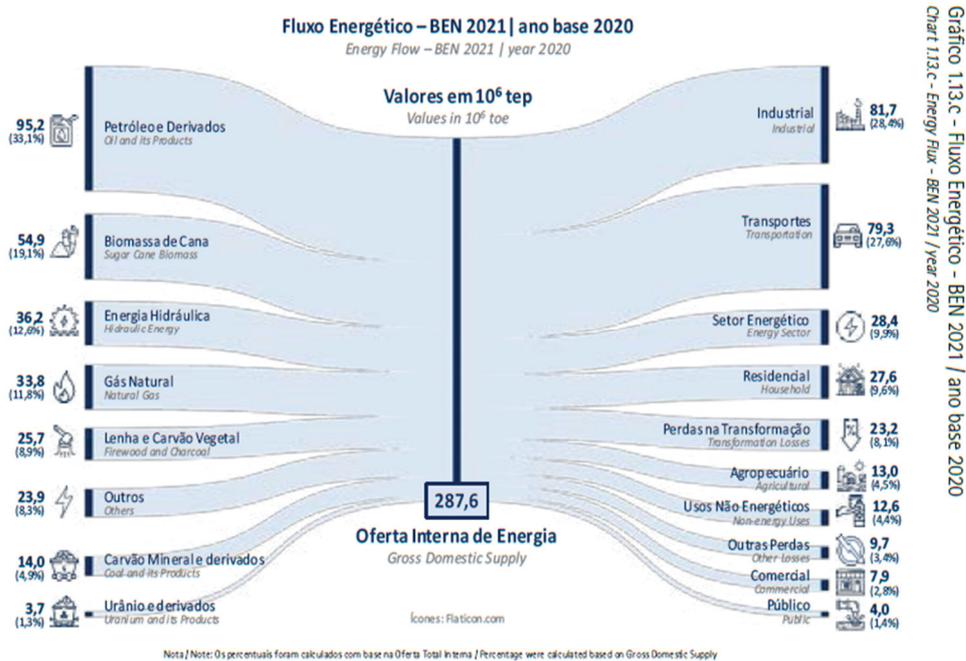
**Maiores usos finais de energia por setor na IEA**



FONTE: IEA (2019).

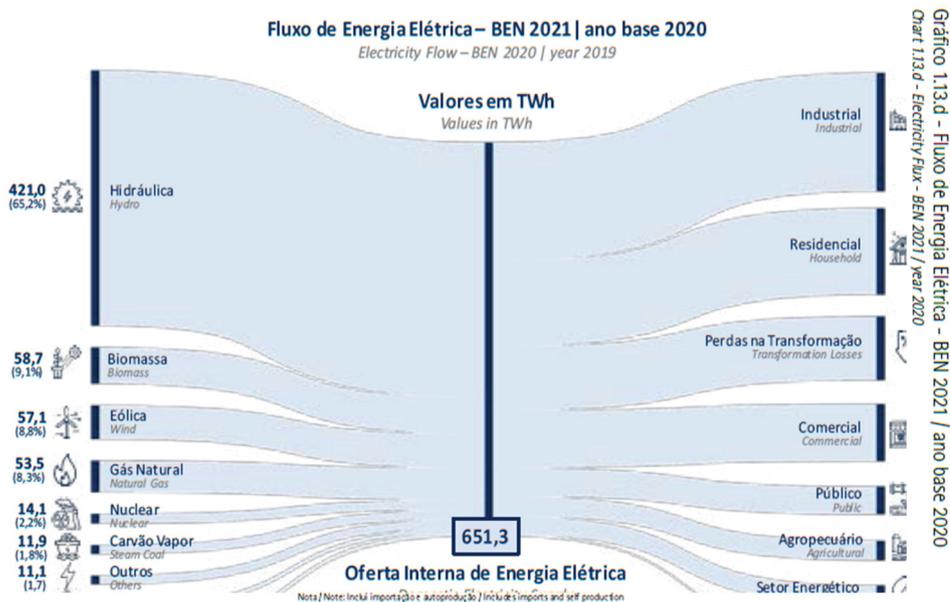
Essa tendência é acompanhada pela realidade brasileira: segundo o Balanço Energético Nacional (2019), o setor residencial ocupa o 4º lugar no ranking do consumo energético por setor, com o consumo de 9.6% da energia produzida pelo país (FIGURA 2), e 2º lugar no consumo de energia elétrica (FIGURA 3).

FIGURA 2 - FLUXO ENERGÉTICO TOTAL POR SETOR (ANO BASE 2020)



Fonte: Balanço Energético Nacional (2021)

FIGURA 3 - FLUXO DE ENERGIA ELÉTRICA POR SETOR (ANO BASE 2020)



Fonte: Balanço Energético Nacional (2021)

Como mencionado por Cascone (2019), as tecnologias envolvidas no envelope da edificação são importantes para a construção de edifícios e espaços urbanos mais sustentáveis. Isso se deve pelo fato de que é pela “pele” da edificação que ocorrem as principais trocas energéticas com o meio externo. Neste contexto, as coberturas ganham uma atenção especial: além de configurar-se como a região que mais recebe radiação solar direta, no caso das casas térreas corresponde à região com maior área sujeita a trocas térmicas. Daí a oportunidade para inserção de telhados verdes: diminuir o consumo energético operacional de aclimatação (aquecimento/resfriamento) por meio do atraso térmico promovido pelo conjunto de camadas, que em termos gerais confere à edificação maior estabilidade térmica em relação à oscilação experimentada pelas coberturas convencionais.

As consequências das escolhas arquitetônicas e tecnológicas relacionadas ao conforto termoacústico e à eficiência energética tornaram-se mais evidentes com o advento da pandemia do COVID 19, uma vez que muitas pessoas aumentaram o tempo de permanência em suas casas devido aos períodos de quarentena e à opção pelo trabalho remoto.

Na escala da cidade observa-se como a crescente urbanização contribuiu ao aumento da impermeabilização do solo, o que dificulta a percolação das águas pluviais e conseqüentemente aumenta as taxas de escoamento superficial. Em eventos de chuvas intensas, o escoamento da água leva à ocorrência de enchentes e deslizamentos de terra. Dados do último censo do IBGE<sup>1</sup> (2010), mais de 8 milhões de habitantes vivem em áreas suscetíveis a esses riscos no Brasil (TABELA 1). Diante disso, cresce a necessidade de se investir em ampliações e reparos nos sistemas de infraestrutura de drenagem urbana (IBGE, 2011). Uma das aplicações dos telhados verdes é justamente contribuir para a diminuição do escoamento superficial, por recolher parte da água que iria para as galerias de águas pluviais, promovendo o atraso de pico e devolvendo parte desta água ao ecossistema através da evapotranspiração (evaporação que acontece no nível do substrato, e transpiração que ocorre pela vegetação).

---

<sup>1</sup> IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

TABELA 1 - MUNICÍPIOS COM MAIOR NÚMERO DE MORADORES EM ÁREAS DE RISCO A DESASTRES NATURAIS NO BRASIL – CENSO DEMOGRÁFICO 2010, SEGUNDO POPULAÇÃO ABSOLUTA.

Municípios		Pessoas em área de risco
1	Salvador (BA)	1 217 527
2	São Paulo (SP)	674 329
3	Rio de Janeiro (RJ)	444 893
4	Belo Horizonte (MG)	389 218
5	Recife (PE)	206 761
6	Jaboatão dos Guararapes (PE)	188 026
7	Ribeirão das Neves (MG)	179 314
8	Serra (ES)	132 433
9	Juiz de Fora (MG)	128 946
10	São Bernardo do Campo (SP)	127 648
11	Natal (RN)	104 433
12	Fortaleza (CE)	102 836
13	Santo André (SP)	96 062
14	Guarulhos (SP)	94 720
15	Vitória (ES)	87 084
16	São João de Meriti (RJ)	86 185
17	Blumenau (SC)	78 371
18	Petrópolis (RJ)	72 070
19	Maceió (AL)	70 343
20	Igarassu (PE)	69 801

FONTE: A autora (2019), adaptado de IBGE (2018).

Entretanto, para que novas técnicas que visam a sustentabilidade ambiental sejam realidade no ambiente da construção civil, pressupõe-se a necessidade de se investir na capacitação dos profissionais envolvidos. Além de viabilizar o desenvolvimento social, tecnológico e econômico, é importante considerar o papel da educação como caminho para alterar a cultura construtiva no exercício dos profissionais da construção civil.

Um exemplo é o Curso de Arquitetura e Urbanismo da UFPR, cujo PPC<sup>2</sup> data de 2013, e embora haja menção ao desenvolvimento sustentável e

---

<sup>2</sup> PPC: Projeto Pedagógico de Curso

sustentabilidade em algumas das ementas – como a de Urbanismo, Ambiente Construído, e Teoria e História da Arquitetura e Urbanismo, a abordagem não ocorre de forma transdisciplinar, sem exploração de estratégias, materiais e tecnologias inovadoras e mais sustentáveis.

Esse tipo de abordagem é frequente entre IES<sup>3</sup> tradicionais, as quais demonstram dificuldade em vencer a inércia e realizar mudanças curriculares significativas, fazendo com que temas de grande relevância e demanda profissional e social não sejam exploradas em profundidade. Não seja por estagiar em empresas atuantes na indústria da construção civil e realizar cursos de capacitação, o egresso terá dificuldades para se encaixar no mercado de trabalho. Para melhorar seu currículo, tanto graduandos como egressos se veem na situação de buscar em especializações ou mesmo cursos livres a atualização que não recebem/receberam na graduação.

## 1.5 CONTEXTUALIZAÇÃO NO PROGRAMA

Seguindo uma ordem cronológica, a pesquisa de Nascimento (2008) contribuiu por trazer uma contextualização histórica e conceitual do tema, e principalmente por buscar identificar os entraves do emprego de sistemas de coberturas verdes na região metropolitana de Curitiba, por meio da aplicação de questionário (*survey*) aos profissionais a engenheiros civis e arquitetos pertencentes ao sistema CREA/PR<sup>4</sup>.

Baldessar (2012) avalia a contribuição dos telhados verdes à gestão das águas pluviais pela redução do escoamento superficial, através de experimento onde compara um protótipo de telhado verde a um telhado convencional de telhas de barro e a uma laje impermeabilizada. Os resultados foram posteriormente atestados por meio *software Greenroof*, onde simulou as mesmas condições do experimento. Como impacto da pesquisa tem-se seus resultados sendo utilizado em leis municipais brasileiras.

Na mesma natureza de serviço ecossistêmico, Miller (2014) avalia a influência das diferentes composições de substrato na capacidade de retenção da

---

<sup>3</sup> IES: Instituição de Ensino Superior

<sup>4</sup> CREA/PR: Conselho de Engenharia e Agronomia do Paraná

água de chuva, também considera a adaptabilidade da vegetação aos diferentes tipos de substrato e ao clima ao qual o experimento foi submetido.

Uhmann (2015) estudou o potencial de redução dos impactos ambientais relativos às emissões de CO<sub>2</sub> energia embutida pela substituição das coberturas tradicionais por coberturas verdes, por meio de estudo de caso de escolas públicas do estado do Paraná

Savi (2015) trouxe contribuição ao avaliar a influência de diferentes espécies vegetais sobre três serviços ecossistêmicos diferentes: desempenho térmico, capacidade de retenção da água da chuva e qualidade da água escoada.

De modo a complementar o trabalho de Savi, em seu experimento Lopes (2018) analisa a adaptabilidade das espécies vegetais nativas aos sistemas de telhados verdes, bem como a sua influência sobre os parâmetros temperatura superficial e água residual.

Por fim, esta pesquisa se concentrou no desenvolvimento de MOOC sobre telhados verdes, de modo a disseminar o conhecimento sobre o tema produzido ao longo destes anos.

## 1.6 LIMITAÇÕES DA PESQUISA

De modo a se encaixar no período de 24 meses, algumas fronteiras para construção do artefato precisaram ser definidas:

- É de conhecimento desta pesquisadora a grande variedade de temas e especificidades dos telhados verdes sobre as quais há pesquisa sendo desenvolvida nacional e internacionalmente. Entretanto, foi preciso realizar um recorte metodológico sobre quais temas seriam abordados no artefato, de modo a se atender ao escopo do programa de mestrado. Visto que um dos objetivos desta pesquisa foi organizar as pesquisas do PPGEc sobre o tema tratado, é natural que estas tenham sido o framework sobre o qual os cursos foram modelados.

- Devido às restrições sanitárias definidas pelo contexto da pandemia de SARS-CoV 2, todas as atividades envolvidas na criação dos MOOCs, incluindo gravação, edição das videoaulas, montagem de cenário, gestão da plataforma e modelagem e organização do AVA, foram realizadas com os recursos disponíveis em casa.

## 1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO

Esta seção tem por objetivo apresentar a estrutura que norteou o desenvolvimento do trabalho, e sua organização é explicada a seguir:

A primeira parte (QUADRO 1 - TÓPICOS ABORDADOS - CONTEÚDOQUADRO 1) tem início no capítulo 1, que tem por objetivo dar o panorama geral da pesquisa, apresentando a pergunta norteadora, pressuposto, e objetivo alinhado ao problema levantado, bem como argumentos que justifiquem a sua relevância econômica, ambiental e social, e seu alinhamento aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da ONU – os ODS, em especial o ODS 4 – Educação de Qualidade.

O capítulo 2 é dividido em duas partes. A primeira corresponde ao referencial teórico e estado da arte referente ao tema Telhado Verde e Sustentabilidade - área de pesquisa com lastro significativo dentro do programa. Ele foi construído tendo como espinha dorsal o conhecimento produzido e reunido pelo PPGEC ao longo dos últimos 10 anos, cujo ineditismo e relevância se encontram no papel das diferentes camadas (vegetação, substrato e camada de drenagem) no desempenho térmico e hidrológico dos telhados verdes, sua contribuição para sustentabilidade ambiental do ambiente construído e urbano, bem como os impactos envolvidos na técnica em termos de ciclo de vida da edificação. Ainda foram selecionados materiais científicos de autores clássicos, utilizados previamente pelos pesquisadores do PPGEC em seus referenciais teóricos, a fim de apresentar conceitos iniciais, classificações, composição, e benefícios de aplicação da técnica. De modo a preencher algumas lacunas não exploradas pelas pesquisas do PPGEC até o presente momento, foi realizada revisão integrativa sobre o tema em busca de publicações de relevância nacional e internacional.

QUADRO 1 - TÓPICOS ABORDADOS - CONTEÚDO



FONTE: A autora, (2021).

A segunda parte refere-se às pesquisas que dão o subsídio conceitual ao formato em que este artefato será entregue (QUADRO 2) – curso massivo, aberto e online (MOOC): Educação Aberta, Tecnologias de Informação e Comunicação, Modelagem de Curso Baseada em Competências, Avaliação Mediada por Rubrica, e Motivação Intrínseca. O critério de escolha destes temas se deve ao fato de serem temas de relevância discutidos por pesquisadores da área da educação – dentro e fora do grupo de pesquisa a qual este trabalho faz parte. É importante salientar que este curso é também um laboratório para experimentação de estratégias, recursos e teorias educacionais, de modo a cumprir-se com o propósito inicial: compartilhamento e democratização do conhecimento sobre sustentabilidade com a maior qualidade possível, capaz de desenvolver em seus participantes competências cognitivas, operacionais e atitudinais.



## 2 REVISÃO DE LITERATURA

O arcabouço teórico referente aos temas sustentabilidade e telhados verdes resgata a produção acadêmica deste programa de pós-graduação – o PPGEC. Ainda que a pesquisa sobre o tema tenha um lastro de pelo menos 10 anos dentro do programa, como recurso metodológico desta autora foi realizada revisão integrativa em busca de outras publicações de relevância nacional e internacional, de modo a abordar subtemas não explorados nas pesquisas do programa, ou mesmo complementar e comparar os resultados, de modo a enriquecer o conteúdo submetido ao artefato deste trabalho: o MOOC #01 - Noções sobre Sustentabilidade na Construção Civil, e MOOC #02 - Introdução aos Telhados Verdes.

A forma como a revisão integrativa foi realizada será explicitada mais a fundo no capítulo 4 – Resultados e discussão

A segunda etapa da revisão de literatura envolve os conceitos relativos à educação aberta e massiva, os métodos de ensino e avaliação mais utilizados. Esta etapa serviu como subsídio metodológico de gestão da informação previamente compilada na etapa anterior.

### 2.1 TELHADOS VERDES

Os telhados representam cerca de 32% da superfície horizontal das áreas construídas (FRAZER, 2005 *apud* OBERNDORFER *et al.*, 2007), e no caso das edificações térreas, correspondem à região da edificação mais exposta à radiação solar, e conseqüentemente por onde ocorrem a maior parte das trocas térmicas. Telhados Verdes<sup>5</sup> caracterizam-se pela solução de cobertura provida de camada vegetal, que devido aos serviços ecossistêmicos proporcionados, vem figurando entre as mais discutidas e pesquisadas soluções construtivas que visam a sustentabilidade ambiental. Essa técnica ganhou força sobretudo nos últimos 50 anos, mas a sua presença já foi registrada desde tempos remotos: aponta-se como

---

<sup>5</sup> Na revisão de literatura realizada para esta pesquisa, foram encontrados outros termos correlatos, tais como: coberturas verdes, coberturas ajardinadas, tetos verdes, e quando há a possibilidade de acesso e usufruto da cobertura, o termo utilizado é terraço verde ou terraço jardim. Os termos correlatos na língua inglesa são *green roof* e *roof garden*, e em espanhol *techos verdes*.

registro mais antigo desta solução de cobertura os Jardins Suspensos da Babilônia, obra considerada uma das 7 maravilhas do mundo antigo (OBERNDORFER *et al*, 2007).

Mais exemplos de sua aplicação são encontrados em remanescentes da arquitetura vernacular das civilizações nórdica – Islândia (FIGURA 4) e Escandinávia, da americana – Estados Unidos e Canadá, e africana – Tanzânia (FIGURA 5) (MINKE, 2004).

FIGURA 4 - CASAS TRADICIONAIS NA ISLÂNDIA



FONTE: Minke (2004)

FIGURA 5 - CASA NA TANZÂNIA



FONTE: Minke (2004).

Com o advento da arquitetura modernista, o telhado verde volta a ser utilizado nos projetos, com o intuito de converter a cobertura da edificação – considerada pelos modernistas como área ociosa, e um espaço de permanência, convívio social e lazer. Esse entendimento é reforçado pelo arquiteto Le Corbusier, que inclui o telhado verde – o *toit-jardin*, como um dos 5 pontos da Nova Arquitetura (CASCONI, 2019).

Seu uso mostrou-se realmente significativo a partir da década de 1970 devido à crise do petróleo: o embargo realizado pelos principais produtores - Arábia Saudita e Iraque, levou os países dependentes da importação deste produto a repensarem seus padrões de consumo e matrizes energéticas. Em países europeus como a Alemanha, muitas cidades testemunharam a gradativa alteração de suas legislações, que em alguns casos passaram a oferecer incentivos financeiros à aplicação da técnica dos telhados verdes. Em outros a aplicação passou a ser uma exigência para as construções novas (OBERNORFER *et al*, 2007).

### 2.1.1 Classificação dos Telhados Verdes

Embora sejam muitos os fatores que diferenciam os telhados verdes entre si, para fins didáticos ele é comumente classificado em três tipos, de acordo com a profundidade do substrato: telhado verde intensivo, telhado verde semi-intensivo e telhado verde extensivo (FIGURA 6). De acordo com técnica construtiva empregada, da capacidade estrutural da edificação e dos objetivos ambientais e/ou estético-formais, maior será a complexidade do sistema, e limitará também sua aplicabilidade sobre telhados planos ou inclinados (MINKE, 2004)

FIGURA 6 - CLASSIFICAÇÃO DOS TELHADOS VERDES DE ACORDO COM O TIPO DE USO, FATORES CONSTRUTIVOS E MANUTENÇÃO



	TELHADO VERDE EXTENSIVO	TELHADO VERDE SEMI-INTENSIVO	TELHADO VERDE INTENSIVO
<b>Manutenção</b>	Baixa	Periódica	Alta
<b>Irrigação</b>	Não	Periodicamente	Regularmente
<b>Comunidades de Plantas</b>	Suculentas e Gramíneas	Gramíneas e Arbustos	Gramado, Arbustos e Árvores
<b>Altura do Sistema Construído</b>	60 - 200 mm	120 - 250 mm	150 - 400 mm Garagens no Subsolo > 1000 mm
<b>Peso</b>	60 - 150 kg/m <sup>2</sup>	120 - 200 kg/m <sup>2</sup>	180 - 500 kg/m <sup>2</sup>
<b>Custo</b>	Baixo	Médio	Alto
<b>Uso</b>	Camada de Proteção Ecológica	Telhado Verde Projetado	Jardim como em Parque

FONTE: Adaptado de Raji, Tenpierik e Dobblessteen (2015).

### a) **Telhado verde extensivo**

São telhados verdes compostos por substratos de menor profundidade (cerca de 10 cm) cuja vegetação e tipos vegetais de menor porte necessitam de pouca ou nenhuma manutenção. Por este motivo, de modo geral não necessitam de reforço estrutural, pois a carga envolvida, mesmo em situações de saturação do substrato, é semelhante às de telhados convencionais. (SAVI, 2015). Segundo o FLL<sup>6</sup> (2018), a vegetação a ser implantada nos telhados verdes intensivos devem ter como características a capacidade de autossustentar-se e auto evoluir-se, de adaptar-se a condições climáticas extremas (rústicas), e possuir alto poder de regeneração.

FIGURA 7 - TELHADO VERDE EXTENSIVO NA ÁUSTRIA (a) E NO REINO UNIDO (b)



FONTE: EFB (201\_).

As espécies comumente utilizadas em telhados verdes extensivos são musgos, suculentas, herbáceas e gramíneas (FIGURA 7), e seu objetivo é se colocar como um estágio inicial de vegetação que deverá se desenvolver de forma espontânea, que estará sujeita a um processo de remodelação onde outras espécies podem vir a se estabelecer (FLL, 2018).

### b) **Telhado verde semi-intensivo**

Também chamados de telhados verdes de biodiversidade (LIVINGROOFS.ORG, 2019) caracterizam-se por uma situação intermediária entre

---

<sup>6</sup> FLL: Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau, que em português pode se traduzir por Sociedade de Pesquisa e Desenvolvimento em Paisagismo.

telhado verde extensivo e intensivo. Por apresentarem uma profundidade superior ao telhado verde extensivo, permitem uma maior variedade de espécies (FIGURA 8), como herbáceas, gramíneas, capins e espécies arbustivas rústicas (FLL, 2018). Isso confere ao telhado verde uma maior liberdade compositiva, permitindo que se reproduzam alguns tipos de ecossistemas ou habitats naturais, sendo mais efetivos para o aumento da biodiversidade (LIVINGROOFS.ORG, 2019).

FIGURA 8 - TELHADO VERDE SEMI-INTENSIVO EM PALKOVICE, REPÚBLICA CHECA



FONTE: EFB (201\_).

### c) **Telhado verde intensivo**

Também conhecido como telhado-jardim, é aquele cuja profundidade do substrato (superior a 30 cm) permite o cultivo de uma variedade quase ilimitada de tipos vegetais, como aquelas encontradas no nível do solo, como gramados, capins, arbustos e árvores (FLL, 2018). Por conta disso, é uma modalidade de telhado verde que deve ser construída sobre tetos planos (MINKE, 2004), uma vez garantida a inclinação mínima necessária para a drenagem. Pressupõe um investimento inicial maior, pois necessita de uma estrutura mais robusta que suporte o peso da camada de substrato e vegetação, trânsito de pessoas e eventos de saturação do substrato. Possuem grande valor paisagístico agregado, sendo comumente utilizado como área de lazer (FIGURA 9 e FIGURA 10), e em alguns casos para fins de agricultura urbana.

FIGURA 9 - TERRAÇO-JARDIM DO PALÁCIO CAPANEMA, DESENHO DO PAISAGISTA ROBERTO BURLEMARX



FONTE: Cesar Barreto, Archidaily (2016).

FIGURA 10 - TELHADO INTENSIVO DA WIEGMANN-KLINIK. BERLIM, ALEMANHA.



FONTE: EFB (201\_).

Como desvantagens, além do custo inicial mencionado, é um tipo de cobertura verde que necessita de manutenção constante, pois devido à maior complexidade das espécies vegetais, necessitam de irrigação e adubação periódica (SAVI, 2015). Um maior cuidado deve ser tomado na fase projetual, pois por possuir maior espessura de substrato, a estrutura que dará o suporte ao telhado deverá ser

dimensionada de modo a prever sobrecarga em eventos de solo saturado e/ou trânsito de pessoas.

**d) Outras associações e atualizações da técnica**

- i. *Blue Green Roof* - Um *blue roof*, ou “telhado azul”, corresponde à solução de cobertura na qual se realiza a estocagem da água pluvial, que por meio de sensores e automação, auxilia na drenagem se colocando como uma fonte-controle, ao liberar a água acumulada de forma mais lenta e gradativa. O *blue green roof* trata-se da versão vegetada do *blue roof*, e a água estocada pode ser utilizada na irrigação da vegetação (FIGURA 11). Essa modalidade de telhado verde contribui com a drenagem urbana de forma mais efetiva que o telhado verde convencional. Ainda, contribui para o aumento da biodiversidade pois permite uma maior variedade de espécies através do controle da umidade do substrato (LIVINGROOFS.ORG, 2019).

FIGURA 11 - BLUE GREEN ROOF NA ANTUÉRPIA



FONTE: Vegetal ID in LIVINGROOFS.ORG (2019).

- ii. Telhado verde associado a painéis fotovoltaicos - *Biosolar roof* - Esta modalidade de telhado verde caracteriza-se pelo uso combinado com painéis fotovoltaicos (FIGURA 12). A presença do telhado verde extensivo contribui para a eficiência do sistema fotovoltaico, uma vez que a transpiração realizada pela vegetação evita o superaquecimento

dos painéis (LIVINGROOFS.ORG, 2019). Mas para que se aproveite os benefícios de ambos os sistemas, é necessária a escolha de plantas *adequadas nas* imediações da instalação do sistema fotovoltaico (MELO FILHO e MATOS, 2018), ou seja, plantas que apresentem bons índices de transpiração durante o dia e promovam o resfriamento dos painéis, bem como que sejam resistentes ao sol pleno e à meia sombra. A contribuição do painel fotovoltaico para o telhado verde está na possibilidade de se automatizar a irrigação, permitindo assim o uso mais variado de tipos vegetais, sem um aumento significativo no custo e na demanda por manutenção.

FIGURA 12 - ASSOCIAÇÃO ENTRE TELHADO VERDE E PAINEL FOTOVOLTAICO EM CLAPHAM PARK, LAMBETH, LONDON



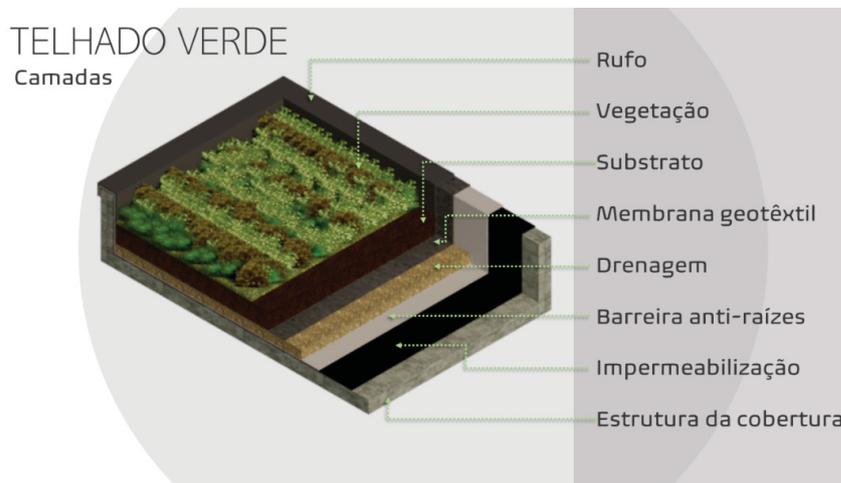
FONTE: Bauder in LIVINGROOFS.ORG (2019).

Como foi possível depreender, as classificações recebidas pelos telhados verdes estão relacionados à forma como as camadas que o compõe se apresentam dentro do arranjo. Para tanto, será detalhado a seguir a composição dos telhados verdes.

### 2.1.2 Composição dos Telhados Verdes

Embora a vegetação seja o elemento de maior destaque, é importante o entendimento de que o telhado verde é formado por uma série de camadas interdependentes, cada qual desempenhando papel único que contribui para o sucesso da técnica. Embora sofra algumas variações dependendo da condição bioclimática no qual está inserido (como por exemplo, necessidade de uma camada de isolamento térmico), de um modo geral o telhado verde é composto pelas seguintes camadas, aqui organizadas levando em consideração a sequência de execução (FIGURA 13): impermeabilização, camada anti-raízes, camada de drenagem, membrana filtrante (geotêxtil), substrato ou meio de crescimento, e por fim, a vegetação.

FIGURA 13 - CAMADAS DO TELHADO VERDE



FONTE: A autora (2020).

- a) **Impermeabilização** - A água é presença constante nas dinâmicas envolvidas no telhado verde, não sendo, portanto, uma variável que possa ser eliminada do sistema. Uma boa impermeabilização, com materiais adequados, é imprescindível para se garantir a proteção da estrutura da cobertura contra patologias que venham a comprometê-la.

Os cuidados na execução são extremamente importantes nessa camada, pois qualquer problema que venha a ocorrer afetará todo o sistema, e os reparos após a instalação são bem onerosos (MINKE, 201\_). No caso dos telhados planos, além da impermeabilização é necessário cuidado em se respeitar as quedas mínimas (1%) e correta instalação e posicionamento dos equipamentos de

drenagem (ralos, buzinetes), de modo a garantir o correto direcionamento da água excedente aos condutores verticais.

Mas primeiramente é necessário saber qual impermeabilização é adequada à estrutura sobre a qual se dará a instalação: segundo Savi (2015), lajes em concreto normalmente utilizam manta asfáltica para impermeabilização, enquanto sistemas com chapa de madeira, utilizam membrana de P.E.A.D.<sup>7</sup>.

Nos experimentos de Miller (2014) e Savi (2015), para impermeabilização dos protótipos foi utilizado impermeabilizante próprio para compensados (azul) nas bordas; impermeabilizante composto de borracha líquida e borracha de pneu moída para as frestas; e borracha líquida para as laterais e fundo dos módulos (FIGURA 14). Importante salientar que esta estratégia de impermeabilização foi utilizada apenas por tratar-se de um protótipo para experimento, onde a impermeabilização não figurou entre as variáveis analisadas, não sendo, portanto, estratégia indicada para execução de telhados verdes.

FIGURA 14 - IMPERMEABILIZAÇÃO DOS PROTÓTIPOS UTILIZADOS NOS EXPERIMENTOS



FONTE: Miller (2014).

- b) **Barreira Anti-Raízes** – A função desta camada é servir como barreira mecânica que protege a impermeabilização, sobretudo do ataque das raízes, que no caso de impermeabilizações betuminosas, são atraídas por sua composição orgânica.

---

<sup>7</sup> P.E.A.D: Polietileno de Alta Densidade.

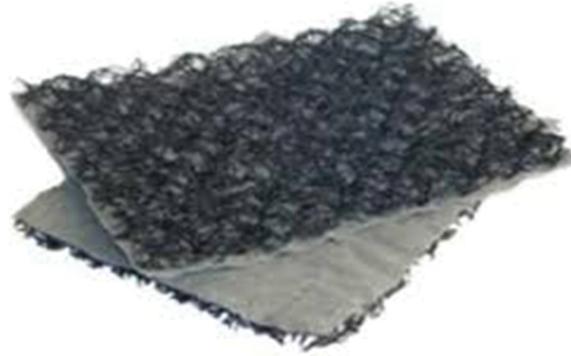
Uma vez danificada a impermeabilização, a edificação estará sujeita a infiltrações, que podem vir a comprometer inclusive a estrutura. Algumas medidas de proteção devem ser tomadas para garantir que esta camada cumpra a sua função de proteger o telhado da ação nociva das raízes, como o transpasse de pelo menos 15 cm entre folhas (MINKE, 2004) e a selagem líquida das emendas (FLL, 2018). O FLL (2018) recomenda evitar espécies vegetais com rizoma de crescimento agressivo, como o bambu.

Os materiais utilizados como barreira anti-raízes são as membranas sintéticas, selantes líquidos ou chapas metálicas. Mas no Brasil, os materiais comumente utilizados são as lonas 200 *micra*, geomembranas de P.E.A.D. e geocomposto formado por um núcleo drenante (TELLUS, 2019).

c) **Camada de Drenagem** - É a camada responsável por eliminar o excesso de água presente no substrato, bem como armazenar parte da água para aporte hídrico em tempos de estiagem. A literatura aponta vários materiais, que, em geral, devem ser leves e porosos para acumular água sem sobrecarregar a estrutura. Apresentam-se sob a forma de materiais granulares, tapetes porosos ou painéis modulares (BÄR, 2019). Quanto à natureza, podem ser:

- Agregados minerais, como argila expandida, brita e pedra-pomes, (permitem a presença de ar entre os grãos e absorvem água);
- Reciclados, como pneu triturado e tijolos quebrados;
- Industrializados, como a manta geotêxtil estruturada - camada filtrante e drenagem integrados (FIGURA 15) e sistemas modulares em plástico reciclado (FIGURA 16) ou placas de poliestireno.

FIGURA 15 - MEMBRANA GEOTÊXTIL ESTRUTURADA



FONTE: Macdrain (2019).

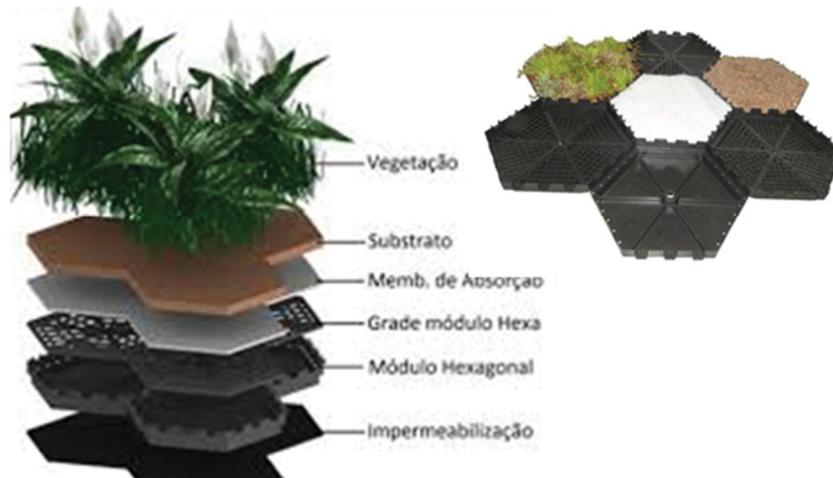
FIGURA 16 - SISTEMA ALVEOLAR LEVE ECOTELHADO



FONTE: Ecotelhado (2019).

Os sistemas modulares caracterizam-se por possuírem um reservatório de água laminar, que mantém as raízes hidratadas durante períodos de estiagem. São uma alternativa versátil - alguns já vem para o canteiro munidos de substrato e vegetação (FIGURA 17), pois sua leveza e modularidade permitem rápida instalação. Alguns sistemas são adaptados para permitir a aplicação em telhados inclinados (FIGURA 18), com o auxílio de uma subestrutura.

FIGURA 17 - SISTEMA HEXA® ECOTELHADO.



FONTE: Savi (2012).

FIGURA 18 - SISTEMA HYDROPACK® (MÓDULOS) E ACROPACK® (ESTRUTURA).



FONTE: Vegetal i.D. (2019).

Baldessar (2012) estima que uma das causas do estresse hídrico sofrido pelas plantas utilizadas em seu experimento tenha sido o uso da argila expandida como camada de drenagem. A constatação veio após a realização de um teste de peso de uma amostra de argila expandida seca e outra úmida (após 24h submersa em água). A diferença pouco relevante entre os pesos das amostras levou a autora a estimar que a argila expandida presente em sua superfície uma espécie de película com propriedades impermeabilizantes, impedindo que o material retenha água e contribua na manutenção da umidade do telhado verde. Ela sugere ainda que o uso de tijolos quebrados possa apresentar melhor performance neste quesito.

- d) **Camada Filtrante** - Esta camada faz a separação do substrato da camada de drenagem. Sua função é permitir que, após eventos de chuva, a água em excesso seja desviada para os sistemas de drenagem sem carregar consigo partículas do substrato, garantindo que os nutrientes e minerais essenciais ao crescimento da vegetação permaneçam no seu meio de crescimento. Ao segurar as partículas do substrato, a camada filtrante impede também a colmatção do sistema, ou seja, impede que as partículas pequenas do substrato sejam carregadas com a água em excesso e venham a entupir os condutores e camada de drenagem (LIVINGROOFS.ORG, 2019).
- e) **Substrato** - Corresponde à camada que dá o suporte à vegetação, tanto sob o ponto de vista mecânico, como nutritivo e hidrológico. A classificação dos telhados verdes em extensivos e intensivos se dá sobretudo por esta camada, uma vez que a profundidade do substrato é também um fator limitante, ao determinar o porte e o tipo das espécies vegetais, bem como a demanda estrutural mínima para que se receba o telhado verde.

Uma das principais diferenças entre o substrato e o solo reside no nível de compactação: no ambiente natural, com o tempo o solo é compactado pelo seu peso próprio. Já nos telhados verdes, as partículas do substrato devem ser mais leves e soltas, para garantir o equilíbrio entre nutrição, hidratação das plantas, aeração das raízes e drenagem (BALDESSAR, 2012). Em termos gerais, é consensual que leveza, porosidade e boa drenagem figuram entre as características de um bom substrato.

Conforme aponta Coma *et al.* (2017), o substrato não pode ser entendido como uma camada genérica, visto que segundo a pesquisa realizada por eles, diferentes composições de substrato conferem diferentes performances de desempenho térmico. Portanto, da composição do substrato depende o telhado verde, que deverá ser customizado de acordo com as condições climáticas locais (pluviosidade, umidade relativa do ar, ventos dominantes) e objetivos estético-funcionais (FLL, 2018).

A capacidade de retenção de água somada à evaporação realizada pelo substrato, sugere que a camada exerce grande influência do desempenho térmico e hidrológico dos telhados verdes (CASAGRANDE, 2021).

- f) **Vegetação** - Além de desempenhar o papel de captura de carbono atmosférico pela fotossíntese, dentro do ciclo hidrológico dos telhados verdes a vegetação é responsável pelo fenômeno da transpiração, que devolve parte da água à atmosfera em forma de vapor, diminuindo a quantidade de água escoada e contribuindo para o resfriamento da edificação. Quanto maior a área foliar, maior o sombreamento sobre a cobertura e maior a capacidade de transpiração.

A literatura indica o uso de espécies tipo CAM para telhados verdes extensivos, cujo metabolismo abre os estômatos durante a noite, diminuindo a perda de água. Por este motivo se adaptam a substratos leves e não necessitam de rega constante. Ainda, a escolha das espécies deve considerar o tipo de telhado verde, sua adaptação às condições climáticas locais e sua resistência às intempéries, como foi apontado por Minke (2004) e Savi (2015).

Savi (2015) em sua pesquisa, buscou analisar o papel da vegetação no desempenho dos telhados verdes extensivos em comparação com os sistemas convencionais de cobertura sob os parâmetros de temperatura superficial, qualidade da água escoada e retenção da água de chuva. Para isso, a autora confeccionou 8 protótipos (FIGURA 19), dos quais 5 correspondiam a arranjos de telhado verde extensivo cada qual com uma espécie a ser analisada (FIGURA 20), e os outros dois correspondiam aos sistemas convencionais de cobertura: laje de concreto, telha de fibrocimento e telha cerâmica.

FIGURA 19 - IMAGEM DOS PROTÓTIPOS DE TESTES PARA O EXPERIMENTO



FONTE: Savi (2015).

FIGURA 20 - ESPÉCIES ANALISADAS NO EXPERIMENTO

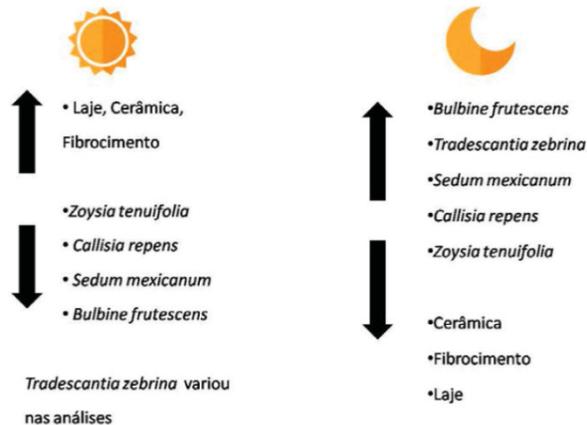


FONTE: A autora (2020), adaptado de Savi (2015).

Na análise comparativa entre as espécies, aquelas que apresentaram as melhores performances em relação aos parâmetros analisados foram a *Tradescantia zebrina*, variação *Purpusii* (trapoeraba roxa), seguida da *Zoysia tenuifolia* (grama coreana). A *Bulbine frutescens*, apresentou o melhor desempenho em relação à retenção de água da chuva. A *Arachis repens* (grama amendoim) não sobreviveu até o fim do experimento, não sendo indicada para cidades que sofram com geada. Foi então substituída pela *Zoysia tenuifolia* (grama coreana). Savi (2015) conclui que para a escolha das espécies vegetais deve se considerar sua resistência a situações de geada e de estresse hídrico (estiagem e grandes eventos de precipitação). Ao

final, Savi hierarquiza as configurações de telhado em função dos resultados em relação à temperatura superficial, descritos no esquema abaixo (FIGURA 21):

FIGURA 21 - HIERARQUIA ENTRE AS CONFIGURAÇÕES DE TELHADO QUANTO À TEMPERATURA SUPERFICIAL SUPERIOR



FONTE: Savi (2015).

Comparando-se os resultados apresentados, os telhados verdes tiveram desempenho superior em relação a todos os parâmetros analisados, apresentando redução de até 10°C em relação à laje no que tange às temperaturas superficiais inferiores diurnas, e durante a noite, registraram temperaturas em média 2°C acima dos valores registrados pelos sistemas convencionais.

### 2.1.3 Serviços Ecológicos dos Telhados Verdes

Oberndorfer *et al.* (2007) chamam a atenção para o papel do telhado verde como provedor de serviços ecológicos, tais como a “[...] melhora na gestão das águas pluviais, melhor regulação da temperatura internas das construções, redução dos efeitos das ilhas de calor urbanas, e aumento do habitat da vida selvagem urbana.” (OBERNDORFER, 2007, p. 823).

Empregado inicialmente com o intuito de se preservar a estrutura do telhado de danos ocasionados pela incidência solar, o telhado verde apresenta outras vantagens, relacionados tanto à escala do edifício (FIGURA 22), quanto à escala da cidade (FIGURA 23 e FIGURA 24), elencadas por Coma *et al.* (2014) da seguinte forma:

- Aumento da durabilidade das membranas internas – aumento da vida útil do telhado;
- Controle da temperatura interna pela:
  - i. Redução do fluxo de calor através da cobertura;
  - ii. Baixo aquecimento das superfícies externas durante o verão;
  - iii. Alta capacidade de absorver a carga térmica recebida durante o verão;
- Redução do custo anual com cargas de aquecimento e resfriamento;
- Contribuições para a saúde física e mental.

FIGURA 22 - ESQUEMA DOS BENEFÍCIOS NA ESCALA DO EDIFÍCIO



FONTE: A autora (2019).

- Purificação e umidificação do ar;
- Aumento da capacidade de retenção da água da chuva e consequente redução do escoamento superficial;
- Mitigação dos efeitos das ilhas de calor urbanas pela baixa irradiação e reflexão solar das plantas em comparação às coberturas sem vegetação;
- Possibilidade de utilização das coberturas verdes como área de convívio e lazer, bem como para promover a agricultura urbana;

- Habitat para fauna e flora locais, contribuindo para a formação de corredores de biodiversidade e, juntamente com outras estratégias mais sustentáveis, compor a chamada infraestrutura urbana.

FIGURA 23 - ESQUEMA DOS BENEFÍCIOS NA ESCALA DA CIDADE



FONTE: A autora (2019).

FIGURA 24 - ESQUEMA DOS BENEFÍCIOS NA ESCALA DA CIDADE 2



FONTE: A autora (2019).

Conforme dito por Coma et al (2017), o telhado verde não pode ser entendido como um elemento isolado, e sim um sistema composto por camadas que conjuntamente trabalham o bom funcionamento do sistema e consequentemente, para o fornecimento dos serviços ecossistêmicos. Diante disso, o QUADRO 3 busca organizar a contribuição de cada camada no fornecimento dos principais serviços ecossistêmicos elencados, de modo a

facilitar ao leitor quais configurações de telhados verdes são mais adequadas ao objetivo estético-funcional – e também ecossistêmico – pretendido:

QUADRO 3 - QUADRO ESQUEMÁTICO DAS CAMADAS X SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS

<b>TELHADO VERDE</b>					
<b>Camadas x Serviços Ecossistêmicos</b>					
SERVIÇO ECOSISTÊMICO	ESCALA DO EDIFÍCIO	ESCALA DA CIDADE			
CAMADA	DESEMPENHO TÉRMICO E CONSERVAÇÃO DE ENERGIA	UMIDIFICAÇÃO E PURIFICAÇÃO DO AR	GESTÃO DAS ÁGUAS PLUVIAIS	MITIGAÇÃO DOS EFEITOS DAS ILHAS DE CALOR	AUMENTO HABITAT URBANO E BIODIVERSIDADE
VEGETAÇÃO	Sombreamento e transpiração	Fotossíntese nas folhas	Transpiração	Transpiração e reflexão de parte dos raios solares	Fomenta a fauna local, biodiversidade, potencial paisagístico
SUBSTRATO	Alta capacidade térmica Baixa transmitância térmica Atraso térmico	-	Retém parte da água promovendo atraso de pico de vazão	-	Define a complexidade e variedade das espécies vegetais
DRENAGEM	-	-	retira a água em excesso retendo parte dela nos agregados e reservatórios laminares	-	-

FONTE: A autora, 2019

#### 2.1.4 Escala do edifício - Conservação de energia e desempenho térmico

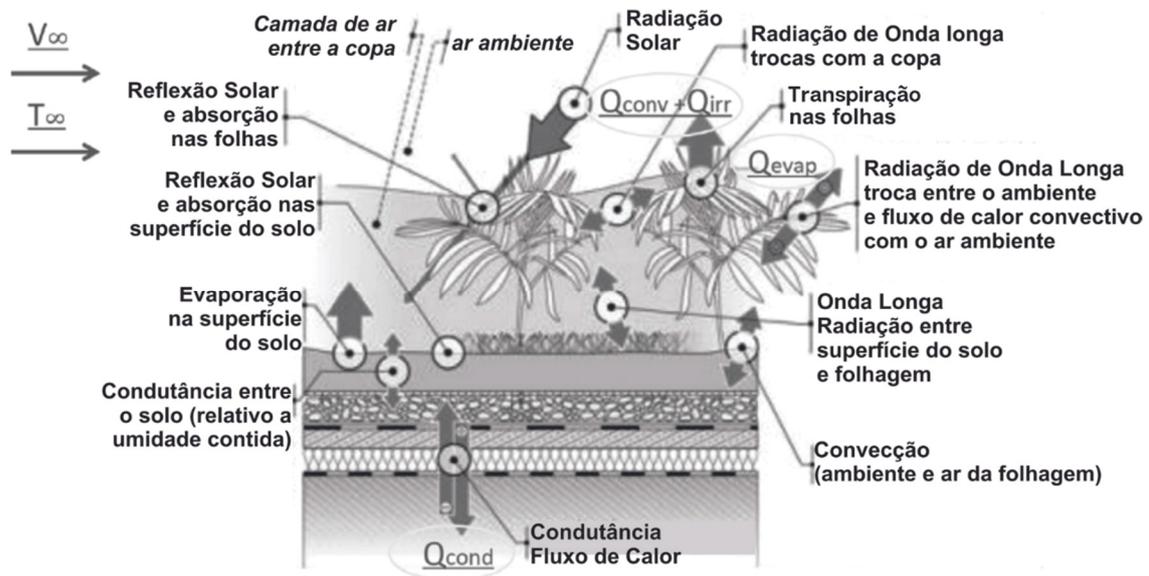
A cobertura corresponde a uma grande área exposta à radiação solar. Em climas tropicais está diretamente relacionada aos ganhos de calor pela edificação, o que interfere no conforto térmico das edificações. (LIZ; MARTIN; GUTHS, 2018). Com relação à conservação de energia, tanto a transpiração quanto o sombreamento promovido pela vegetação contribuem para o resfriamento da edificação.

Substrato é o elemento ao qual corresponde a maior parte da espessura do telhado verde. Constitui-se, portanto, como o elemento de maior massa do sistema. Suas características físico-químicas conferem grande capacidade térmica (C), altos

níveis de atraso térmico ( $\phi$ ) e conseqüentemente baixo teor de transmitância térmica ( $U$ ) (LIZ; MARTIN; GUTHS, 2018). Na prática, estas características contribuem para que o tempo que a temperatura interna leva para se igualar à externa seja consideravelmente maior em comparação às coberturas convencionais, como telhas cerâmicas ou de fibrocimento.

O esquema abaixo extraído de Berardi e GhaffaraianHosseini (2014), ilustra os diferentes processos que envolvem a transferência de energia nos telhados verdes (FIGURA 25):

FIGURA 25 - ESQUEMA DA TRANSFERÊNCIA DE CALOR NOS TELHADOS VERDES



FONTE: Berardi e GhaffarianHoseini (2014) a partir de Theodosiou (2009).

Refahi e Talkhabi (2015) realizaram em sua pesquisa uma análise comparativa entre o desempenho térmico dos telhados verdes em 3 climas diferentes do país onde se dá o estudo (Irã), bem como a influência do número de andares nos benefícios do telhado verde. O método utilizado foi a modelagem energética para análise do desempenho térmico e energético dos telhados verdes, introduzindo os conceitos operacionais dos programas como EnergyPlus e Design Builder. Como conclusão, os autores afirmam que para cada clima é necessário um sistema de telhado verde diferente, mas que de modo geral sua aplicação promove a redução do consumo de energia do edifício. Foi possível estabelecer a relação

entre: maior espessura demanda por um aumento na energia necessária para o resfriamento, e diminuição da energia para o aquecimento.

A relação entre desempenho térmico e consumo energético é explorada também por Coma *et al.* (2014), que apresentam uma avaliação comparativa entre 3 (três) tipos de cobertura diferentes: telhado plano convencional (com camada isolante), telhado verde com camada drenante de cascalho vulcânico e telhado verde com camada drenante de fragmentos de borracha reciclada, aplicados para uma zona bioclimática mediterrânea, continental e seca.

Como método, os autores partiram da confecção de três módulos com iguais materiais e sistemas construtivos para piso e vedações, diferenciando entre si no que tange a cobertura, sendo o 1º módulo um telhado convencional (referência) com camada de isolamento, o 2º módulo um telhado verde de 9 cm sem camada de isolamento e de filtragem, e o 3º módulo com a mesma constituição do anterior, com a substituição da camada drenante de cascalhos vulcânicos pelos fragmentos de borracha reciclada. Os módulos foram submetidos a dois experimentos distintos, a saber:

- i. Experimento 1: temperatura ambiente interna dos módulos foi controlada por um sistema de controle da temperatura, e o objetivo era mensurar a quantidade de energia gasta para se manter a temperatura estipulada, para os diferentes sistemas de cobertura.
- ii. Experimento 2: permitiu-se a variação livre da temperatura, e o objetivo do experimento era avaliar a diferença de temperatura, entre o ambiente interno e externo proporcionada pelos diferentes sistemas de cobertura.

No experimento 1 (temperatura interna controlada) o módulo 3 (fragmentos de borracha) apresentou uma redução de 5% no consumo energético do período em relação ao módulo de referência. Já o módulo 2 (cascalhos vulcânicos), apresentou uma redução de 14% do consumo energético em relação à referência. No experimento 2 observou-se que houve uma diminuição em 1 °C da temperatura de superfície interna da cobertura de telhado verde em relação ao módulo de referência, e uma redução de 4 °C em relação à temperatura externa.

Em sua pesquisa, Savi (2015) comprova o potencial dos telhados verdes em termos de redução da temperatura superficial. Foram testadas 5 espécies, e todas apresentaram resultados que, embora muito próximos, foram comparativamente

superiores aos protótipos de cobertura convencionais (laje, telha cerâmica e telha de fibrocimento).

### 2.1.5 Escala da Cidade - Redução das ilhas de calor urbanas

Como dito anteriormente, a urbanização acelerada e desordenada levou a um formato de cidade com espaços densamente ocupados e superfícies impermeabilizadas em detrimento da diminuição considerável das áreas verdes. Um dos impactos decorrentes desse tipo de ocupação são as ilhas de calor urbanas, onde os materiais que compõem as paredes de edifícios, vias e passeios (geralmente concreto, alvenaria e asfalto) absorvem a radiação solar durante o dia e devolvem durante a noite. (LIVINGROOFS.ORG, 2019). A supressão das áreas verdes leva à diminuição dos efeitos criados pela evapotranspiração, influenciando diretamente a temperatura do ar destas áreas, o que leva ao aumento da temperatura das áreas urbanas centrais (FIGURA 26) (FULADLU; RIZA; ILKAN, 2018). Os telhados verdes entram como medida mitigadora desses efeitos.

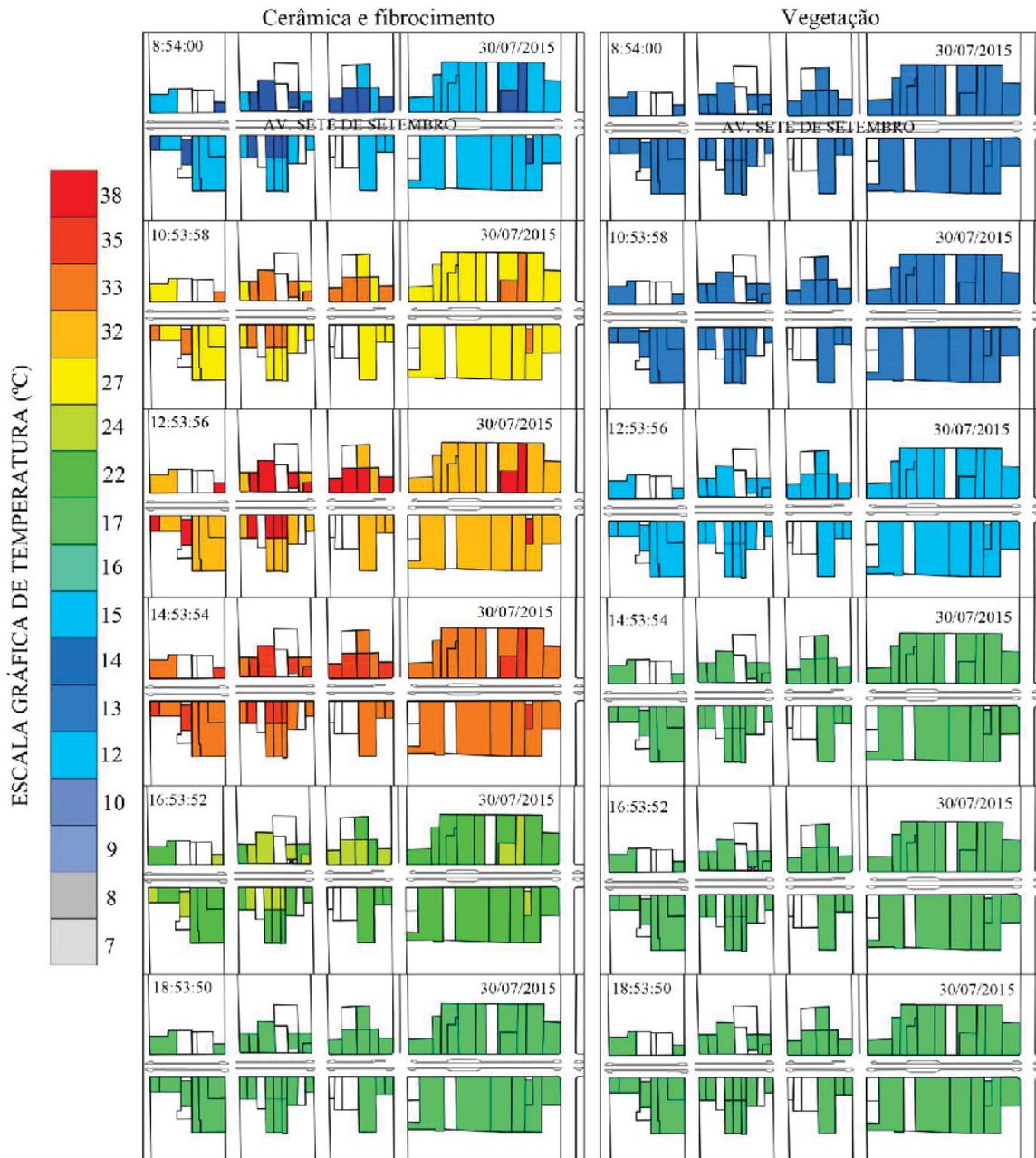
FIGURA 26 - ESQUEMA DO EFEITO DA ILHA DE CALOR URBANO



Scroccaro (2016) avalia em seu experimento o efeito da implantação de telhados verdes como estratégia para mitigar os efeitos das ilhas de calor urbanas. Através da montagem de protótipos que simulam os sistemas de cobertura com telhas cerâmicas e telhas de fibrocimento, sobre o telhado verde do Escritório Verde da UTFPR, no bairro Centro, Curitiba/PR. Foram montados dois protótipos de

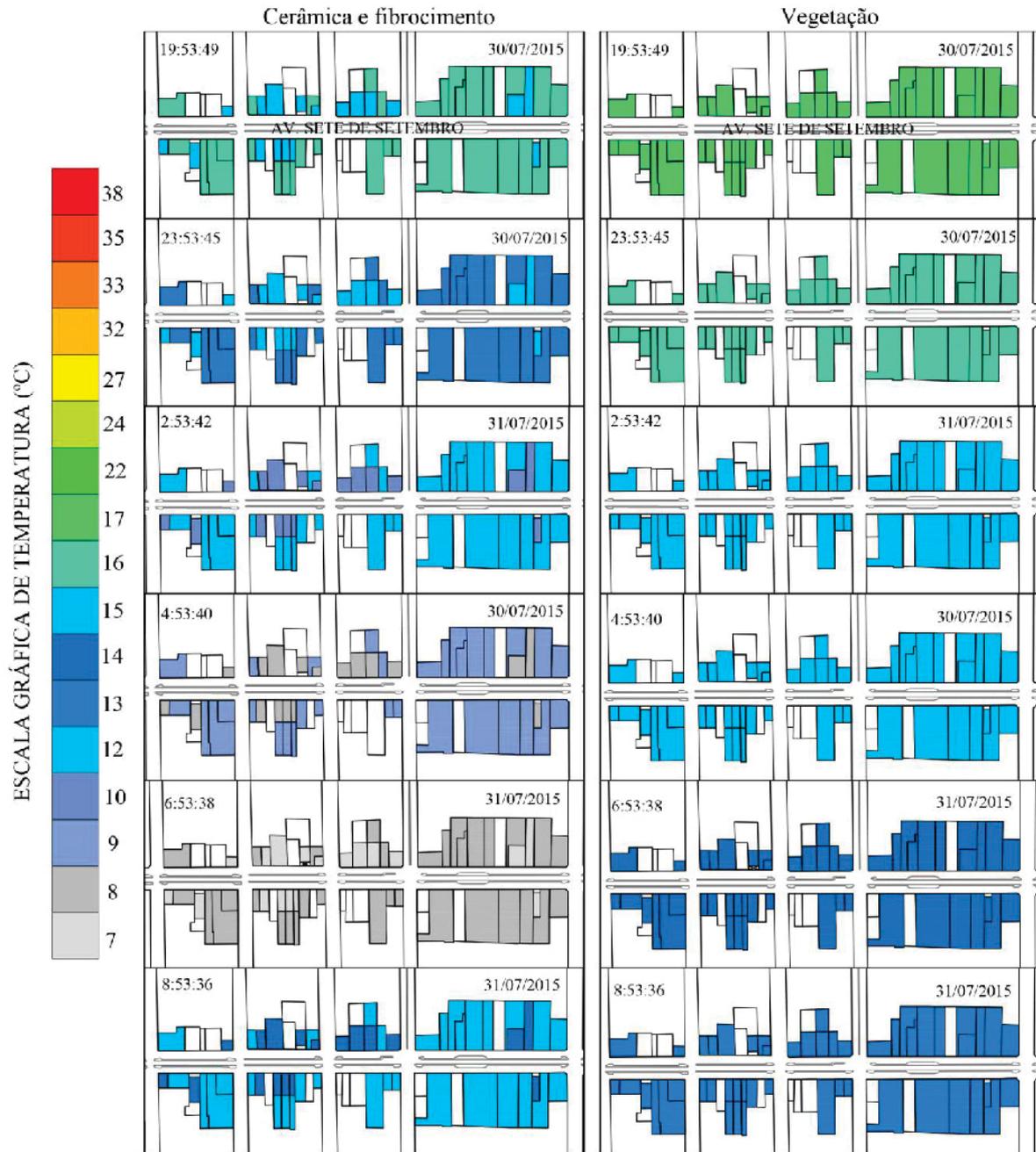
cobertura: um em telha cerâmica e outro em telha de fibrocimento, ambos dispostos sobre o telhado verde pré-existente. A partir da leitura feita por termopares, conseguiu-se levantar as temperaturas superficiais das 3 soluções de cobertura. A partir desses dados, ele realizou uma simulação extrapolando o efeito encontrado nos protótipos para às coberturas da região do estudo (FIGURA 27 e FIGURA 28):

FIGURA 27 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA SIMULAÇÃO DE TEMPERATURA PARA O PERÍODO DIURNO



FONTE: Scroccaro (2016).

FIGURA 28 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA SIMULAÇÃO DE TEMPERATURA PARA O PERÍODO NOTURNO



FONTE: Scroccaro (2016).

Pode-se observar o potencial de estabilidade térmica dos telhados verdes, tanto pelo resfriamento verificado durante o dia, e manutenção da temperatura superior no período noturno, comprovando a sua eficiência na mitigação do efeito das ilhas de calor urbanas.

### 2.1.6 Escala da cidade - Gestão das águas pluviais e qualidade da água escoada

Com o processo de urbanização, as cidades tornaram-se cada vez mais impermeabilizadas, impedindo a percolação da água da chuva pelas camadas do solo. Com isso, grande parte da água que deveria alimentar os lençóis freáticos, acaba por escoar pelas superfícies impermeabilizadas, o que em casos de chuvas mais intensas, não são contidas pelo sistema de drenagem urbano, ocasionado eventos de inundações. Soma-se a isso o fator social deste problema: a população carente por vezes vive nas proximidades de rios, e nos eventos de fortes chuvas, são ameaçados pelo aumento acelerado do nível dos rios.

Dentre as muitas vantagens dos telhados verdes, a capacidade de retenção da água da chuva o configura como alternativa à gestão das águas pluviais. O telhado verde neste caso, apresenta-se como uma solução para o atraso de pico entre o evento de chuva e a capacidade dos sistemas de drenagem, por sua capacidade de “capturar, reter e utilizar as águas pluviais, através de evaporação, transpiração e reuso dessas águas” (BÄR, 2019, pp 20), pois a associação da vegetação e substrato realiza retenção de água no sistema, sendo parte dela devolvida à atmosfera pelo fenômeno da evapotranspiração, e apenas uma parte menor é drenada e escoada para as galerias. Isso evita a sobrecarga do sistema de drenagem urbana, e ao final, problemas com enchentes (BALDESSAR, 2012).

A capacidade de retenção foi objeto de estudo de Baldessar (2012) em sua pesquisa de mestrado, onde realizou um experimento para comparar a performance na gestão das águas pluviais dos telhados verdes em relação a outros sistemas usuais de cobertura utilizados no Brasil. Para isso, foram construídos três protótipos: um de telhado verde extensivo, um telhado convencional com telhas de barro e uma cobertura em laje impermeabilizada. A laje impermeabilizada foi utilizada como protótipo controle. Ao final, Baldessar comparou o resultado obtido com o telhado verde do experimento, com o resultado obtido da simulação do protótipo modelado no software GreenRoof, que apresentou um resultado muito próximo (TABELA 2).

TABELA 2 - QUANTIDADE DE ÁGUA ESCOADA TOTAL MEDIDA NO EXPERIMENTO

TOTALIZAÇÃO DE ÁGUA ESCOADA - EXPERIMENTO					
	Água escoada mm	Água escoada mm	Água escoada mm	Água escoada mm	
período	laje impermeável medido	telhado de barro medido	telhado verde medido	telhado verde simulação software	TOTAIS
nov 2011	8,2	3,7	0,3	5,2	total mensal (em mm)
dez 2011	109,8	85,1	29,1	36,2	total mensal (em mm)
jan 2012	78,7	61,2	21,3	12,1	total mensal (em mm)
fev 2012	128,3	101,2	49,0	55,0	total mensal (em mm)
	325,0	251,2	99,6	108,5	total geral (em mm)
	100,0	77,3	30,7	33,4	total geral (em %)

FONTE: Baldessar (2012).

Resultados semelhantes foram encontrados por Tassi (2014). Como resultado do experimento realizado em um período de 17 meses, o telhado verde estudado apresentou uma redução de 62% do escoamento superficial em relação à referência. Tanto o estudo realizado de Baldessar (2012) como o realizado por Tassi (2014), confirmam que a adoção do telhado verde nas coberturas tem o potencial de promover o atraso do escoamento superficial através dos mecanismos de evapotranspiração e retenção da água da chuva, possibilitando a redução do dimensionamento da infraestrutura para recolhimento das águas pluviais. Ainda, a proximidade entre os dados coletados no experimento de Baldessar (2012) e os obtidos pela simulação pelo software *GreenRoof*, o valida como recurso tecnológico estratégico para estimar-se o benefício do telhado verde na gestão das águas pluviais ainda em fase de projeto.

Entretanto, o sucesso na redução do escoamento superficial depende de diversos fatores, como a profundidade e constituição do substrato, a disponibilidade de área foliar das espécies vegetais, os regimes pluviais e fatores climáticos, formato e constituição da estrutura do telhado, bem como sua inclinação, que conjuntamente influenciam na capacidade de retenção do telhado verde (OBERNDORFER *et al.*, 2007).

A relação entre inclinação dos telhados verdes e a capacidade de retenção das águas pluviais foi explorada por Moruzzi, Moura e Barbassa (2014), através de

experimento que comparou três protótipos de telhado verde de mesmas dimensões e composições, mas diferentes inclinações (10%, 20% e 30%). Como o objetivo do experimento era avaliar a capacidade de retenção pluvial em função da inclinação de cada telhado verde, os pesquisadores optaram pela irrigação controlada por microaspersores. (MORUSSI, BARBASSI, MOURA, 2014). Os parâmetros analisados foram: umidade, coeficiente de escoamento superficial, parcelas escoadas e armazenada, turbidez e coloração. Como resultado, pôde-se estabelecer as relações de proporcionalidade entre os parâmetros analisados (FIGURA 29):

FIGURA 29 - RELAÇÃO ENTRE A INCLINAÇÃO DO TELHADO X PARÂMETROS ANALISADOS NA PESQUISA



FONTE: A autora (2020), a partir de MORUSSI; BARBASSI e MOURA, (2014).

Ou seja, o telhado verde que apresentou os melhores resultados foi o de menor inclinação (10%), pois apresentou os menores valores de escoamento superficial e parcela de água escoada. Além disso, apresentou também os menores índices de turbidez e coloração por apresentar menor quantidade de materiais na água coletada.

As condições climáticas locais são outro fator que podem influenciar a capacidade de retenção da água da chuva pelos telhados verdes, segundo estudo desenvolvido no Canadá por Talebi *et al.* (2018): através de modelos matemáticos, foi possível simular a capacidade de retenção pluvial de 6 cidades canadenses com diferentes condições climáticas, considerando-se os eventos meteorológicos entre os anos de 2000 a 2006. Diante dos dados obtidos pelas simulações, foi possível

constatar que, de acordo com os eventos simulados e condições bioclimáticas analisadas, há uma relação entre a profundidade e porosidade do substrato e a capacidade de se reter a chuva. Outra constatação foi a relação entre a escolha da espécie vegetal e o desempenho hídrico do telhado verde: observou-se que, uma vez adaptadas ao clima ao qual foram submetidas, as espécies vegetais com maior necessidade de água apresentam maior desempenho em retenção da água da chuva, muito provavelmente pelo seu potencial de transpiração.

Bär (2019) analisou o papel da camada de drenagem no potencial de retenção pluvial e qualidade da água escoada dos telhados verdes extensivos. Foram comparadas 5 diferentes configurações de drenagem, que apresentaram diferentes porcentagens de retenção em função dos 11 meses analisados. Embora apresentassem diferenças, todos obtiveram bom desempenho na retenção do escoamento das águas pluviais (cerca de 70%), inclusive o módulo sem camada drenante (TABELA 3).

TABELA 3 - MÉDIA DE RETENÇÃO DE ESCOAMENTO DE 5 TIPOS DE TELHADO VERDE DURANTE O PERÍODO DE MONITORAMENTO.

Média do escoamento total (%)				
TV 1 (painel modular)	TV 2 (sem drenagem)	TV 3 (argila expandida)	TV 4 (brita graduada)	TV 5 (tapete drenante)
76,6	70,3	68,1	67,7	74,0

Fonte: Bär (2019).

Em relação à qualidade da água escoada pelo telhado verde, Teixeira *et al.* (2017) trazem uma análise comparativa da água coletada pelos sistemas de telhado convencional com telhas em concreto e por telhado verde, segundo parâmetros exigidos pela norma NBR 15527 de 2007, que trata do aproveitamento da água da chuva para fins não potáveis. Como resultado, notou-se que ambos os testes não atenderam a norma em sua totalidade, no que tange a turbidez, concentração de nitrogênio, e aos parâmetros microbiológicos. De acordo com Teixeira, isso se deve ao fato de o substrato ser composto por matéria orgânica, e estar suscetível à presença de espécies animais. Em relação ao pH, o telhado verde apresentou melhores resultados que o telhado com telhas de concreto. Os autores, uma solução seria associar sistemas de tratamento da água armazenada, mas também apontam

para a necessidade de revisão da norma, com uma definição mais clara sobre os usos mais ou menos restritivos.

### 2.1.7 Ganhos para o habitat urbano – melhoria da qualidade do ar e biodiversidade

Além da sua contribuição na gestão das águas pluviais e redução das ilhas de calor, o telhado verde possui outros serviços ecossistêmicos de escala urbana. Como uma das principais características dos vegetais, possuem o potencial de filtragem do ar, capturando CO<sup>2</sup> atmosférico e outras substâncias nocivas, fornecendo um microclima purificado e úmido, mais adequado à saúde humana. Segundo o Instituto de Ecossistemas da Itália, os telhados verdes, se planejados com diversas plantas, são valiosos para qualquer biodiversidade e evitam a fragmentação de habitats causada pela expansão urbana. (DANG E SAMPAIO, 2020).

Ainda, o telhado verde fornece benefícios estéticos e psicológicos os usuários (OBERNDORFER, 2007), pois quando é acessível, convém explorar seu potencial paisagístico e transformá-lo em um espaço de lazer, em uma oportunidade de contato com a natureza. As comunidades de insetos e pássaros são atraídas pelas plantas, e acabam fazendo dos telhados verdes seu habitat (criação de ninhos), interagindo com ele. Esses animais desempenham o papel de vetores, colaborando para o aumento da biodiversidade das espécies. (FIGURA 30).

FIGURA 30 - CROSS RAIL STATION, LONDRES



FONTE: Jason Gairn in Landezine.com (201\_).

### 2.1.8 Telhados Verdes e as cidades: Infraestrutura Verde e Agricultura Urbana

Em 2009 houve um marco para a história das cidades: a população urbana ultrapassou a população rural, e segundo a Organização das Nações Unidas (ONU, 2018), estima-se que até 2050 68 % da população mundial viverá nas cidades. Ainda, segundo relatório das Nações Unidas e União Europeia, 75% dos cidadãos europeus viverão em cidades em 2020. (ENZI et al, 2017). Diante desse cenário, a Comissão Europeia para o Meio Ambiente (*European Commission Environment*) propôs como estratégia investir em técnicas como telhados verdes e paredes verdes para mitigar e desacelerar os impactos ambientais causados pela urbanização, tais como: mudanças climáticas, impermeabilização do solo, inundações, redução dos habitats naturais, ecossistemas e da biodiversidade, poluição do ar, sonora e radiação, trazendo danos ao meio ambiente e à população (FIGURA 31). Este programa chama-se Infraestrutura Verde, e vem compor a estratégia da União Europeia - UE 2020 para a Biodiversidade (ECE, 2019).

FIGURA 31 - IMPACTOS AMBIENTAIS X BENEFÍCIOS DA INFRAESTRUTURA VERDE



FONTE: LIVINGROOFS.ORG (2019).

De modo a dar suporte aos governos e às empresas envolvidas, o EFB<sup>8</sup> e o Laboratório de Inovação *GRÜNSTATTGRAU* da *Österreichischer Verband für Bauwerksbegrünung* formaram uma parceria para realizar uma pesquisa de mercado sobre as tendências de implantação de telhados verdes pelos países membros da EFB – Alemanha, Áustria, Hungria, Escandinávia (Suécia, Noruega, Dinamarca), Suíça, Reino Unido (TABELA 4) (ENZI et al, 2017).

TABELA 4 - TENDÊNCIAS DO MERCADO EUROPEU DE TELHADO VERDE

<b>Tendências mercado europeu de Telhado Verde</b>					
PAÍS	ESTOQUE TOTAL DE T. V. EM M <sup>2</sup> (2014)	ACRÉSCIMO DE TELHADO VERDE / ANO (M <sup>2</sup> )	TAXA DE T.V. EXTENSIVO (%)	TAXA DE T.V. INTENSIVO (%)	VENDAS ANUAIS (€)
ÁUSTRIA	4.500.000	500.000	73	27	27.350.000
ALEMANHA	86.000.000	8.000.000	85	15	254.000.000
HUNGRIA	1.250.000	100.000	35	65	5.662.500
ESCANDINÁVIA *	-	600.000	85	15	16.050.000
SUÍÇA	-	1.800.000	95	5	51.300.000
REINO UNIDO	3.700.000	250.000	80	20	28.000.000
<b>TOTAL</b>	<b>95.450.000</b>	<b>11.250.000</b>			<b>382.362.500</b>

FONTE: EFB (2015).

O relatório realizado pela EFB em parceria com a organização londrina Living Roofs (201\_) apresenta uma pesquisa mais abrangente, incluindo metragem de telhados verdes em países fora do eixo europeu, bem como a relação de m<sup>2</sup> por habitante (TABELA 5).

<sup>8</sup> EFB: *European Federation of Green Roof and Wall Associations* – Federação Europeia de Telhados e Paredes Verdes.

TABELA 5 - ÁREA GLOBAL DO TELHADO VERDE E DENSIDADE

	Population	Total area of green roofs (m <sup>2</sup> )	Green roofs per capita (m <sup>2</sup> /inhabitant)
Basel	175,131	1,000,000	5.71
Stuttgart	590,000	2,000,000	3.38
Linz	193,814	500,000	2.57
Munich	1,450,381	3,148,043	2.17
Vienna	1,714,000	2,560,000	1.49
Malmö	303,000	400,000	1.32
Hanover	522,686	638,500	1.22
London's CAZ	230,000	205,000	1.21
Düsseldorf	588,169	698,000	1.19
Berlin	3,600,000	4,000,000	1.11
Washington D.C.	681,170	254,470	0.37
Rotterdam	634,661	235,000	0.37
Amsterdam	813,562	300,000	0.36
Melbourne City	148,000	54,000	0.36
Portland	570,000	157,989	0.27
Chicago	2,700,000	508,130	0.19
Tokyo	13,184,161	1,345,250	0.10
Toronto	2,615,060	250,000	0.09
Singapore	5,100,000	468,000	0.09
Copenhagen	510,000	40,000	0.07

FONTE: EFB, 2015.

Madureira e Andresen (2014) propõe para a cidade do Porto - Portugal, um método para informar, dentro do contexto urbano, quais as áreas com prioridade de inserção de uma infraestrutura verde. Elas concluem que a adoção de suposições genéricas ou de senso comum não são estratégias adequadas para se introduzir infraestrutura verde nas cidades. Segundo as autoras, é necessário se entender e identificar as necessidades, realidades e conflitos espaciais de forma local, para se inserir uma estrutura verde mais efetiva. São algumas das estratégias adotadas no método proposto levantamento dos espaços verdes públicos disponíveis e verificação dos locais que apresentam maior elevação de temperatura (MADUREIRA; ANDRESSEN, 2014).

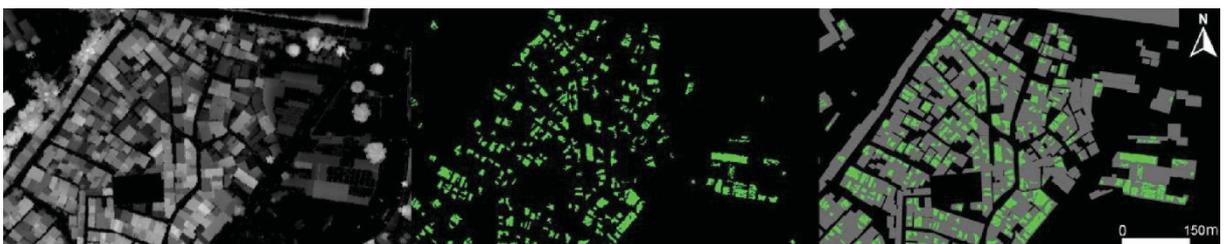
No Brasil ainda não há pesquisa concreta sobre o grau de presença da técnica nas cidades. Mas importante pesquisa tem sido desenvolvida por Dang e Sampaio (2020) em parceria com a prefeitura do Rio de Janeiro que busca avaliar o potencial de instalação de telhados verdes na cidade. O estudo intitula-se “Potencial dos Telhados Verdes na Cidade do Rio de Janeiro” e tem como objetivo mapear o

potencial de uso das coberturas para instalação de telhados verdes intensivos para fins de agricultura urbana, tomando por base a inclinação do telhado (inferior a 5°).

O projeto nasce da identificação de uma demanda e realidade, em que 1/3 da população não tem acesso a alimentos em quantidade nem em qualidade (DANG; SAMPAIO, 2020). Além disso, a cidade do Rio de Janeiro está marcada pela alta densidade e conseqüentemente alta impermeabilização, sujeita a constantes eventos de inundação, com supressão das suas áreas verdes e alta fragilidade social. O objetivo do projeto é fomentar a criação de uma infraestrutura verde, que além de trazer alimentos frescos e de qualidade para as populações necessitadas, tem o potencial de mitigar os efeitos negativos da urbanização.

Projeto identifica o potencial de instalação de 1.383 hectares (13,83 milhões de m<sup>2</sup>) para a instalação de telhados verdes intensivos para agricultura urbana – que poderiam alimentar 39,2% da população (DANG; SAMPAIO, 2020), número este que representa telhados adequados para instalação dos telhados verdes intensivos com vista à agricultura urbana, ou seja, apenas 10% da área de cobertura em que se dá o estudo. O método utilizado (FIGURA 32) para o mapeamento dos dados espaciais se dá por meio da tecnologia de sensoriamento remoto baseada em laser - LIDAR (Light Detection and Ranging).

FIGURA 32 - CÁLCULO DA INCLINAÇÃO DO TELHADO E MAPEAMENTO DAS ÁREAS PLANAS DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO



FONTE: Dang e Sampaio (2020).

Harada e Whitlow (2020) comentam que o limite de espaço das cidades no nível do solo leva a estudo para aplicação de agricultura urbana para os telhados. E o tipo de telhado verde indicado para uso para fins de agricultura urbana é o intensivo, na capacidade de carga, possibilidade de acesso e irrigação.

Em estudo realizado por Briz, Kohler e Felipe (2018) um dos principais requisitos levantados para aplicação de agricultura urbana em telhados verdes é

uma boa profundidade de substrato, suficiente para garantir o bom desenvolvimento das raízes das tuberosas (BRIZ; KOHLER; FELIPE, 2018). Ele deve também ser adaptado para o clima e para os alimentos a serem cultivados, mas em geral os autores recomendam a seguinte composição:

- Turfa: porosidade;
- Pedra-pomes: porosidade, retém água, ar e nutrientes;
- Fibra-de-coco;
- Agregados leves de argila e tijolos quebrados: impedem compactação e dão estabilidade, não devendo exceder a 30% do volume devido ao peso adicional;
- Fungos micorriza – auxiliam na drenagem e na retenção de água e nutrientes;
- Adubo: aporte nutritivo à vegetação. proporção não superior a 10%, para evitar o aumento do pH do meio e prejudicar a drenagem.

Eles comentam que é importante os objetivos de cultivo sejam expressos ainda na fase de projeto, para que tanto a estrutura como o telhado verde e sua composição sejam corretamente dimensionados, para evitar problemas estruturais e balancear a necessidade de evapotranspiração (substrato+vegetação) e capacidade de retenção de água do substrato. Recomenda-se para ervas, folhosas, legumes e frutas em bagas uma profundidade de substrato de 10 a 15 cm, levando a um peso médio de 150 a 300 kg/m<sup>2</sup>. Já para os demais vegetais, arbustos e árvores frutíferas a profundidade mínima recomendada é de 40 a cm, com peso aproximado de 300 a 500 kg/ m<sup>2</sup>.

Em relação a turfa, embora apresente bom desempenho em termos de leveza e retenção de água, seu uso em substratos está sendo questionado pelos impactos ambientais envolvidos: por ser um material de origem fóssil, a extração da turfa pode significar entre 86 e 100% de emissão de carbono referente à sua própria degradação (SILVENIUS *et. al.*,2016).

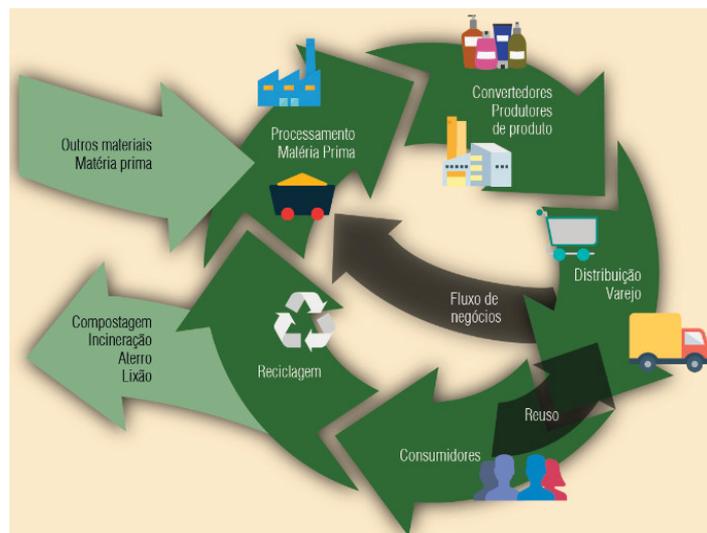
Ainda outro ponto a ser considerado é a lixiviação provocada pelo adubo presente nos substratos das culturas: em estudo realizado por Harada *et al.* (2018), verificou-se um aumento significativo do nitrogênio presente na água escoada. Uma possibilidade apresentada pelos pesquisadores é a reciclagem dessa água para reuso na irrigação das culturas, diminuindo a necessidade de nova adubação, e reduzindo os níveis de nitrogênio nas águas residuais.

### 2.1.9 Avaliação do Ciclo de Vida dos Telhados Verdes

A Avaliação do Ciclo de Vida – ACV, (em inglês LCA – Life Cycle Assessment) consiste em um método de mensuração e avaliação dos impactos ambientais em potencial relacionado ao ciclo de vida de um determinado produto, atividade ou serviço (IBICIT, 201\_). Trata-se, portanto de uma ferramenta de gestão ambiental que, através da criação de um inventário que contabilize todas as entradas e saídas envolvidas desde as fases iniciais como a extração de matérias-primas e transporte (pré-operacional), passando pela fase de uso (operacional) até a sua disposição final (pós-operacional), possa auxiliar na tomada de decisão dos setores em relação à seleção de materiais e processos de menor impacto ao meio ambiente. Dentro da cadeia do produto, incentiva-se as iniciativas que incentivem a reinserção do produto ou parte dele, diminuindo assim a necessidade de extração de matérias-primas (FIGURA 33). De modo geral, procura-se agir de acordo com os 3 “R’s”, seguindo a sequência: reduzir, reutilizar e, em última instância, reciclar.

Visto a complexidade em se realizar a avaliação englobando todos os impactos envolvidos no ciclo de vida de um produto, muitas vezes utiliza-se uma abordagem mais simplificada, que contabiliza apenas a energia embutida e CO<sub>2</sub> emitido na cadeia produtiva do produto, chamada de ACVE<sup>9</sup>.

FIGURA 33 - ESQUEMA DAS FASES ENVOLVIDAS NO CICLO DE VIDA DE UM PRODUTO, ATIVIDADE OU SERVIÇO.



<sup>9</sup> ACVE – Avaliação de ciclo de vida energético

FONTE: EnCiclo – Soluções Sustentáveis (2019)

Araújo (2018), pondera que comparando-se ao setor industrial, a aplicação do método de ACV é particularmente diferente na construção civil: os materiais de construção possuem um ciclo de vida consideravelmente maior do que os produtos da indústria. Entretanto, mostra-se como uma ferramenta importante na tomada de decisão ainda na fase de projeto (pré-operacional) sobre a escolha de materiais e processos menos impactantes e mais eficientes, que envolvam menor gasto energético e que exijam menor manutenção, e possam ser reinseridos no ciclo produtivo, gerando menor quantidade de resíduos (ARAÚJO, 2018).

No que tange aos Telhados Verdes, em pesquisa realizada por Tavares *et al.* (2014) foi utilizado um método de avaliação de ciclo de vida simplificado – ACVE, de modo a investigar e quantificar o potencial de mitigação de impactos dos telhados verdes, em termos de EE<sup>10</sup> e emissão de CO<sub>2</sub>. Para isso, foi realizada uma análise comparativa entre sistemas convencionais de cobertura e diferentes arranjos de telhados verdes, totalizando-se sete sistemas de telhados, a saber:

- 1 - Laje pré-moldada com telhado em telha cerâmica;
- 2 - Laje pré-moldada com sombreamento em argila expandida;
- 3 - Telhado com estrutura e forro em madeira, com cobertura cerâmica;
- 4 - Telhado verde- sistema hexa;
- 5 - Telhado verde- sistema modular;
- 6 - Telhado verde vernacular;
- 7 - Telhado verde vernacular sobre laje pré-moldada.

A partir dessas configurações foi realizada ACVE dos materiais utilizados em função de sua representatividade em cada sistema adotado. Em termos de EE a impermeabilização apresentou o maior impacto dentre os materiais utilizados, e ocupou o 2º lugar em relação a emissão de CO<sub>2</sub> (QUADRO 4):

QUADRO 4 - MATERIAIS UTILIZADOS EM SOLUÇÕES DE COBERTURA

ENERGIA EMBUTIDA (EE)	CO <sub>2</sub>
1º Impermeabilização	1º Cal
2º Bloco cerâmico	2º Impermeabilização

<sup>10</sup> EE: Energia embutida

3° Cal	3° Bloco cerâmico
4° Argila expandida	4° Cimento

FONTE: A autora, a partir de Tavares *et al.* (2014).

Como resultado da pesquisa Tavares et al (2014), observou-se que o sistema que obteve o maior valor de energia embutida foi o sistema 7 (telhado verde sobre laje pré-moldada) seguido pelo sistema 2 (Laje pré-moldada + argila expandida), e o menor valor foi apresentado pelo sistema 3 (Telhado cerâmico com estrutura e forro em madeira). Segundo os autores, isso deve-se ao fato de ambas as coberturas 7 e 2 serem compostas por laje pré-moldada, que possui grande energia embutida na fase de impermeabilização. Já o melhor resultado apresentado pelo sistema 3 está relacionado ao fato de este não incluir entre os seus materiais os com maiores índices de EE e emissão de CO<sub>2</sub> dentre os levantados, como a cal, a impermeabilização e o bloco cerâmico.

Ainda que no estudo não tenha figurado entre os mais impactantes, o substrato é uma camada que pode apresentar altos índices de energia embutida. Isso pode ser explicado pois, diferentemente do solo, é uma mistura que por vezes inclui agregados leves como xisto, ardósia e argila, materiais que para aumentar suas propriedades de retenção de umidade, são submetidos a altas temperaturas, elevado assim a energia embutida (MYRANS, 2009). Isso se explica por que o sistema de telhado verde vernacular não apresentou resultados favoráveis, pois além de a impermeabilização ser muito impactante, o substrato contribuiu para o aumento da EE e CO<sub>2</sub> deste sistema. Estudos em relação a soluções menos impactantes de impermeabilização e de composição de substrato, sobretudo no que tange à redução dos índices de EE e emissão de CO<sub>2</sub> são necessários.

Conforme mencionado por Tavares *et al.* (2014), é importante frisar que o cimento, material de construção comprovadamente impactante em termos de EE e CO<sub>2</sub>, não ocupou o primeiro lugar dos sistemas por ter sido utilizado em menor quantidade, pois a laje considerada foi a do tipo pré-fabricada, onde o preenchimento foi feito com blocos cerâmicos. Ainda, a ACV realizada no estudo foi do tipo “berço ao portão”, ou seja, restringiu-se a análise pré-operacional dos sistemas de cobertura. Portanto, o potencial de fixação de CO<sub>2</sub> pelas plantas, ou

mesmo a economia de energia de aquecimento e resfriamento não foram considerados no estudo.

Em pesquisa realizada Uhmman e Tavares (2017) o telhado verde vernacular apresentou melhores resultados em termos de EE e emissão de CO<sub>2</sub> do que os telhados convencionais de telhas cerâmicas, existentes em dois exemplos de arquitetura escolar da rede de ensino pública do estado do Paraná. Foram calculados os valores de EE e emissão de CO<sub>2</sub> equivalente referente aos materiais utilizados no sistema de cobertura existente e no sistema de telhados verdes, chegando-se em valores de EE em GJ/m<sup>2</sup> e emissão de CO<sub>2</sub> em kg/m<sup>2</sup>. Além do potencial de fornecer melhores condições de conforto térmico aos usuários destas edificações, a substituição da cobertura existente levaria a uma redução da EE em 27,44% para o exemplar A e 69,26% para o exemplar B; além de uma redução da emissão de CO<sub>2</sub> de 59,96% para o exemplar A e 83,19% para o exemplar B.

Outro estudo importante sobre ACV dos telhados verdes foi o realizado por, Bianchini e Hewage (2012) que chamam a atenção para o fato de que o avanço tecnológico levou à aplicação de novos materiais na composição da estrutura, drenagem e impermeabilização dos telhados verdes, sem, contudo, considerar os impactos ambientais envolvidos em sua cadeia produtiva, como emissões de gases do efeito estufa. Diante do que foi levantado pelos autores, a poluição do ar pode ser compensada entre 10 e 13 anos de uso dos telhados, mas o processo de fabricação destes materiais envolve outros impactos negativos. O ideal seria, portanto, a substituição destes materiais por produtos de menor impacto. Diante disso, os autores realizaram uma ACV de dois polímeros comumente presentes nos telhados verdes: o LDPE<sup>11</sup> reciclado e o LDPE não-reciclado, onde a versão reciclada apresentou-se consideravelmente menos impactante (cerca de 2,8 vezes menor poder de emissão), sob o ponto de vista da toxicidade do ar, do que o não-reciclado.

#### 2.1.10 Desafios para a implantação dos Telhados Verdes

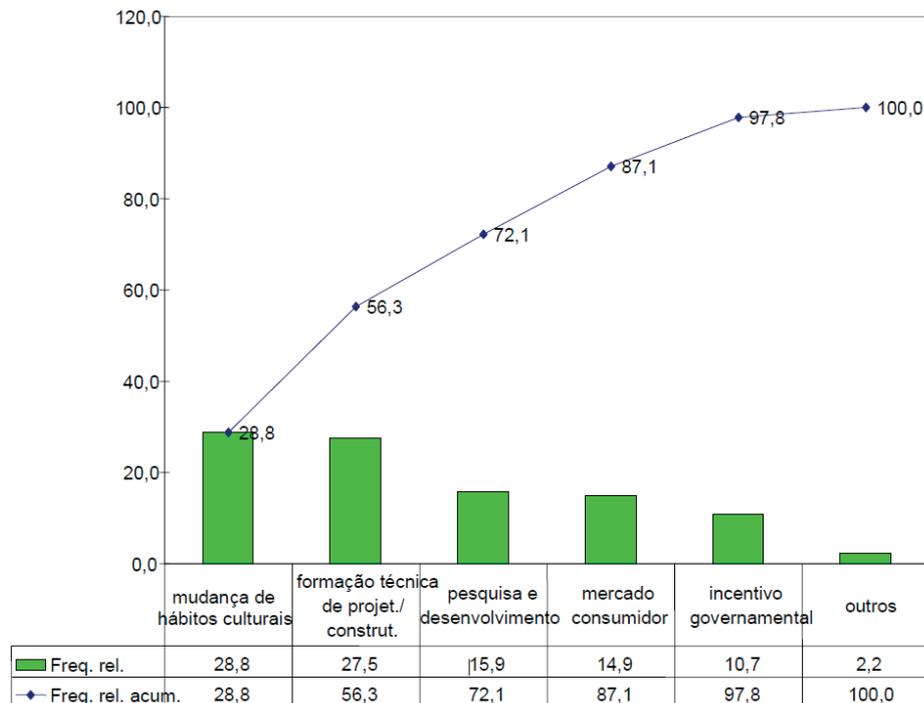
Uma contribuição para identificação dos desafios na implantação de telhados verdes foi abordada no âmbito deste PPGEc por Nascimento (2008), que

---

<sup>11</sup> LDPE: do inglês – *low-density polyethylene*, ou polietileno de baixa densidade.

realizou um levantamento para verificar o nível de familiaridade dos profissionais da construção civil com a técnica que ela chamou de coberturas verdes, com o objetivo de identificar as barreiras para implantação da técnica como solução de cobertura de edificações em Curitiba e Região Metropolitana (NASCIMENTO, 2008). A autora realizou uma *survey* junto aos profissionais. Durante a pesquisa, ficou evidente a falta de familiaridade dos profissionais com o tema, visto as várias denominações apresentadas. Ainda, 75% dos entrevistados responderam desconhecer os benefícios ambientais fornecidos pelas coberturas verdes. Dentre as barreiras para a implantação da técnica, a mudança de hábitos culturais e a deficiência na formação técnica dos projetistas e construtores foram as mais apontadas pelos respondentes (GRÁFICO 1).

GRÁFICO 1 - BARREIRAS À DIFUSÃO DA TECNOLOGIA DAS CVS



FONTE: Nascimento (2008).

Embora a questão do incentivo governamental foi o menos apontado pelos entrevistados, segundo a autora, que no início da pesquisa teve a oportunidade de realizar visitas técnicas a empresas alemãs e suíças, a viabilidade econômica conferida por estes governos através da isenção de tributos foi a principal motivação para a instalação de telhados verdes (NASCIMENTO, 2008).

É fato que o Brasil carece de incentivos fiscais para a implantação de telhados verdes. Mas para que haja a popularização da técnica, é necessário preparar os profissionais e futuros profissionais da AEC. Como apresentado até aqui, há muita pesquisa consolidada no Brasil sobre o tema telhados verdes, que se disponibilizados sob à luz dos conceitos de Educação Aberta tem o potencial de incentivar a incorporação desta solução de cobertura ao exercício profissional da construção civil.

### 3 EDUCAÇÃO ABERTA

Desde a globalização, a crescente transformação proporcionada pelo desenvolvimento tecnológico e científico a ela associados, a necessidade de se repensar os modelos pedagógicos vigentes tornou-se ainda mais urgente. Esse contexto exerceu influência sobre a nova geração de estudantes, ou geração Z, cujo perfil se caracteriza sobretudo pela forte conectividade, necessidade de interagir com os pares e afinidade com as novas tecnologias de informação e comunicação.

Também chamados de nativos digitais, essa geração de estudantes possui familiaridade com as novas tecnologias, e mostram-se desmotivados e pouco engajados em ambientes de aprendizagem tradicionais. Apreciam didáticas que incorporem a aprendizagem significativa e experimental, como gamificação, projetos colaborativos e transdisciplinares, permeadas pelo uso de outras metodologias ativas de ensino.

Em contrapartida, sobretudo em instituições de ensino superior, o método tradicional de ensino permanece engessado, e a transmissão do conhecimento acontece de forma unilateral, onde o professor e a instituição a qual representa são os detentores do conhecimento, e estudantes se colocam como receptores passivos.

Nesse sentido, a Educação aberta emerge como abordagem pedagógica disruptiva, por estimular a disseminação e democratização dos saberes, e proporcionando o enriquecimento e atualização contínua do conhecimento. Apoiase nas novas tecnologias de informação e comunicação com uso de mídias multimodais, mas vai além por propiciar novas formas e estratégias de ensino-aprendizagem.

Além de disseminar o conhecimento, a educação aberta como estratégia pedagógica fomenta a aprendizagem colaborativa por meio do uso, reuso, criação e compartilhamento de conhecimento, bem como pela interação e colaboração entre os pares. Nesta abordagem, professor e estudante colocam-se em situação de equidade intelectual, em um processo em que todos compartilham a autoria e a responsabilidade pelo conhecimento gerado, que por ser compartilhado de forma aberta, transcende o escopo da disciplina. Dessa forma, o estudante é motivado a desenvolver um material de qualidade, e a partir da devolutiva de professores e pares, tem a oportunidade de revisar a sua contribuição individual, visando a melhoria e atualização contínua do conteúdo. Ao mesmo tempo, ao disponibilizar

seu trabalho de forma aberta, permite que este seja atualizado e revisitado por outrem, sejam colegas de turma atuais, futuros, ou outros interessados no tema tratado, por um período que transcende o escopo da disciplina.

A Educação Aberta, portanto, tem o potencial de desenvolver no estudante competências cognitivas (saber), operacionais (fazer) e atitudinais (ser) alinhadas com as demandas do mercado de trabalho e da sociedade, pois estimula a autonomia, a liberdade criativa e o pensamento crítico e reflexivo, estimulando o sujeito a envolver-se e engajar-se com a comunidade a qual pertence, como um agente de mudança da realidade que o circunda.

Para tanto, é fato que esta filosofia pedagógica exige do professor e dos pesquisadores na área de educação novas abordagens, práticas e metodologias de ensino que promovam maior engajamento do estudante com o processo de ensino e aprendizagem.

Desta forma, a Educação Aberta surge como estratégia atrativa e atualizada. Segundo Amiel (2012). A Educação Aberta (EA) é definida por:

“Fomentar (ou ter a disposição) por meio de práticas, recursos e ambientes abertos, variadas configurações de ensino e aprendizagem, mesmo quando essas aparentam redundância, reconhecendo a pluralidade de contextos e as possibilidades educacionais para o aprendizado ao longo da vida.” (AMIEL, T., 2012, pp 17-33.)

Peters (2008) a definia como uma nova filosofia educativa, pois apesar de ser um modelo educacional que se apoia nas tecnologias de informação e comunicação (TICs) e recursos educacionais abertos (REA), possui uma filosofia educacional por trás, que tem como objetivo a democratização do conhecimento (AIRES, 2016), ou seja, “ampliar o acesso e participação de todos através da remoção de barreiras e tornar a aprendizagem acessível, abundante, e personalizável para todos” (SANTOS *et al*, 2016).

Assunto que foi debatido no *Fórum on the Impact of Open Courseware for Higher Education in Developing Countries*, promovido pela UNESCO em Paris, que contou com 17 participantes, e tinha como principal objetivo analisar e discutir os impactos da abertura por instituições de ensino como MIT<sup>12</sup>, de parte do material

---

<sup>12</sup> Massachusetts Institute of Technology

didático de seus cursos. A disponibilização digital desses materiais, tornou evidente o poder transformador do conhecimento (UNESCO, 2016), e evidenciou o fato de que o verdadeiro valor não está sobre o conteúdo, mas sobre as interações e discussões que o ambiente acadêmico fomenta. Durante o evento, foi cunhado o termo inglês *Open Educational Resources* (OER) - que em português traduziu-se por Recursos Educacionais Abertos (REA) - bem como a sua definição:

“[...] os materiais de ensino, aprendizagem e investigação em quaisquer suportes, digitais ou outros, que se situem no domínio público ou que tenham sido divulgados sob licença aberta que permite acesso, uso, adaptação e redistribuição gratuitos por terceiros, mediante nenhuma restrição ou poucas restrições. O licenciamento aberto é construído no âmbito da estrutura existente dos direitos de propriedade intelectual, tais como se encontram definidos por convenções internacionais pertinentes, e respeita a autoria da obra.” (UNESCO 2002)

Desde então, a organização ganhou representatividade nos países membros, que no Brasil está representado pelo REA Brasil e suas unidades por unidade de federação, que instigam e fomentam a criação e compartilhamento de recursos educacionais.

Em 02 de março de 2020, os estados membros da UNESCO assinaram a Coalizão Dinâmica REA, que tem como objetivo facilitar a cooperação internacional para promover o uso de REA, e federar as partes interessadas. O objetivo da coalização é liderar e estruturar atividades de modo a se alcançar os objetivos estabelecidos na Recomendação de Recursos Educacionais Abertos da Unesco de novembro de 2019 (UNESCO,2020).

- Facilitar a cooperação internacional para o uso de REAs;
- Capacitar as partes interessadas para criar, acessar, processar, adaptar e redistribuir REA;
- Desenvolver políticas de apoio;
- Incentivar REA de qualidade inclusiva e equitativa;
- Fomentar a criação de modelos de sustentabilidade dos REA.

Diante disso, de forma a contrapor os modelos tradicionais de ensino – engessados, unilaterais e passivos, percebe-se o movimento dentro da comunidade educativa em fazer uso de práticas educacionais abertas no redesenho de seus

projetos pedagógicos, com o objetivo de melhorar a qualidade do processo de ensino-aprendizagem, bem como o engajamento e motivação dos estudantes.

As Práticas Educacionais Abertas (PEA) são regidas sobre a tríade formada pelas dimensões política, pedagógica e tecnológica, primando pela reutilização e/ou produção de REAs, disponibilizados em repositórios digitais (dimensão tecnológica) que através do apoio da instituição de ensino (dimensão política), promovem modelos pedagógicos inovadores que capacitam alunos e professores como coprodutores no processo de aprendizagem (dimensão pedagógica) (MEIER, 2015).

Paskevicius e Irvine (2019) conceituam as Práticas Educacionais Abertas como “[...] uma forma emergente de design de aprendizagem”, e tem no Construtivismo<sup>13</sup> e no Conectivismo<sup>14</sup> a sua base pedagógica, explorando a aprendizagem por meio do uso, criação e compartilhamento de recursos educacionais abertos.

### 3.1 MASSIVE OPEN ONLINE COURSE - MOOC

A palavra MOOC é um acrônimo para o termo em inglês *Massive Open Online Course*, que em português traduz-se por Curso Massivo Aberto e Online. Sob o ponto de vista semântico dos termos, caracteriza-se por uma modalidade de ensino cujo principal objetivo é o acesso livre ao conhecimento produzido pelas instituições de ensino (*Open*), por meio de cursos ofertados de forma virtual (*Online*), buscando atingir dessa forma muitas pessoas (*Massive*).

As estratégias didático-pedagógicas dos MOOCs se apoiam nos princípios da Educação Aberta ao fazer uso de REAs - como as videoaulas, apostilas e materiais digitais; e de recursos TIC<sup>15</sup> - como os fóruns de discussão via AVA e redes sociais, atividades de fixação e avaliação entre pares. Essa última, muito recorrente nos MOOCs, além de permitir que se faça uso de atividades discursivas (o que seria inviável se o professor tivesse que corrigir uma a uma, as produções)

---

<sup>13</sup> Construtivismo: Teoria de aprendizagem desenvolvida por Jean Piaget, onde os saberes estão em constante construção, a partir da interação do sujeito com o meio.

<sup>14</sup> Conectivismo: abordagem educacional defendida por Siemens e Downes, onde a aprendizagem acontece por meio das conexões advindas do compartilhamento de saberes e experiências entre os sujeitos.

<sup>15</sup> Tecnologias de Informação e Comunicação

propicia a discussão e reflexão entre os pares, bem como o envolvimento destes, na colaboração e co-criação do conhecimento, o que torna a experiência ainda mais enriquecedora.

Uma vez que seus métodos didático-pedagógicos nascem dos princípios das Práticas Educacionais Abertas, o conceito de MOOC transcende na forma como se dá a gestão do conteúdo e a interação entre o professor e estudante. Enquanto a educação a distância é composta por etapa síncrona (necessidade de que professor e estudantes estejam presentes de forma simultânea) e assíncrona (sem a necessidade de presença simultânea do professor e estudantes), o MOOC não consta de etapa síncrona: todo o material é organizado e concatenado de maneira que o estudante experiencie o curso de forma autônoma. Isso exige do conteudista pleno domínio em relação à gestão do conteúdo e aos métodos de ensino de modo a garantir que o usuário realize o curso no tempo previsto e atinja os objetivos de aprendizagem propostos (SALERNO, 2019; GESSI, 2019).

Salerno (2019) menciona que MOOCs são disponibilizados em Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) das instituições, ou também em plataformas específicas, as quais disponibilizam cursos de uma ou mais instituições. Dentre as plataformas mais conhecidas, cita-se a *Coursera*, *EdX*, *Udacity*, *UNEDCOMA*, *miríadaX*, entre outras (MEIER, 2015). Essas plataformas disponibilizam cursos nas mais diversas áreas do conhecimento, e a quantidade de cursos disponíveis é expressivo: uma breve pesquisa no buscador de *MOOCs Class Central* em 13/07/2020, foram encontrados 17.611 cursos neste formato, ofertados por 940 universidades.

Emrani et al (2019) faz uma análise comparativa entre as abordagens pedagógicas dos MOOCs oferecidos por 6 plataformas: *Coursera*, *edX*, *Udacity*, *Canvas*, *FutureLearn* e *Riwaq*. Ao total foram analisados 16 cursos, entre as áreas ciência da computação, negócios, arte e ciências humanas. Dentre as abordagens pedagógicas utilizadas pelos MOOCs citam-se o *blended-learning* (aprendizagem mista ou híbrida), avaliação entre pares, aprendizagem transmissiva, aprendizagem ativa e autoaprendizagem.

Outra característica torna essa modalidade atrativa aos estudantes é a questão tempo: MOOCs são considerados cursos de curta-duração. Em sua pesquisa, Salerno (2019) analisou as estratégias das plataformas *Coursera*, *EdX* e *Future Learn*, e no que tange a duração, os cursos variavam entre 3 e 12 semanas.

### 3.2 CLASSIFICAÇÃO DOS MOOCS

Em sua trajetória, os MOOCs apresentaram duas abordagens diferentes: inicialmente, a abordagem utilizada foi a conectivista – cMOOC - de caráter colaborativo. Posteriormente, as plataformas passaram a adotar a abordagem conteudista - xMOOC, cujo foco está sobre o conteúdo. Esta abordagem é a mais adotada pelas plataformas (RAMOS e SILVA et al, 2014).

Canole (2013) propõe 12 dimensões a serem observadas na criação e na avaliação de MOOCs. Ramos e Silva *et al.* considera as 12 dimensões propostas por Canole, e adiciona outras 6 dimensões propostas por Bremmer (2013) (QUADRO 5):

QUADRO 5 - DIMENSÕES DO MOOC SEGUNDO CANOLE (2013) E BREMMER (2013)

CANOLE (2013)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ABERTO</li> <li>■ MASSIVO</li> <li>■ USO DE MULTIMÍDIA</li> <li>■ GRAU DE COMUNICAÇÃO</li> <li>■ GRAU DE COLABORAÇÃO</li> <li>■ CAMINHO DE APRENDIZAGEM</li> <li>■ GARANTIA DE QUALIDADE</li> <li>■ QUANTIDADE DE REFLEXÃO</li> <li>■ CERTIFICAÇÃO</li> <li>■ EDUCAÇÃO FORMAL</li> <li>■ AUTONOMIA</li> <li>■ DIVERSIDADE</li> </ul>
BREMMER (2013)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ PÚBLICO-ALVO</li> <li>■ MÉTODOS DE ENSINO-APRENDIZAGEM</li> <li>■ EXPLICAÇÕES (PAPEL DOS TUTORES)</li> <li>■ RESULTADOS DA APRENDIZAGEM</li> <li>■ TEORIA DA APRENDIZAGEM SUBJACENTE</li> <li>■ ESTRUTURA DO CURSO</li> </ul>

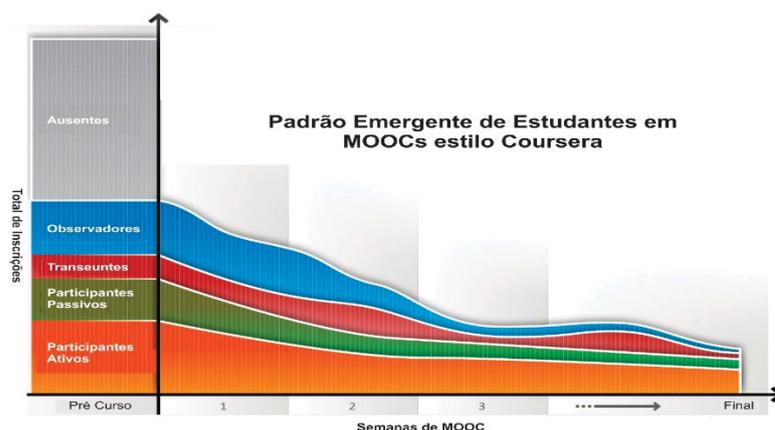
FONTE: A autora (2020), adaptado de Ramos e Silva *et al.* (2012).

Outra característica inerente aos MOOCs é a flexibilidade em termos de horário, período, idioma, e ausência de pré-requisitos (na maioria das vezes). Ela corrobora para a democratização do conhecimento e à diversidade, uma vez que permite que pessoas com diferentes estilos de aprendizado tenham acesso ao conteúdo educacional produzido nos mais diversos locais (EL EMRANI et al., 2015).

A flexibilidade, ao mesmo tempo que figura como atrativo ao usuário do MOOC, pode ser uma interferência na experiência do curso, e exigirá que o usuário possua ou desenvolva competências essenciais como a autogestão e o autoaprendizado, uma vez que ele é o protagonista no processo de ensino-aprendizagem. Hill (2013) realiza uma análise do padrão do estudante emergente dos cursos de MOOC da plataforma Coursera, classificando-os em *no-show* (que se matriculam, mas não aparecem), *observers* (observadores – leem parte dos materiais e vídeos, mas não participam das atividades e discussão), *drop-ins* (estudantes que apresentam alguma atividade, mas não concluem o curso, pois estão em busca de informações pontuais), *passive participants* (veem o curso como uma fonte de conteúdo, não participam das discussões e tarefas) e os *active participants* (e os participantes ativos, que como o nome diz, participam ativamente acessando os materiais audiovisuais, e participam ativamente das interações nos fóruns de discussão, avaliações, wiki, etc).

No GRÁFICO 2 tem-se o perfil desses estudantes e parte deles, nos cursos objetos do estudo de caso (cerca de 40%), matriculam-se e não acessam o curso. Ainda, dos participantes ativos, apenas metade concluiu o curso. Essas informações reforçam o papel do professor em identificar as interferências e prover reajustes quantos forem necessários.

GRÁFICO 2 - ANÁLISE GRÁFICA DO PERFIL DOS ESTUDANTES MATRICULADOS EM MOOCs DA PLATAFORMA COURSERA



FONTE: Hill (2013).

Há distintas razões que motivam uma pessoa a recorrer a um MOOC em detrimento da educação formal: formação continuada, pois sua instituição não oferece, ou por esta ser incipiente; capacitação profissional com maior rapidez; aproximação a um assunto novo; ou mesmo desejo de conhecer diferentes abordagens sobre um tema que já é de seu domínio. O entendimento da heterogeneidade característica do público-alvo dos MOOCs contribui na determinação de estratégias didático-pedagógicas que respeitem e se adaptem a diferentes perfis de usuário, que segundo El Emrani *et al.* (2015) correspondem aos diferentes estilos de aprendizagem, os quais envolvem necessidades, preferências e maneiras individuais de se experienciar um curso. A autora indica ainda duas formas de se conseguir identificar esses estilos: por meio de questionário padronizado enviado aos participantes, ou mesmo da análise do perfil comportamental (mais rápida), com base na leitura da interação do usuário com a plataforma onde o curso está depositado.

### 3.3 APRENDIZAGEM AUTÔNOMA E MOTIVAÇÃO

Na conjuntura vigente da pandemia do coronavírus, os estudantes tiveram que se adaptar ao ensino remoto e exercitar a sua autonomia e disciplina. Isso se relaciona diretamente ao conceito de aprendizagem autônoma, onde o estudante é o protagonista do processo de aprendizagem e precisa traçar estratégias para se manter motivado e comprometido com os objetivos pré-estabelecidos.

Diante deste cenário e na busca de explicações sobre o tema foco desta investigação, apresenta-se um arcabouço teórico para dar suporte à pesquisa por meio de leitura exploratória dos principais autores que pesquisam na área de aprendizagem autônoma e motivação intrínseca e extrínseca.

Belloni (1999) alerta que a aprendizagem autônoma provoca no estudante uma dimensão de autodireção e autodeterminação, uma vez que esse processo depende exclusivamente dele, pois sem a orientação direta do professor o discente se torna responsável pela sua própria aprendizagem. Por sua vez, Preti (2000) relaciona a autonomia diretamente ao discente, que necessita demonstrar competência em ser independente. Logo, reconhecer a autonomia do estudante

pressupõe que ele se desenvolverá para pesquisar e progredir de forma independente, sem interferência do professor ou tutor.

Entretanto, a autoaprendizagem requer disciplina e autorresponsabilidade do estudante com seus horários e atividades, e que esteja completamente envolvido como o processo (BELLONI, 1999). Partindo desse pressuposto, Preti (2000) afirma que a aprendizagem deve ser exercitada e introduzida no dia a dia do discente, sendo considerada uma das atividades a serem executadas pelo estudante.

Mais do que simples memorização do conteúdo, a aprendizagem é um processo contínuo e pessoal de construção de conhecimento, onde o estudante é o protagonista do processo, e a instituição de ensino atua como mediadora, auxiliando o aluno a aprender e a pensar (ALMEIDA, 2002). Mas para que ela ocorra de forma efetiva, é fundamental que o professor estimule a aprendizagem ativa por meio da motivação e ferramentas cognitivas.

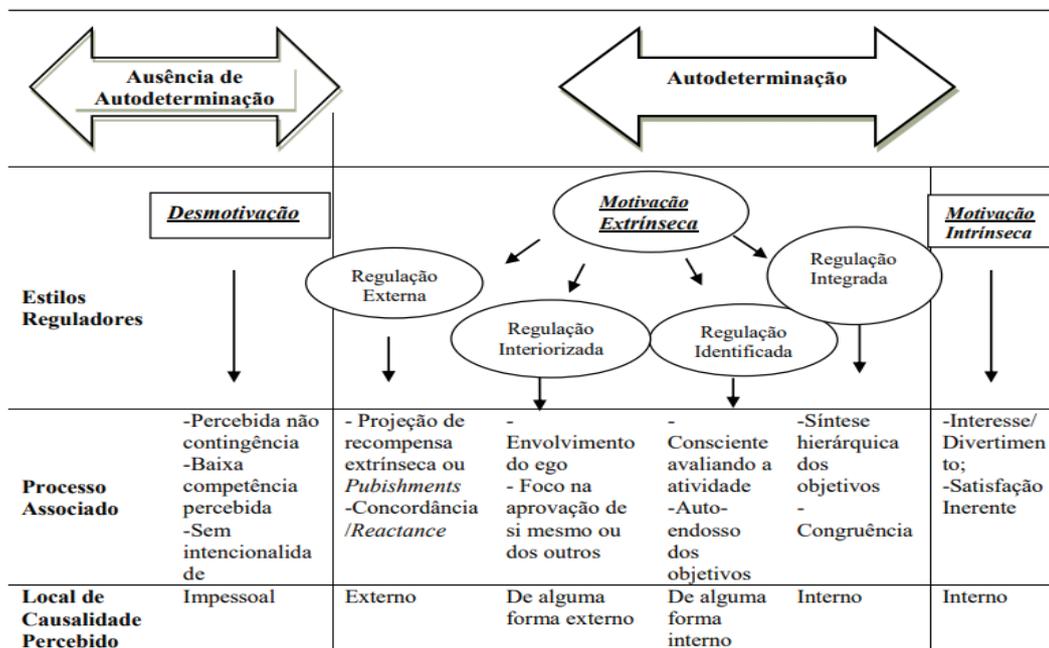
Almeida (2002) afirma que os docentes devem buscar a autonomia do aluno no uso e proveito de estratégias, ao mesmo tempo que influenciam diretamente a motivação do estudante, inclusive na forma como cada um interage com o aprendizado, tornando-se o elemento motivacional que auxilia na fixação do conhecimento, um elemento estratégico para os métodos de prática que são utilizados (MARTON; SÄLJÖ, 2005). Dado que a motivação para o aprendizado é uma tarefa importante na estratégia de ensino do estudante.

Valadas, Gonçalves e Faísca (2011) mencionam a existência de outros fatores envolvidos no processo de aprendizagem: Abordagem profunda, Abordagem Superficial Apática, e Abordagem Estratégica, onde a compreensão de um texto ou conceito pelo aluno está ligado diretamente ao modo como as vivências pessoais dos mesmos condicionam o caminho da aprendizagem em direção a esse objetivo. Assim sendo, quanto mais um determinado texto ou conteúdo se aproxima do universo e área de interesse do estudante, maior será a compreensão numa primeira leitura.

O pressuposto para aprendizagem autônoma tem um elemento que estimula a disciplina - motivação. Entendida como um encadeamento de processos, a motivação resulta de fatores internos e externos experienciados por um indivíduo ao longo dos anos, e tem o poder de incentivar positivamente situações de eventuais desmotivações (SANTOS *et al.*, 2012).

A literatura classifica a motivação em dois tipos: intrínseca e extrínseca, que estão relacionados a fatores internos e externos (FIGURA 34). A motivação intrínseca está relacionada ao fazer alguma coisa pelo fato de o tema ser agradável, genuinamente interessante ou desafiador, enquanto a motivação extrínseca refere-se a algo que se faz compulsoriamente, por fatores externos como pressão ou para se obter algum ganho secundário. Entretanto, tanto o desempenho quanto a qualidade da experiência se mostram superiores quando a motivação é intrínseca (RYAN, DECI, 2000).

FIGURA 34 - TAXONOMIA DA MOTIVAÇÃO HUMANA



Fonte: Adaptado de Ryan e Deci, 2000.

Interessa a esta pesquisa, os fatores relacionados na FIGURA 34 com a motivação intrínseca que estão associadas aos processos de interesse/divertimento ou satisfação inerente ao processo motivacional de aprender. No caso específico dos MOOCs, modalidade de ensino assíncrona e sem suporte de um tutor, a manutenção da motivação torna-se ainda mais desafiadora, exigindo por parte dos participantes a automotivação (MILLIGAN; LITTLEJOHN, 2017), e dos professores e criadores de conteúdo criatividade e uso de estratégias de aprendizagem inovadoras para manter a motivação dos participantes ao longo do curso.

Illigan e Littlehohn (2017) em seus estudos comentam que os profissionais e estudantes de graduação apresentam diferentes motivações para cursar MOOCs: enquanto a maior parte dos estudantes procuram MOOCs para complementar seu

estudo formal ou para ajudar a ampliar as possibilidades para uma futura carreira. Para os profissionais atuantes, os MOOCs são motivadores na medida que suprem necessidades emergentes ou atuais, pela possibilidade de melhorarem sua eficácia e inovação profissional.

#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

O método escolhido para responder ao problema de pesquisa proposto é o *Design Science Research* - DSR – ou Ciência do Artificial, pois o objeto, produto desta pesquisa é um artefato, que tem como objetivo apresentar um método de divulgação de pesquisa com a construção de curso em formato MOOC. O objetivo deste capítulo é detalhar as etapas estruturadas para desenvolvimento do produto com base no método escolhido DSR, bem como as estratégias adotadas para se atingir os objetivos descritos no capítulo 01 (QUADRO 6).

QUADRO 6 - DEFINIÇÃO DAS ESTRATÉGIAS DE PESQUISA A PARTIR DOS OBJETIVOS

	1	2	3	4
OBJETIVO	Mapear a inserção do tema sustentabilidade na graduação e no exercício profissional da construção civil	Organizar material sobre Telhados Verdes no PPGECC + outros programas (lacunas conceituais)	Sistematizar tratar o referencial teórico para criação do MOOC Telhados verdes	Validar relevância e interesse em relação ao tema e ao formato
ESTRATÉGIA	Levantamento da presença do tema nos currículos Sondagem da aplicação no exercício profissional	Revisão de literatura - Telhados Verdes Educação Aberta MOOC	Modelagem do MOOC - Telhados Verdes a partir das diretrizes de Salerno (2019)	Validação do MOOC pelo público-alvo e pelos especialistas

FONTE: A autora (2020).

A definição do plano de ação teve como premissa o fato desta pesquisa estar alinhada ao projeto #SOUFPR – *Smart Open University* UFPR, que desenvolve pesquisa na área de Educação Aberta voltada ao Ensino Superior, e vinculada ao grupo de pesquisa GP-CIT<sup>16</sup>, do Departamento de Gestão da Informação. A equipe é multidisciplinar, composta por professores-pesquisadores, estudantes de doutorado, mestrado e graduação (FIGURA 35), das áreas da pedagogia, engenharia civil, gestão da informação e arquitetura.

FIGURA 35 - EQUIPE ENVOLVIDA NO PROJETO #SOUFPR



FONTE: A autora, 2020.

Todas as decisões em relação ao formato do curso são decididas em conjunto, cada qual contribuindo com sua expertise. Assim como, esta estudante também contribuiu para a pesquisa anterior, de Ana Paula Gessi Pacheco, seja nas decisões em relação ao modelo, correções de apostila, design gráfico de logos para a plataforma, divulgação ou validação do curso. O ambiente favorece à colaboração e co-criação, o que o torna um espaço fértil e propício para o nascimento de ideias e inovação.

<sup>16</sup> Grupo de Pesquisa em Ciência, Informação e Tecnologia - UFPR

#### 4.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Com base nos objetivos descritos no capítulo 01, classifica-se esta pesquisa como de natureza aplicada, normativa e qualitativa, cujo método escolhido foi o DSR (FIGURA 36), pois trata-se de um artefato que será disponibilizado à sociedade, e que tem como objetivo contribuir para a solução de um problema – aumentar a capacitação dos profissionais da construção civil em técnicas e tecnologias que visam a sustentabilidade ambiental – telhado verde.

FIGURA 36 - CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA



FONTE: A autora, 2020.

A abordagem, portanto, é qualitativa, pois não tem como objetivo estudar um fenômeno natural, mas sim o desenvolvimento de um produto, com foco no processo e nas etapas envolvidas na concepção.

#### 4.2 ESTRUTURA DE DESENVOLVIMENTO DO ARTEFATO DA PESQUISA

Por tratar-se de uma DSR, o resultado é um artefato, que neste caso também se configura por um produto de informação. Diante disso, para desenvolvimento da pesquisa tomou-se por base as estratégias PDP – Processo de

Desenvolvimento Produto, bem como as diretrizes do ciclo de vida do conteúdo baseado em competência para MOOC (QUADRO 7) propostas por Salerno (2019).

QUADRO 7 - DIRETRIZES DO CICLO DE VIDA DO CONTEÚDO BASEADO EM COMPETÊNCIA PARA MOOC

1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consultar stakeholders;</li> <li>• Consultar o Projeto Pedagógico ou ementa do curso;</li> <li>• Aplicar questionário com alunos antes do início do curso para identificar o perfil</li> </ul>		
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir entre 8 e 15 competências para o curso.</li> </ul>		
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buscar fontes de informações;               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Base de conhecimento docente;</li> <li>○ Livros;</li> <li>○ Revistas;</li> <li>○ Artigos científicos;</li> <li>○ Dissertações e teses.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estratégias de busca;               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Revisão bibliográfica;</li> <li>○ Revisão integrativa;</li> <li>○ Revisão narrativa.</li> </ul> </li> </ul>	
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar Recursos Educacionais Abertos.</li> </ul>		
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Delimitar créditos               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 3 a 12 semanas;</li> <li>○ 30 a 200 horas.</li> </ul> </li> <li>• Definir módulos semanais;</li> <li>• Planejar cronograma.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formato               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Texto/PDF;</li> <li>○ Ilustração;</li> <li>○ Slides;</li> <li>○ Podcast;</li> <li>○ Vídeo;                   <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Roteiro;</li> <li>▪ Duração;</li> <li>▪ Som;</li> <li>▪ Imagem.</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tecnologias de apoio               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Canva;</li> <li>○ Emaze;</li> <li>○ Genial.ly;</li> <li>○ Padlet;</li> <li>○ Sutori.</li> </ul> </li> </ul>
6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descartar o que não condiz com as competências e resultados de aprendizagem definidos e retornar às etapas de obtenção e reutilização, se necessário.</li> </ul>		
7	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resultado das etapas 4 a 6 (o(s) produto(s) de informação);</li> <li>• Verificar se o(s) produto(s) de informação está(ão) de acordo com as competências.</li> </ul>		
8	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Armazenar o produto de informação gerado no repositório utilizado               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Ambientes Virtuais de Aprendizagem;</li> <li>○ YouTube;</li> <li>○ Google Drive;</li> <li>○ Provedores de MOOC.</li> </ul> </li> </ul>		
9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• E-mail;</li> <li>• Mensagem direta pela plataforma;</li> <li>• Aplicativos de mensagens (Whatsapp, Messenger, Telegram etc);</li> <li>• Notificação via Google Calendar ou similares.</li> </ul>		
10	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar resultados de aprendizagem.</li> <li>• Verbo infinitivo + (conhecimento, habilidade ou atitude) + como será alcançado;               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Taxonomia de Bloom;</li> <li>○ Entre 10 e 12 resultados de aprendizagem por módulo.</li> </ul> </li> </ul>		
11	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar metodologias ativas;</li> <li>• Resumos;</li> <li>• Exercícios;</li> <li>• Nuvens de palavras;</li> <li>• Mapas conceituais;</li> <li>• Jogos;</li> <li>• Evidenciar o que é esperado do estudante nas atividades.</li> </ul>		
12	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desenvolver rubricas de avaliação por competência;</li> <li>• Utilizar avaliação entre pares e auto avaliação;</li> <li>• Comparar competências propostas e alcançadas;</li> <li>• Identificar as principais dificuldades dos estudantes;</li> <li>• Adequar conteúdo e estratégias didáticas conforme as dificuldades identificadas;</li> <li>• Recomeçar o ciclo.</li> </ul>		

Fonte: Salerno, (2019)

O passo seguinte foi realizar o plano de ação com as etapas metodológicas divididas em duas frentes: as abordagens em relação ao conteúdo - Telhados

Verdes, e ao formato – MOOC. Os esquemas representados nas figuras 35 e 36 ilustram as etapas e os níveis de conclusão.

#### 4.2.1 Abordagem sobre o conteúdo

A seleção do conteúdo seguirá a estratégia abordada na FIGURA 37:

FIGURA 37 - ETAPAS DA ABORDAGEM DO CONTEÚDO



FONTE: A autora, 2020.

- a) Sondagem do nível de conhecimento dos potenciais usuários a respeito do tema, bem como os pontos de interesse que os levariam a fazer o curso;
  - Pesquisa documental sobre a presença do tema sustentabilidade entre os cursos de engenharia e arquitetura (APÊNDICE A);
  - *Survey* sobre o nível de conhecimento e aplicação de técnicas sustentáveis no exercício profissional e graduação (APÊNDICE B).
- b) Levantamento das dissertações (QUADRO 8) e artigos (QUADRO 9) relativos ao tema produzidos pelo PPGECC.

QUADRO 8 - DISSERTAÇÕES SOBRE TELHADO VERDE - PPGEC

<b>ANO</b>	<b>AUTOR (A)</b>	<b>DISSERTAÇÃO</b>
2008	NASCIMENTO, W. C. do	Coberturas verdes no contexto da região metropolitana de Curitiba – barreiras e potencialidades
2012	BALDESSAR, S. M. N.	Telhado verde e sua contribuição na redução da vazão da água pluvial escoada
2014	MILLER, A.P. R.R.	Análise do comportamento de substrato para retenção de água pluvial para coberturas verdes extensivas em Curitiba - PR
2015	SAVI, A. C.	Telhados verdes: uma análise da influência das espécies vegetais no seu desempenho na cidade de Curitiba
2016	UHMANN, I.M.de S.	Readequação de coberturas através da técnica de telhados verdes: estudo de caso nas escolas públicas do Estado do Paraná
2016	SCROCCARO, M. P.	Estudo das temperaturas superficiais de coberturas verdes e convencionais na perspectiva de mitigação das ilhas de calor urbano no Centro de Curitiba - Paraná
2018	LOPES, T.V.	Influência de espécies herbáceas no escoamento pluvial e temperaturas superficiais em protótipos de telhados verdes na cidade de Curitiba
2019	BÄR, B. V.	Influência de diferentes camadas de drenagem no desempenho hidrológico de telhados verdes extensivos na cidade de Curitiba - PR
2020	CASAGRANDE, T.	O desempenho de telhados verdes intensivos em termos de controle de temperatura e retenção de águas pluviais na cidade de Curitiba - PR

FONTE: A autora, 2019; MONTE, 2019<sup>17</sup>.

QUADRO 9 - ARTIGOS SOBRE TELHADO VERDE. - PPGEC

<b>ANO</b>	<b>AUTOR(A)</b>	<b>ARTIGO</b>
<b>2002</b>	TAVARES, S. F.; KOHLER, M.; SCHMIDT, M.; LAAR, M.	Green roofs in temperate climates and in the hot-humid tropics – far beyond the aesthetics
<b>2014</b>	TAVARES, S. F., LOPES, T. V., SAVI, A. C., OLIVEIRA, E.	Telhado verde, energia embutida e emissão de CO <sub>2</sub> : análise comparativa a coberturas tradicionais
<b>2014</b>	LIMA JR, J. E. de; MEDEIROS, M. H. F. de; TAVARES, S. F.	Aplicação de análise hierárquica para escolha de sistema de fachadas vegetais em Curitiba
<b>2017</b>	BAR, B. V.; TAVARES, S. F.	Estado da arte do comportamento hidrológico de telhados verdes no Brasil: uma revisão sistemática
<b>2017</b>	LIMA JR, J. E. de; MEDEIROS, M. H. F. de; TAVARES, S. F.	Fachadas vegetais para melhora do conforto ambiental de edificações: escolha para Curitiba usando análise hierárquica
<b>2017</b>	UHMANN, I. M. de S., TAVARES, S. F.	Avaliação do desempenho ambiental na utilização de telhados verdes extensivos em escolas públicas do Paraná
<b>2018</b>	SCROCCARO, M. P., LIMA C. de A., TAVARES, S. F.	Coberturas verdes e convencionais e a mitigação das ilhas de calor urbano
<b>2018</b>	SAVI, A. C.; TAVARES, S. F.	Telhados verdes: uma análise da influência das espécies vegetais na retenção de água de chuva

FONTE: A autora, 2019; MONTE, 2019.

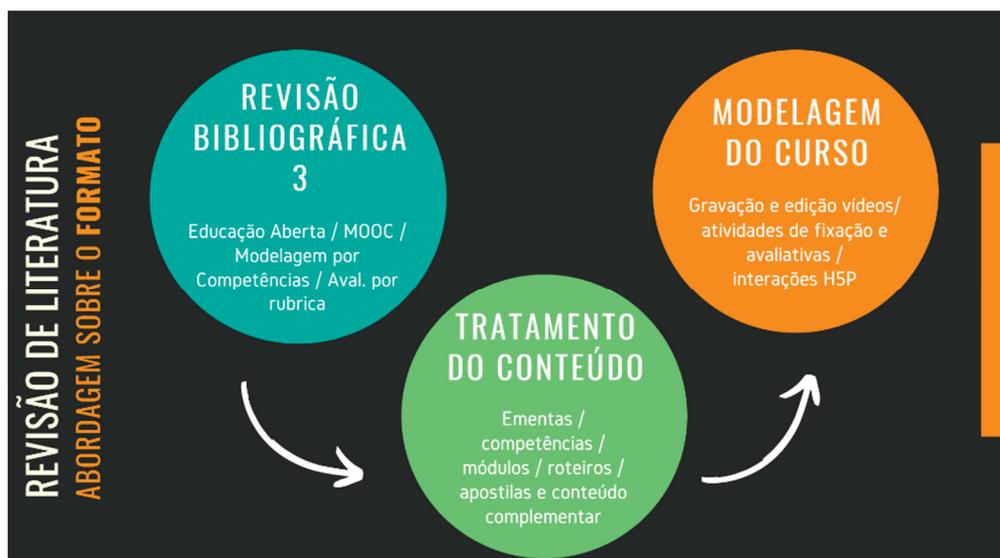
<sup>17</sup> Leonardo Costa Monte, estudante de arquitetura pela UFPR e bolsista de Iniciação Científica pela Fundação Araucária, colaborador no grupo de pesquisa ISCC.

- c) Leitura e fichamento da produção do PPGEC relativa ao tema;
- Estratégia para os fichamentos:
    - i. Qual o problema de pesquisa?
    - ii. Qual o objetivo de pesquisa?
    - iii. Qual a estratégia de pesquisa?
    - iv. Quais as principais conclusões?
    - v. Ineditismo da pesquisa
    - vi. Identificar na dissertação possíveis recursos educacionais abertos e fazer a coleta.
- d) Organização dos fichamentos e identificação das lacunas conceituais;
- Telhados verdes e agricultura urbana
  - Associação entre telhados verdes e painéis fotovoltaicos.
- e) Pesquisa nas bases de dados e produções acadêmicas de outros programas de pós-graduação, nacionais e internacionais.

#### 4.2.2 Abordagem sobre o formato

O desenvolvimento do curso usou todos os conhecimentos resultantes da pesquisa realizada sobre a temática Educação Aberta, MOOC, Motivação Intrínseca, Aprendizagem Autônoma, e dos conhecimentos compartilhados dentro do grupo de pesquisa sobre Modelagem de curso baseada em competências, e Uso de TIC's no processo de Ensino-Aprendizagem (FIGURA 38).

FIGURA 38 - ETAPAS DA ABORDAGEM DO FORMATO

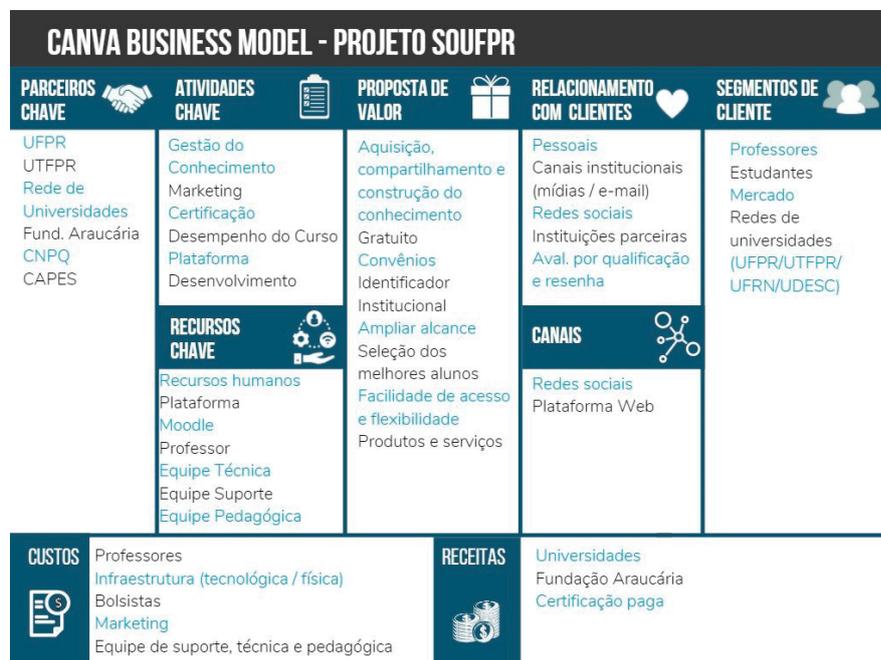


FONTE: A autora, 2020.

a) Identificação das necessidades:

Para a identificação das necessidades, a estratégia adotada pelo grupo de pesquisa foi a elaboração de um *Canvas Business Model*<sup>18</sup> para os cursos modelados pelo grupo de pesquisa. Essa etapa foi importante para que fossem definidos os atores envolvidos e atividades necessárias para o desenvolvimento de cursos pela #SOUFPR - clientes, parceiros, a proposta de valor, os canais, atividades chave, recursos, custos, relações com o cliente (FIGURA 39).

FIGURA 39 - CANVAS BUSINESS MODEL DO PROJETO DO GP-CIT



Fonte: A autora, a partir de RIBEIRO, 2020<sup>19</sup>.

- Definição do público-alvo: os potenciais usuários do produto são os alunos de graduação, egressos e profissionais da construção civil em geral, que não possuem competências em relação ao tema a ser tratado no curso.
- Responsáveis pelo curso / consulta a stakeholders
- Definição das competências a serem desenvolvidas pelos usuários do curso;

<sup>18</sup> Tese de doutorado de Maxiliano Ribeiro – Universidade Positivo

<sup>19</sup> RIBEIRO, M. Gestão Colaborativa de Projetos de Inovação em Instituições de Ensino Superior: Um Estudo sob o Olhar da Facilitação Gráfica – Universidade Positivo, 2020.

- Definição da ementa, plano de ensino, e organização do conteúdo em módulos;
- Definir plataforma para armazenamento do curso;
- Ajustar plano de ensino após consulta com os stakeholders.

Uma vez que a presença da temática sustentabilidade ainda é insipiente tanto nos currículos e PPCs quanto no exercício profissional da área de AEC, optou-se por modelar um curso introdutório de 8 horas (curso 01) sobre sustentabilidade na construção civil, de forma a contextualizar a solução construtiva dos telhados verdes como estratégia para projetos mais sustentáveis. Na sequência, foi modelado o curso 02 – Introdução aos telhados verdes, com uma carga horária maior de 30 horas, que se debruça sobre a pesquisa propriamente dita. Para desenvolvimento dos cursos foram explorados os conceitos sobre educação aberta, metodologias ativas de ensino, modelagem de curso baseada em competências, ferramentas e tecnologias de informação e comunicação.

- Curso 01: Noções sobre sustentabilidade na construção civil. – *Microlearning*
- Curso 02: Introdução aos Telhados Verdes – MOOC.

A modelagem do curso 01 foi também estratégica não apenas por contextualizar e introduzir o tema telhados verdes, mas também por funcionar como uma espécie de laboratório de experimentação em relação à modelagem de cursos abertos. Foi possível experimentar diferentes ferramentas tecnológicas para criação de recursos educacionais (H5P, Sway, Canva) e estratégias de consolidação e verificação de aprendizado (rubricas de autoavaliação).

- b) Seleção de recursos educacionais abertos.
  - Garantir propriedade intelectual dos envolvidos por meio de *Licença Creative Commons*.
- c) Tratamento e descarte da informação
  - Definição do número de módulos, duração, cronograma
  - Formato: Vídeo + Podcasts + Apostilas interativas + hiperlinks com as atualizações e conteúdo complementar. Tecnologias para criação e edição de material: *Canva, Spark e Screen*

*Recorder e iMovie*. (a oferta de um workshop já permitiu a gravação de alguns vídeos a serem utilizados no curso).

- Descarte do material que não se alinhe com as competências propostas.
- d) Armazenamento da informação  
Plataforma MOODLE e repositórios e vídeo como *Youtube*
- e) Desenvolvimento do produto de informação (modelagem do MOOC)
- Criação dos roteiros para os vídeos, apostilas e material complementar;
  - Gravação e edição dos vídeos;
  - Criação das rubricas de avaliação;
  - Elaboração de exercícios e atividades avaliativas, inserção das interações.
- f) Armazenamento da informação
- Plataforma MOODLE e repositórios e vídeo como Youtube.
- g) Distribuição
- h) Uso

Ao finalizar a modelagem dos cursos ocorrerá a inserção na plataforma, divulgação nas redes sociais, validação, acompanhamento da oferta com a participação dos cursistas e a análise dos instrumentos inseridos.

## 5 DESENVOLVIMENTO DO ARTEFATO

O objetivo deste capítulo é apresentar o processo de desenvolvimento do artefato, que nesta pesquisa corresponde à modelagem de dois cursos em formato aberto massivo em online: MOOC 01: Noções sobre Sustentabilidade na Construção Civil; e MOOC 02: Introdução aos Telhados Verdes, envolvendo as decisões técnicas, metodológicas e pedagógicas sob a luz dos conhecimentos sobre MOOC, Educação Aberta, Modelagem de Curso por Competência.

Ambos os cursos comungam das mesmas diretrizes conceituais e correntes pedagógicas, bem como estratégias para modelagem. Diferem entre si sobretudo em relação à duração, tema, recursos tecnológicos utilizados e forma de validação.

No primeiro MOOC – Noções Sobre Sustentabilidade na Construção Civil, foi possível trabalhar o desenvolvimento de conteúdo e o uso de tecnologias. Além disso, conhecer e investigar se há demanda / interesse na temática e na modalidade em que o curso é ofertado (formato). Por tratar-se de um laboratório de experimentação, trabalhou-se com uma carga horária menor.

Já no segundo MOOC – Introdução aos Telhados Verdes, foi possível experimentar outras estratégias e recursos, bem como fazer modificações com base nas primeiras análises realizadas no MOOC 01. Este curso, diferentemente do primeiro, foi submetido à aprovação dos especialistas das áreas de Sustentabilidade e Gestão da Informação.

Inicialmente, o plano de ação para modelagem do MOOC tomou por base as diretrizes propostas por Salerno (2019). Entretanto o amadurecimento da pesquisa trouxe à tona a necessidade de se aproximar um pouco mais do público-alvo. Para tanto, o plano de ação foi melhorado ao incorporar-se estratégias do processo de desenvolvimento de produtos conhecido como *Design Thinking*, abordagem sistêmica para resolução de problemas (LIEDTKA; OGILVIE, 2011) comumente utilizado na área de design para geração de ideias e solução de problemas com foco no usuário (FIGURA 40).

FIGURA 40 - ESTÁGIOS DESIGN THINKING

## Estágios do Design Thinking



Fonte: A autora, 2021.

O *Design Thinking* é composto por estágios / etapas, a saber: empatia, definição, ideação, prototipagem e teste.

### 5.1 PLANO DE AÇÃO

Para a modelagem do artefato, foi proposto um plano de ação tomando por base as diretrizes propostas por Salerno (2019) para modelagem de MOOCs baseando-se em competências (QUADRO 10 e QUADRO 11):

QUADRO 10 - MODELAGEM DO MOOC: ETAPAS 1 A 6



FONTE: A autora, 2020.

QUADRO 11 - MODELAGEM DO MOOC: ETAPAS 7 A 12



FONTE: A autora (2020).

Na seção a seguir é descrita a modelagem dos MOOCs a partir do plano de ação proposto.

## 5.2 MODELAGEM DOS MOOCs

É importante salientar que devido ao próprio amadurecimento da pesquisa ao longo dos meses, as etapas descritas no plano de ação foram modificadas e aprimoradas com base nas retroalimentações e aprendizados obtidos. Desta forma, embora as etapas estejam dispostas de forma linear, não necessariamente representam a trajetória cronológica da pesquisa.

Outra informação que merece ser antecipada é que, diante da complexidade e escala dos saberes em relação à temática do Telhado Verde entendido como uma estratégia de projeto mais sustentável, em determinado momento da pesquisa surgiu a necessidade de se dividir o conteúdo em dois cursos. Essa divisão possibilitou a esta autora trabalhar e experimentar diferentes tecnologias, práticas e recursos educacionais de conceito aberto aplicáveis a MOOCs, descritos na seção 5.2.5 – Etapa 05: Tratamento da informação (Prototipagem).

### 5.2.1 Etapa 01: Identificação do público-alvo (*Empatia*)

Corresponde à fase de definição e aproximação ao usuário / público, buscando conhecer e compreender seus anseios e necessidades. Parte desta fase fora desenvolvida previamente junto ao grupo de quando da elaboração do Canvas Business Model (FIGURA 39), já mencionado no capítulo anterior. A partir daí foi definido que o público-alvo seria de estudantes e demais profissionais da construção civil. Entretanto, era preciso imergir um pouco mais para que o artefato se adequasse o melhor possível às diferentes realidades e backgrounds deste público tão heterogêneo. Para tanto foram propostas duas estratégias para checar e validar as reais demandas.

A primeira delas foi um levantamento junto às grades curriculares e PPC dos cursos de AEC, cujo recorte se restringiu às Instituições de Ensino Superior – IES, públicas, de modo a verificar a presença da temática da sustentabilidade na graduação (APÊNDICE A). Com base nas informações coletadas, foi possível perceber que o crescimento na quantidade de disciplinas relacionadas ao tema nos últimos anos ainda é tímido, e a temática sustentabilidade ainda não é trabalhada de forma transdisciplinar de modo a se traduzir em transformação significativas na forma como a construção civil é conduzida no Brasil.

A segunda estratégia foi a aplicação de um instrumento de pesquisa voltado agora aos egressos e profissionais da área de AEC (APÊNDICE B), cujo objetivo foi sondar a demanda e o interesse deste público em desenvolver competências sobre a temática tratada (sustentabilidade / telhados verdes) para seu exercício profissional e acadêmico. O resultado foi positivo, uma vez que 90% dos respondentes demonstraram interesse em realizar MOOC sobre Sustentabilidade Ambiental, sendo que destes 76% demonstraram interesse em um MOOC específico sobre Telhados Verdes.

Com base nesta leitura, foram definidas algumas condições básicas que os cursos deveriam atender:

- *Desenvolvimento de competências em telhados verdes*: seleção do conteúdo e definição das ementas com foco nas competências a serem desenvolvidas.

- *Desenvolvimento de competências em sustentabilidade*: necessidade de se desenvolver um curso inicial sobre sustentabilidade e construção civil, uma vez que

a temática é conduzida de forma insuficiente tanto na graduação quanto no setor da construção civil.

- *Melhora da matriz curricular dos cursos de AEC*: modelar os cursos de forma a serem aproveitados como disciplinas transversais / optativas ou mesmo como atividade complementar pelos graduandos de arquitetura e engenharia civil.

- *Disseminação do conhecimento sobre telhados verdes e sustentabilidade e Visibilidade às pesquisas desenvolvidas pelo PPGE*: seleção de informações sobre telhados verdes para compor um curso de caráter introdutório, visto o ineditismo de cursos abertos massivos e online sobre o tema, bem como o fato de que o público apresentou preferência por cursos de curta duração. A ideia é introduzir o tema de forma gradativa, começando por conceitos mais básicos, concluindo com informações sistematizadas dos resultados das pesquisas sobre o tema no PPGE, e aprofundar os temas em outros MOOCs de nível intermediário e avançado.

Definidas as necessidades básicas do(s) curso(s), a etapa seguinte foi a definição das competências a serem desenvolvidas pelos usuários / participantes.

### 5.2.2 Etapa 02: Definição das Competências (*Definição*)

Após realizada a imersão sobre o tema (referencial teórico) e sobre o público-alvo, foram definidas as competências a serem desenvolvidas, compostas por um conjunto de conhecimentos, habilidades e atitudes (QUADRO 12 e QUADRO 13) com foco nas demandas levantadas na etapa 01

QUADRO 12 - COMPETÊNCIAS MOOC 01 – Noções sobre Sustentabilidade na Construção Civil

<b>Conhecimentos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CONHECER os conceitos sobre sustentabilidade, associando-os aos diferentes contextos históricos;</li> <li>• IDENTIFICAR no exercício da construção civil os pontos ambientalmente impactantes;</li> <li>• CONHECER diferentes técnicas e estratégias + sustentáveis aplicadas à Construção Civil.</li> </ul>
<b>Habilidades</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ESTABELECER relações entre os impactos ambientais e o processo de urbanização;</li> <li>• IDENTIFICAR nas técnicas construtivas mais sustentáveis o poder de mitigação dos impactos ambientais.</li> </ul>
<b>Atitudes</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• QUESTIONAR o modelo de desenvolvimento vigente e seu papel como profissional e cidadão para se atingir os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável propostos pela ONU;</li> <li>• QUESTIONAR os sistemas e técnicas construtivas convencionais, sob o ponto de vista dos impactos ambientais envolvidos;</li> <li>• EXPLORAR algumas das estratégias aqui apresentadas visando aplicá-la ao seu exercício profissional.</li> </ul>

FONTE: A autora (2020).

QUADRO 13 - COMPETÊNCIAS MOOC 02 – Introdução aos Telhados Verdes

Conhecimentos
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CONHECER os principais conceitos e tipologias para esta solução de cobertura;</li> <li>• COMPREENDER a relação sistêmica entre os benefícios diretos e indiretos prestados pelos Telhados Verdes;</li> <li>• IDENTIFICAR todas as camadas e que constituem os diferentes tipos de telhados verdes e suas funções.</li> </ul>
Habilidades
<ul style="list-style-type: none"> <li>• COMPARAR os Telhados Verdes em relação às soluções de cobertura convencionais, em relação às 3 dimensões do desenvolvimento sustentável: AMBIENTAL/ECONÔMICA E SOCIAL;</li> <li>• EXPLICAR os princípios para escolha dos materiais e configurações dos tipos de telhados verdes de acordo com sua composição e aplicação;</li> <li>• ESTIMAR a profundidade e configuração de telhado verde de acordo com o objetivo ambiental pretendido.</li> </ul>
Atitudes
<ul style="list-style-type: none"> <li>• QUESTIONAR os sistemas de cobertura vigentes, sob o ponto de vista dos impactos ambientais envolvidos;</li> <li>• INVESTIGAR atualizações para a técnica, a partir das associações apresentadas.</li> </ul>

FONTE: A autora (2020).

Este quadro foi construído, revisado e alterado diversas vezes ao longo da pesquisa, dentro do próprio processo de amadurecimento e retroalimentação, uma vez que foi preciso definir quais necessidades do usuário poderiam ser atendidas no período disponível desta pesquisa

### 5.2.3 Etapa 03: Seleção do conteúdo e outras definições iniciais do curso (*Ideação*)

Antes da seleção do conteúdo, foi necessário estabelecer as definições técnicas iniciais do curso:

- *Tema*: inicialmente tinha-se em mente apenas um curso sobre telhados verdes, com um módulo inicial sobre sustentabilidade na construção civil para introduzir o tema. Entretanto, por razões já explicadas nas etapas anteriores, optou-se então por criar dois cursos: o primeiro seria um piloto sobre Sustentabilidade, de menor carga horária. O segundo curso então seria mais extenso, sobre Telhados Verdes.

- *Plataforma*: Por se tratar do 2º MOOC produzido dentro do grupo de pesquisa GPCIT, algumas questões técnicas iniciais como a definição da plataforma já foram testadas e validadas pelo grupo durante o período de desenvolvimento do curso Gestão Lean na Construção Civil, oriundo da pesquisa da Msc. Eng. Ana

Paula Gessi Pacheco. Diante disso, a plataforma utilizada foi o MOODLE (UFPR ABERTA).

- *Licença*: uma vez que o objetivo é a disseminação do conhecimento, optou-se pela Licença Creative Commons 4.0, que permite o uso, reuso, compartilhamento e remixagem do recurso, desde que seja feita a correta atribuição aos autores (BY), não use o material para fins comerciais (NC) e ao remixar ou transformar o recurso, os usuários deverão distribuir o novo recurso sob a mesma licença do original (SA). Essas e outras definições técnicas iniciais estão sistematizadas e podem ser consultadas no QUADRO 14:

QUADRO 14 - ASPECTOS TÉCNICOS INICIAIS

Aspecto	Curso 01	Curso 02
Tema	Sustentabilidade na Construção Civil	Telhados Verdes
Carga horária	8 horas	30 horas
Plataforma	MOODLE	
Licença	CC BY-NC-SA 4.0	

Fonte: A autora, 2021.

O critério para seleção do conteúdo a ser abordado nos cursos teve como norte as competências estabelecidas para cada um dos cursos, sendo este conteúdo composto prioritariamente pelo fichamento dos trabalhos levantados. A partir daí, para cada um dos cursos foram definidas a ementa e tópicos a serem trabalhados em cada módulo (QUADRO 15).

QUADRO 15 - TÓPICOS E MÓDULOS DOS MOOCS 01 E 02

MOOC 01 – Noções sobre Sustentabilidade na Construção Civil	MOOC 02 – Introdução aos Telhados Verdes
<b>Mód. 01 – O que é Sustentabilidade</b>	Mód 01- O que são Telhados Verdes
<ul style="list-style-type: none"> <li>Contexto histórico</li> <li>Conceitos sobre Sustentabilidade</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definição</li> <li>Classificação (Intensivo / Semi-intensivo / Extensivo)</li> </ul>
<b>Mód. 02 –Sustentabilidade e C. Civil</b>	Mód. 02- Para que servem os Telhados Verdes
<ul style="list-style-type: none"> <li>Impactos da Construção Civil</li> <li>Infraestrutura Cinza x Verde</li> <li>Gestão de recursos e resíduos</li> <li>3 R's</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Benefícios na escala do edifício;</li> <li>Benefícios na escala da cidade</li> </ul>
<b>Mód. 03 – Estratégias para projetos + sustentáveis</b>	Mód. 03-Do que é feito o Telhado Verde
<ul style="list-style-type: none"> <li>Design flexível</li> <li>Uso Racional da energia</li> <li>Gestão das águas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Camadas e respectivas funções</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiais de menor impacto ambiental</li> <li>• Redução na geração de resíduos</li> </ul>	
	Mód. 04-Nossas pesquisas sobre Telhados Verdes
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pesquisas do PPGEC sobre o tema</li> <li>• Links para leitura de textos para aprofundamento.</li> </ul>

FONTE: A autora (2020).

Além do conteúdo, foram também definidos os aspectos pedagógicos para cada um dos cursos, tais como carga horária dos módulos, metodologia de ensino, condições para certificação, entre outros. Essas informações podem ser acessadas nos documentos submetidos ao órgão da UFPR que aprova e libera cursos na modalidade a distância, o CIPEAD<sup>20</sup> (APÊNDICE C E APÊNDICE D).

#### 5.2.4 Etapa 04: Seleção de REAs (*Ideação*)

Esta fase contemplou a busca e coleta e seleção de REA que poderiam ser usados para os cursos. Por se tratar de um curso aberto, foi fundamental a busca por recursos com a mesma natureza de licença. Para tanto, foi feita uma busca inicial de imagens, vetores e demais recursos gráficos em websites e plataformas com conteúdo aberto ou gratuito, a saber:

- [pixabay.com](https://pixabay.com);
- [pexels.com](https://pexels.com);
- [freepik.com](https://freepik.com);
- [undraw.co](https://undraw.co);
- [canva.com](https://canva.com)

Em relação ao Canva, os recursos disponíveis na versão gratuita foram suficientes para a modelagem do MOOC 01. Entretanto, para o MOOC 02, foi necessária a compra da versão pró, pois por telhados verdes tratar-se de um assunto mais específico, são poucas as opções de imagens e vetores disponíveis em sites e plataformas gratuitas.

---

<sup>20</sup> Coordenadoria de Integração de Políticas de Educação a Distância da UFPR

Além das plataformas, foi possível a realização de outras duas atividades para coleta de REA: o “*Workshop de Telhados Verdes*” e a “*Live Telhados Verdes na Arquitetura + Sustentável*”

#### 5.2.4.1 Workshop Telhados Verdes

Em 21 de setembro de 2019, foi realizado o Workshop sobre Telhados Verdes (FIGURA 41, FIGURA 42, FIGURA 43), fruto da organização e produção conjunta com a egressa do mestrado Thamille Casagrande, em parceria com a Prefeitura Municipal de Curitiba (Museu Botânico Municipal), GP-CIT e o Laboratório de Informação e Sustentabilidade na Construção Civil – ISCC, ambos da UFPR.

FIGURA 41 - BANNER DE DIVULGAÇÃO DO WORKSHOP DE TELHADOS VERDES



FONTE: A autora (2019).

A realização do workshop possibilitou a geração de REAs (recursos gráficos, imagens e vídeos) posteriormente usados nos MOOCs, bem como a submissão de um conteúdo pré-sistematizado a um público teste, que levaram a decisões importantes em relação a canais de divulgação e estratégias para definição de competências e seleção de conteúdo.

FIGURA 42 - ETAPA CONCEITUAL E EXPOSITIVA



FONTE: Monte (2019).

FIGURA 43 - OFICINA DE CONSTRUÇÃO DE PROTÓTIPO DE TELHADO VERDE



FONTE: A autora (2019).

#### 5.2.4.2 [Live Telhados Verdes na Arquitetura + Sustentável](#)

A transmissão ao vivo realizada no dia 05/06/2021 contou com a presença do Prof. Dr. Sérgio F. Tavares e a Msc Arq. Adriane Savi. Neste buscou-se divulgar conteúdo sobre Telhados Verdes, e ao mesmo tempo gerar recurso para criação do *Podcast* Sustentavelmente (em progresso), que por hora está sendo utilizado como recurso educacional no MOOC Introdução aos Telhados Verdes.

#### 5.2.5 Etapa 05: Tratamento da informação (*Prototipagem*)

Esta etapa consiste no início da modelagem dos cursos propriamente dita com o tratamento das informações levantados a partir da revisão de literatura e dos fichamentos das pesquisas do PPGEAC, onde foi dado o início à criação aos recursos estruturantes dos cursos, com intenso uso das TIC.

- CADERNO DIDATICO: Inicialmente foram desenvolvidos roteiros para a geração do material didático, a partir dos tópicos definidos para cada módulo. Na sequência, os esquemas e diagramas foram criados com o aplicativo *Canva*.

Para o MOOC 01 o caderno foi desenvolvido no aplicativo para apresentações *Microsoft Sway* (FIGURA 44). O uso do aplicativo apresenta como vantagens a possibilidade de alterações de forma colaborativa e em tempo real com a equipe, trabalhar a partir de predefinições, com tipografia e paleta de cores customizáveis. A ferramenta possibilita também a busca de imagens e vídeos dentro do próprio aplicativo. Link para o caderno didático: [Módulo 01](#)

FIGURA 44 - INTERFACE DO CADERNO INTERATIVO NO MICROSOFT SWAY



Fonte: A autora, 2021

Para o caderno didático do MOOC 02 foi utilizado o recurso “Livro Interativo” (FIGURA 45) da ferramenta H5P<sup>21</sup>, que além de apresentar o conteúdo de forma organizada e gradativa, combinar outros recursos H5P como o recurso linha do tempo (FIGURA 46), e possibilita a inclusão de interatividade, tanto por meio de vídeos como das atividades de fixação.

---

<sup>21</sup> H5P: Plugin integrado a plataformas como o Moodle, que permite o desenvolvimento de conteúdo interativo como vídeos interativos, jogos, quizzes e apresentações interativas.

FIGURA 45 - INTERFACE DO RECURSO H5P “LIVRO INTERATIVO” NO MOODLE



Fonte: A autora, 2021

FIGURA 46 - RECURSO LINHA DO TEMPO DA FERRAMENTA H5P



Fonte: A autora, 2021

- VIDEOAULAS: Assim como nos cadernos didáticos, o primeiro passo foi criar o roteiro das videoaulas. A etapa seguinte foi a criação da apresentação de apoio para a videoaula usando o aplicativo Canva (FIGURA 47).

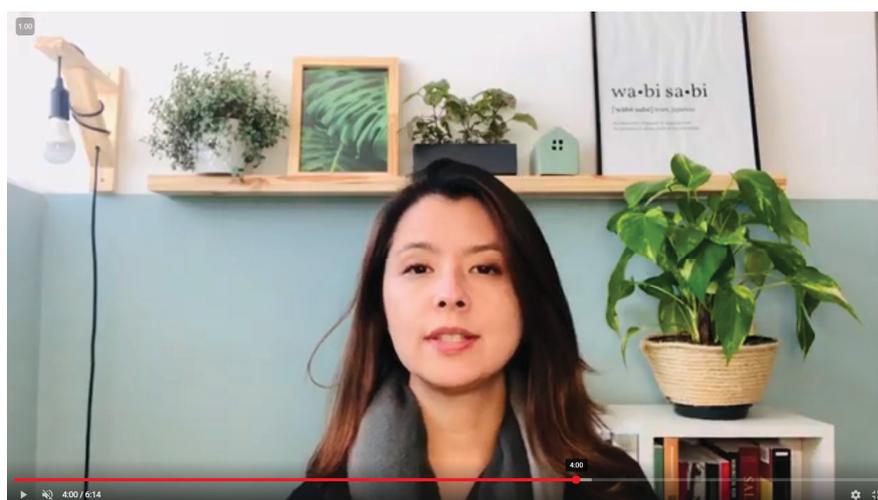
FIGURA 47 - APRESENTAÇÃO CRIADA PARA VIDEOAULAS USANDO O APLICATIVO CANVA



Fonte: A autora, 2021.

Para o MOOC 01, na impossibilidade de as gravações ocorrerem no estúdio, foi necessário a criação de um cenário de fundo (FIGURA 48) e captação de áudio e vídeo com equipamentos não profissionais (*smartphone*). Para fazer o espelho da fala, foi utilizado o aplicativo *TellyPrompter*. Após a gravação, foi necessário a conversão do formato original do vídeo (.MOV) para formato .MP4 através da ferramenta gratuita *VLC Media Player*.

FIGURA 48 - GRAVAÇÃO DE VIDEOAULA EM ESTÚDIO CASEIRO



Fonte: A autora, 2021.

No caso do MOOC 02 foi feita a opção pelo tipo de videoaula onde a imagem do professor não aparece, apenas a voz. Para tanto, não foi necessária a construção do cenário otimizando a edição do vídeo, que foi gravado direto no aplicativo Canva.

Para a edição, ambos os cursos tiveram suas videoaulas editadas no software Adobe Premier, onde foi possível inserir as imagens, apresentações, vinhetas e demais recursos gráficos criados anteriormente no aplicativo Canva. Foi também no Adobe Premier que foi editada toda a parte de áudio, ou seja, as falas e a música de fundo. Na sequência, devido à alta definição em que foram criados tanto vídeos quanto imagens, foi necessário realizar a compactação do vídeo utilizando o aplicativo *Hand Brake*. Por fim, uma vez convertidas, editadas e compactadas, as videoaulas foram carregadas no repositório Youtube, na conta de domínio do projeto Soufpr.

#### 5.2.6 Seleção e descarte (*Prototipagem*)

Consistiu na análise do que foi produzido para cada um dos MOOCs, sendo que em alguns casos foi preciso reavaliar: o que não condizia com o proposto para o curso foi ajustado, refeito ou mesmo descartado.

#### 5.2.7 Desenvolvimento do produto de informação (*Prototipagem*)

Nesta etapa foi dada continuidade ao processo de modelagem dos cursos. Uma vez concluídas as videoaulas e apostilas, era preciso propor as atividades de fixação, avaliação e interação. As atividades de fixação foram aplicadas como interatividade nas videoaulas. Já para as avaliativas, foi criado com a ajuda de estudantes de iniciação científica e outros membros vinculados ao grupo de pesquisa um banco de questões para cada um dos módulos e para a avaliação final. Para as atividades de interação foi proposto aos estudantes o uso da rede social LinkedIn para interação e compartilhamento do aprendizado.

#### 5.2.8 Armazenamento da informação (*Prototipagem*)

Além do carregamento dos vídeos e na plataforma do Youtube, esta etapa corresponde à submissão e organização de todos os materiais desenvolvidos dentro do ambiente virtual de aprendizagem – a plataforma MOODLE, incluindo *link* das apostilas virtuais, videoaulas e outros materiais de apoio para os módulos. O curso no Ambiente Virtual de Aprendizagem foi desenhado de forma intuitiva, para que o

estudante pudesse explorar e construir sua própria trilha de aprendizagem com autonomia (FIGURA 49 e FIGURA 50).

FIGURA 49 - INTERFACE MOOC 01: NOÇÕES SOBRE SUSTENTAB. NA CONSTRUÇÃO CIVIL

The screenshot displays the MOOC interface for 'Noções de Sustentabilidade na Construção Civil'. At the top, there is a navigation bar with 'gob.br' and various service links. Below it, the UFPR Aberta logo and course title are visible. A progress indicator shows 'Progresso global % 37'. The main content area features a sidebar with navigation icons and a central panel with course announcements and a progress bar. The progress bar is divided into five modules: 'AMBIENTAÇÃO' (67% progress), '1 O QUE É SUSTENTABILIDADE?' (43% progress), '2 SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL' (17% progress), '3 ESTRATÉGIAS PARA PROJETOS MAIS SUSTENTÁVEIS' (13% progress), and '4 CONCLUSÃO E CERTIFICADO' (50% progress). Each module has a 'Restrito' (Restricted) label.

Fonte: A autora, 2021.

FIGURA 50 - INTERFACE MOOC 02: INTRODUÇÃO AOS TELHADOS VERDES

The screenshot displays the MOOC interface for 'Introdução aos Telhados Verdes'. At the top, there is a navigation bar with 'gob.br' and various service links. Below it, the UFPR Aberta logo and course title are visible. A progress indicator shows 'Progresso global % 15'. The main content area features a sidebar with navigation icons and a central panel with course announcements and a progress bar. The progress bar is divided into five modules: 'SOBRE O CURSO', '1 O QUE SÃO OS TELHADOS VERDES?' (Restricted), '2 PARA QUE SERVE OS TELHADOS VERDES?' (Restricted), '3 COMO FAZER UM TELHADO VERDE?' (Restricted), and '4 NOSSAS PESQUISAS SOBRE OS TELHADOS VERDES' (Restricted). Each module has a 'Restrito' (Restricted) label.

Fonte: A autora, 2021.

Após fazer sua auto inscrição via UFPR Aberta, o estudante teve total acesso à plataforma, sendo convidado inicialmente a participar de um chat intitulado “Hora do Café”, onde foi incentivado a se apresentar e a interagir com seus pares.

Ambos os MOOCs foram modelados de forma aberta, ou seja, permitindo o livre acesso aos materiais. Entretanto, algumas restrições foram impostas para aqueles que desejam certificar: pontuação mínima de 70 pontos nas atividades, responder aos instrumentos de pesquisa, acessar e realizar a leitura de todo o material ofertado.

De forma resumida, as interfaces dos módulos do curso estão disponíveis no ao final do documento, juntamente com os links para os cursos, no APÊNDICE E.

#### 5.2.9 Distribuição e divulgação (*Teste*)

A divulgação dos cursos foi feita por meio de postagem nas redes sociais (*Facebook, Instagram, LinkedIn, WhatsApp*) por meio de e-mail e por meio de nota na página na UFPR.

#### 5.2.10 Resultados de aprendizagem (*Testar*)

Foram propostas no início e no final dos MOOCs duas rubricas em formato de autoavaliação semelhantes entre si, que buscavam a identificar a população da amostragem, real objetivo dos participantes, bem como avaliar o desenvolvimento da motivação intrínseca e da aprendizagem reflexiva nos participantes ao longo do curso.

Ao final de cada módulo foi proposta uma rubrica para autoavaliação da aprendizagem. Essa medida, além de despertar no sujeito a consciência sobre o seu desempenho e autonomia no processo de aprendizagem, nos forneceu métricas para verificar o engajamento e receptividade dos participantes tanto em relação ao formato (MOOC) quanto à temática (Sustentabilidade/Telhados Verdes).

As etapas 11 e 12 – uso da informação e análise serão discutidas no capítulo seguinte.

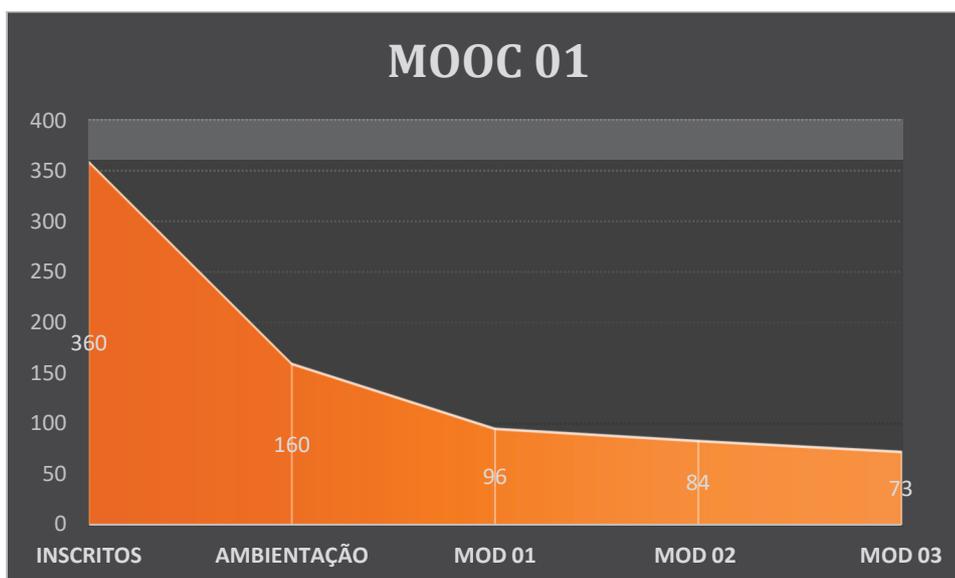
## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO DA PESQUISA

Este capítulo tem como objetivo apresentar as formas de validação dos MOOCs, bem como os resultados e análise obtidos a partir dos instrumentos de pesquisa e retroalimentações. Como foi descrita no capítulo 03, o MOOC 01 foi validado pelo público-alvo, ou seja, pelos participantes do curso, enquanto no MOOC 02 a validação foi dada por quatro especialistas na área de Sustentabilidade e/ou Gestão da Informação.

### 6.1 MOOC NOÇÕES SOBRE SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

O curso teve 360 inscritos, dentre os quais 73(20,3%) concluíram todos os módulos, com 55 participantes atingindo as condições elegíveis para certificação (GRÁFICO 3).

GRÁFICO 3 - NÚMERO DE PARTICIPANTES ATIVOS AO LONGO DO CURSO



Fonte: Da autora (2021)

Ainda, embora 95% dos respondentes do instrumento de pesquisa inicial tenham afirmado ter se inscrito no curso visando a certificação, dos 360 participantes iniciais apenas 55(15%) atingiram as condições elegíveis para retirada do certificado.

Como mencionado no capítulo sobre MOOC, a validação de um MOOC não pode ser feita exclusivamente através da análise quantitativa entre inscritos e

concluintes, visto que existem muitos perfis de inscritos. Portanto, uma baixa taxa de conclusão não pode invalidar o MOOC.

Consciente deste fato, a forma definida para validar o curso foi o uso de instrumentos que investigassem a motivação intrínseca e a aprendizagem reflexiva dos participantes, indicadores importantes para cursos assíncronos, visto que como não há moderação, o curso em si precisa ser claro e atrativo o suficiente para que o estudante conduza o processo de autoaprendizado.

Assim, a validação do MOOC 01 pelo público-alvo será discutida a seguir.

#### 6.1.1 Instrumento de pesquisa – Rubrica sobre motivação e aprendizagem reflexiva

Foram propostas no início e no final do curso duas rubricas em formato de autoavaliação semelhantes entre si, que buscavam a identificar a população da amostragem, real objetivo dos participantes, bem como avaliar o desenvolvimento da motivação intrínseca e da aprendizagem reflexiva nos participantes ao longo do curso.

Dentre os 360 estudantes inscritos, 160 responderam à rubrica 01 – “Motivação para participar do curso”. Embora por definição cursos em formato MOOC não tenham pré-requisitos, e a divulgação do curso tenha sido realizada em múltiplas plataformas, ligadas ou não aos canais de comunicação institucionais, a partir dos dados coletados sobre a área de estudo / formação / atuação do participante, percebeu-se um predomínio de estudantes da área de AEC, seguido de profissionais da área. A TABELA 6 apresenta a amostra da população pesquisada:

TABELA 6 - ATUAÇÃO DO PARTICIPANTE

POPULAÇÃO	AMOSTRA
Estudante de engenharia / arquitetura	58
Graduado em engenharia / arquitetura	43
Atua como engenheiro / arquiteto	42
Professor de engenharia / arquitetura	19
Atua na área da const. Civil, mas com outra formação	17
Outras áreas, mas possui interesse no tema	34

FONTE: A autora, 2021.

Os participantes responderam também a questões (indicadores) que foram divididas em três categorias: 1- motivação para aprendizagem, 2- aprendizagem reflexiva, 3- o objetivo que levou o participante a se inscrever.

Seguindo a escala de pontuação proposta por Likert, foram propostas quatro evidências para cada indicador, que em ordem crescente variavam de “quase Nunca”, “algumas vezes”, “frequentemente”, “quase sempre”. Entretanto, de modo a identificar dentre os indicadores e critérios os que mais contribuem para a autoaprendizagem a partir da ótica do estudante, a escala foi adaptada a partir de Osgood, resultando em um valor de 0,0625 para “quase sempre” e -0,0625 para “quase nunca”

Abaixo (TABELA 7) são apresentados os indicadores e respostas dos participantes:

TABELA 7 - RUBRICA 01: MOTIVAÇÃO

MOTIVAÇÃO - APRENDIZAGEM		PONTUAÇÃO				Grau de Importância
		-10	-5	5	10	
		INDICADOR OSGOOD	-0,0625	-0,03125	0,03125	0,0625
		EVIDÊNCIAS	Quase nunca	Algumas vezes	Frequentemente	Quase sempre
1a_Importancia	Você estuda porque estudar é importante para si mesmo.	Respondentes	1	9	75	75
		Grau de importância	-0,0625	-0,28125	2,34375	4,6875
		Percentual	0,63%	5,63%	46,88%	46,88%
1b_Assuntos Novos	Você tem vontade de conhecer e aprender assuntos novos.	Respondentes	1	4	68	87
		Grau de importância	-0,0625	-0,125	2,125	5,4375
		Percentual	0,63%	2,50%	42,50%	54,38%
1c_Assuntos Difíceis	Você gosta de estudar assuntos difíceis	Respondentes	6	57	68	29
		Grau de importância	-0,375	-1,78125	2,125	1,8125
		Percentual	3,75%	35,63%	42,50%	18,13%
1d_Sem Influência	Você estuda mesmo sem a influência de outras pessoas	Respondentes	1	13	78	68
		Grau de importância	-0,0625	-0,40625	2,4375	4,25
		Percentual	0,63%	8,13%	48,75%	42,50%
1e_Tarefa Difícil	Você fica tentando resolver uma tarefa, mesmo quando ela é difícil	Respondentes	2	19	87	52
		Grau de importância	-0,125	-0,59375	2,71875	3,25
		Percentual	1,25%	11,88%	54,38%	32,50%
1f_Aprendizagem Autônoma	Você prefere aprender, numa escola, assuntos que aumentem suas habilidades ou seus conhecimentos.	Respondentes	2	26	50	82
		Grau de importância	-0,125	-0,8125	1,5625	5,125
		Percentual	1,25%	16,25%	31,25%	51,25%
1g_Aprender Mais	Você procura saber mais sobre os assuntos que gosta, mesmo sem seus professores pedirem.	Respondentes	4	21	81	54
		Grau de importância	-0,25	-0,65625	2,53125	3,375
		Percentual	2,50%	13,13%	50,63%	33,75%
1h_Interesse Conteúdo	Você fica interessado (a) quando os professores começam conteúdo novo.	Respondentes	1	22	75	62
		Grau de importância	-0,0625	-0,6875	2,34375	3,875
		Percentual	0,63%	13,75%	46,88%	38,75%
1i_Emprego Futuro	Você estuda para ter um bom emprego no futuro.	Respondentes	6	18	55	81
		Grau de importância	-0,375	-0,5625	1,71875	5,0625
		Percentual	3,75%	11,25%	34,38%	50,63%

FONTE: A autora, 2021.

Ao tratar da aprendizagem reflexiva dos participantes a maioria dos elementos foram avaliados com grau de importância superior a 5, salvo quando interrogados sobre “se gostam de estudar assuntos difíceis” que obteve 1,78.

Na TABELA 8 sobre a aprendizagem reflexiva cabe o destaque para “o conteúdo ajuda a melhorar meu discurso” (6,16) e “este assunto me estimula a refletir” (5,81). Os demais apresentaram valores inferiores a 5. Constata-se que embora estejam motivados os participantes não estão estimulados a refletir sobre o assunto.

TABELA 8 - RUBRICA 01: APRENDIZAGEM REFLEXIVA

APRENDIZAGEM REFLEXIVA		PONTUAÇÃO				Grau de Importância da questão
		-10	-5	5	10	
		INDICADOR OSGOOD	-0,0625	-0,03125	0,03125	0,0625
		RESPOSTAS	Quase nunca	Algumas vezes	Frequentemente	Quase sempre
1rfa_Como Aprendo	Eu reflito sobre como eu aprendo	Respondentes	12	43	65	40
		Grau de importância	-0,75	-1,34375	2,03125	2,5
		Percentual	7,50%	26,88%	40,63%	25,00%
1rfb_Minhas Ideias	Faço reflexões sobre as minhas próprias ideias.	Respondentes	6	29	75	50
		Grau de importância	-0,375	-0,90625	2,34375	3,125
		Percentual	3,75%	18,13%	46,88%	31,25%
1rfc_Reflexão Autocrítica	O conteúdo ajuda a melhorar o processo de reflexão autocrítica.	Respondentes	2	29	79	50
		Grau de importância	-0,125	-0,90625	2,46875	3,125
		Percentual	1,25%	18,13%	49,38%	31,25%
1rfd_Estimula Refletir	Este tema me estimula a refletir.	Respondentes	2	18	72	68
		Grau de importância	-0,125	-0,5625	2,25	4,25
		Percentual	1,25%	11,25%	45,00%	42,50%
1rfe_DivIdeias	O tema me encoraja a divulgar as ideias aprendidas.	Respondentes	5	27	76	52
		Grau de importância	-0,3125	-0,84375	2,375	3,25
		Percentual	3,13%	16,88%	47,50%	32,50%
1rff_Qualidade dos Discursos	O conteúdo ajuda a melhorar na qualidade dos discursos.	Respondentes	1	16	71	72
		Grau de importância	-0,0625	-0,5	2,21875	4,5
		Percentual	0,63%	10,00%	44,38%	45,00%
1rfg_Reflexão Crítica	Faço reflexões críticas sobre o conteúdo a cada curso que estou inscrito.	Respondentes	2	30	81	47
		Grau de importância	-0,125	-0,9375	2,53125	2,9375
		Percentual	1,25%	18,75%	50,63%	29,38%

FONTE: A autora, 2021.

A TABELA 9 mostra que, em sua maioria, os participantes demonstraram grande interesse em participar de todas as atividades e obterem seu certificado de conclusão (8.875).

TABELA 9 - RUBRICA 01: MOTIVAÇÃO PARA INSCRIÇÃO

MOTIVAÇÃO - MOOC		PONTUAÇÃO		Grau de Importância da questão
		10	-10	
		INDICADOR OSGOOD	0,0625	-0,0625
		RESPOSTAS	Sim	Não
1_certificado	Me inscrevi no curso para realizar/participar de todas as atividades e o obter o certificado:	Respondentes	151	9
		Grau de importância	9,4375	-0,5625
		Percentual	94,38%	5,63%
1_interesse nas Ideias	Me inscrevi no curso para realizar/participar somente das atividades que me interessam pessoal e profissionalmente:	Respondentes	39	121
		Grau de importância	2,4375	-7,5625
		Percentual	24,38%	75,63%
1_conhecer conteúdo	Me inscrevi no curso para ler as ideias chaves e conhecer conteúdo, sem participar/realizar as atividades:	Respondentes	41	119
		Grau de importância	2,5625	-7,4375
		Percentual	25,63%	74,38%

FONTE: A autora, 2021.

Ao finalizarem o curso, os cursistas responderam sobre a efetividade deste processo e houve a confirmação relativo à sua motivação e aprendizagem (TABELA 10 e TABELA 11), tendo leve melhoria dos valores apresentados no início do curso. Em especial, quanto a importância do tema estudado (6,69 para 7,88) e o estímulo a conhecer mais sobre o tema (7,38 para 8,08).

TABELA 10 - RUBRICA 02 - MOTIVAÇÃO

MOTIVAÇÃO - APRENDIZAGEM		PONTUAÇÃO INDICADOR OSGOOD	-10	-5	5	10	Grau de Importância da questão
			-0,13699	-0,06849	0,06849	0,13699	
		RESPOSTAS	Quase nunca	Algumas vezes	Frequentemente	Quase sempre	
2a_Importância	Ao final do curso, você considera que o tema estudado é importante para si mesmo.	Respondentes	0	1	28	44	7,88
		Grau de importância	0	-0,06849	1,91781	6,02740	
		Percentual	0,00%	1,37%	38,36%	60,27%	
2b_Assuntos Novos	Ao final do curso, você tem vontade de conhecer e aprender assuntos novos relacionados ao tema.	Respondentes	0	0	28	45	8,08
		Grau de importância	0	0	1,917808219	6,164383562	
		Percentual	0,00%	0,00%	38,36%	61,64%	
2c_Assunto Difícil	Ao final do curso, você considera o assunto difícil	Respondentes	17	40	9	7	-3,49
		Grau de importância	-2,328767123	-2,739726027	0,616438356	0,95890411	
		Percentual	23,29%	54,79%	12,33%	9,59%	
2d_Sem Influência	Ao final do curso, o tema te motiva a estudar mesmo sem a influência de outras pessoas.	Respondentes	1	5	29	38	6,71
		Grau de importância	-0,136986301	-0,342465753	1,98630137	5,205479452	
		Percentual	1,37%	6,85%	39,73%	52,05%	
2e_Tarefa Difícil	Ao final do curso, o tema te motiva a realizar as tarefas, mesmo quando ela é difícil.	Respondentes	0	10	39	24	5,27
		Grau de importância	0	-0,684931507	2,671232877	3,287671233	
		Percentual	0,00%	13,70%	53,42%	32,88%	
2f_Aprendizagem Autônoma	O tema te motiva a aprender, de forma autônoma, assuntos que aumentem suas habilidades ou seus conhecimentos.	Respondentes	0	6	31	36	6,64
		Grau de importância	0	-0,410958904	2,123287671	4,931506849	
		Percentual	0,00%	8,22%	42,47%	49,32%	
2g_Aprender Mais	Ao final do curso, você considera buscar saber mais sobre o assunto, mesmo sem seus professores pedirem.	Respondentes	0	8	21	44	6,92
		Grau de importância	0	-0,547945205	1,438356164	6,02739726	
		Percentual	0,00%	10,96%	28,77%	60,27%	
2h_Interesse no Conteúdo	Ao final do curso, você ficou interessado (a) quando começava conteúdo novo.	Respondentes	0	7	27	39	6,71
		Grau de importância	0	-0,479452055	1,849315068	5,342465753	
		Percentual	0,00%	9,59%	36,99%	53,42%	
2i_Emprego Futuro	Ao final do curso, você estuda o tema para ter um bom emprego no futuro.	Respondentes	3	7	29	34	5,75
		Grau de importância	-0,410958904	-0,479452055	1,98630137	4,657534247	
		Percentual	4,11%	9,59%	39,73%	46,58%	

TABELA 11 - RUBRICA 02 – APRENDIZAGEM REFLEXIVA

APRENDIZAGEM REFLEXIVA		PONTUAÇÃO INDICADOR OSGOOD	-10	-5	5	10	Grau de Importância do processo reflexivo
			-0,136986301	-0,068493151	0,068493151	0,136986301	
		RESPOSTAS	Quase nunca	Algumas vezes	Frequentemente	Quase sempre	
2rfa_Como Aprendo	O curso estimulou a reflexão sobre como eu aprendo.	Respondentes	2	12	32	27	4,79
		Grau de importância	-0,273972603	-0,821917808	2,191780822	3,698630137	
		Percentual	2,74%	16,44%	43,84%	36,99%	
2rfb_Minhas Ideias	O curso estimulou a reflexão sobre as minhas próprias ideias.	Respondentes	1	12	36	24	4,79
		Grau de importância	-0,136986301	-0,821917808	2,465753425	3,287671233	
		Percentual	1,37%	16,44%	49,32%	32,88%	
2rfc_Reflexão Crítica	O curso aumentou as reflexões críticas sobre o conteúdo ministrado.	Respondentes	1	6	32	34	6,30
		Grau de importância	-0,136986301	-0,410958904	2,191780822	4,657534247	
		Percentual	1,37%	8,22%	43,84%	46,58%	
2rfd_Estímulo a Refletir	Este tema me estimulou a refletir.	Respondentes	0	5	28	40	7,05
		Grau de importância	0	-0,342465753	1,917808219	5,479452055	
		Percentual	0,00%	6,85%	38,36%	54,79%	
2rfe_Divulgar Ideias	O tema me encoraja a divulgar as ideias aprendidas.	Respondentes	1	14	29	29	4,86
		Grau de importância	-0,136986301	-0,95890411	1,98630137	3,97260274	
		Percentual	1,37%	19,18%	39,73%	39,73%	
2rff_Qualidade dos Discursos	O conteúdo ajudou a melhorar na qualidade dos meus discursos.	Respondentes	1	12	36	24	4,79
		Grau de importância	-0,136986301	-0,821917808	2,465753425	3,287671233	
		Percentual	1,37%	16,44%	49,32%	32,88%	
2rfg_Reflexão autocrítica	O conteúdo ajudou a melhorar o processo de reflexão autocrítica.	Respondentes	0	8	39	26	5,68
		Grau de importância	0	-0,547945205	2,671232877	3,561643836	
		Percentual	0,00%	10,96%	53,42%	35,62%	

A partir da análise da rubrica 01 e 02, foi possível depreender que a maior parte dos respondentes são atraídos e motivados por assuntos novos e que promovam o desenvolvimento pessoal/profissional, enquanto a melhora na qualidade dos discursos e o fomento à reflexão mostraram-se como critérios relevantes para escolha de MOOCs.

Na rubrica 02 - “Motivação Efetiva” (TABELA 10), o número de respondentes caiu para 73, o que corresponde a 45,6% dos respondentes da 1ª rubrica e 20,03% dos inscritos.

Os espelhos dos instrumentos encontram-se nos APÊNDICES F e G.

### 6.1.2 Autoavaliação dos módulos

Outra forma encontrada para validação do curso pelo público, foi o instrumento de pesquisa de autoavaliação dos estudantes em relação ao seu aprendizado ao longo dos módulos (TABELA 12).

TABELA 12 - MÉDIAS DE AVALIAÇÃO E AUTOAVALIAÇÃO POR MÓDULO

	<b>Módulo 01</b>	<b>Módulo 02</b>	<b>Módulo 03</b>	<b>Avaliação Final</b>
Autoavaliação	85,93	84,44	86,16	-
Avaliação	73,40	76,46	80,08	89,48

A média de autoavaliação dos participantes se aproxima da pontuação média obtida nas avaliações dos módulos. O espelho dos instrumentos encontra-se no APÊNDICE H.

## 6.2 MOOC INTRODUÇÃO AOS TELHADOS VERDES

O curso está disponível na Plataforma Moodle - [ufpraberta](https://ufpraberta.com.br). Para validação do MOOC 02 optou-se por outra estratégia: a validação por especialistas, visto a maior complexidade e profundidade em relação aos tópicos trabalhados. Tal validação consistiu de uma rubrica de avaliação que foi construída pela autora em parceria com seus orientadores. Para facilitar a validação deste recurso educacional foi redigida uma carta introdutória esclarecendo do que se trata o projeto, o que são os MOOCs, e quais as diretrizes para nortear o processo de validação, como segue:

- MOOC Introdução aos Telhados Verdes e Projeto SOUFPR - Este MOOC conteúdo foi desenvolvido por meio de um resgate de teses, dissertações e artigos a respeito do tema Telhados Verdes - que fazem parte do portfólio de orientações do Prof. Dr. Sergio Fernando Tavares, e foi concebido dentro do projeto SOUFPR ou *Smart Open University* - UFPR, que tem como objetivo democratizar o conhecimento produzido na universidade, alinhando-se aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável – ODS, em especial o ODS 4 – Educação de Qualidade. Os cursos desenvolvidos dentro do projeto são

disponibilizados por meio da plataforma UFPR Aberta, que oportuniza o acesso ao conhecimento produzido nos cursos de pós-graduação a toda sociedade. São cursos desenvolvidos dentro do projeto SOUFPR:

- Gestão Lean na Construção Civil
- Competência Docente Digital
- Noções sobre Sustentabilidade na Construção Civil

- MOOC – *Massive Open Online Course* - Modalidade de ensino cujo principal objetivo é o acesso livre ao conhecimento produzido pelas instituições de ensino (Open), através de cursos ofertados de forma virtual (Online), buscando atingir dessa forma grande número de pessoas (Massive). Outra característica inerente ao MOOC é que ele exige do estudante/participante autodisciplina e autonomia. Em contrapartida, faz-se necessário que o professor conteudista tenha destreza em desenvolver e organizar o conteúdo de maneira a propiciar a autoaprendizagem, permitindo que o estudante experiencie o curso de maneira plena e atinja os objetivos de aprendizagem propostos - desenvolva as competências cognitivas, operacionais e atitudinais relacionadas à temática abordada. Os MOOCs de um modo geral não apresentam pré-requisitos para participação e atendem tanto a comunidade acadêmica como toda a sociedade.
- Instrumento para validação de MOOC - A ideia deste instrumento é verificar se este curso, tanto em relação ao formato (MOOC) quanto em relação ao conteúdo (Telhados Verdes), é adequado e elegível para ser utilizado como disciplina optativa ou atividade extensionista complementar, de modo a preencher lacunas acadêmicas e profissionais, ao mesmo tempo que contribui para a divulgação e democratização dos conhecimentos que estão sendo desenvolvidos pela comunidade científica.
- Para tanto foi construído o instrumento (ou rubrica de avaliação) em um arquivo Excel, sendo os critérios distribuídos em abas. Para cada critério foram estabelecidas quatro evidências ou níveis. Você poderá escolher qual delas é mais adequada e simplesmente colorir o campo, ou marcá-lo de alguma forma. Se achar pertinente, há também um campo para comentários, críticas e

sugestões. O objetivo é deixar o curso o melhor possível antes de lançá-lo ao público. O documento foi construído como uma rubrica de avaliação com base nas competências pré-definidas para o curso, competências estas desenhadas por esta autora em parceria com seus orientadores. As dimensões avaliadas estão abaixo listadas:

- Criatividade e clareza da proposta;
- Inovação, contribuição social e Desenvolvimento Sustentável;
- Qualidade metodológica;
- Coerência da proposta.

Os professores foram convidados a participar do processo de validação do MOOC Introdução aos Telhados Verdes, curso este que é um dos produtos/artefatos resultantes da pesquisa de mestrado. O esclarecimento e documento de avaliação foi enviado para sete especialistas, sendo que apenas quatro se prontificaram a navegar e validar o curso, sendo todos professores e atuantes na temática como a seguinte distribuição:

- i. Avaliador 01: área de Arquitetura e Sustentabilidade;
- ii. Avaliador 02: área de Sustentabilidade e Gestão da Informação;
- iii. Avaliador 03: área de produção de MOOCs;
- iv. Avaliador 04: área de Economia Circular.

Quanto a “Criatividade e clareza da proposta” foram unânimes em concluir que “Toda a abordagem do projeto de curso foi criativa porque trabalha com novas ideias não utilizadas anteriormente, trazendo inovação para educação extensionista.”

Ao avaliarem sobre “Inovação, contribuição social e Desenvolvimento Sustentável” a opinião dos especialistas é convergente em sua avaliação, declarando ser interessante a forma de abordagem, que o curso se alinha aos objetivos 4, 9, 11 e 17 do ODS. Apenas o avaliador 3 declara não ter competências para avaliar o curso em relação aos ODS, por não ser da área.

A Qualidade metodológica foi dividida em três descritores:

- i. no primeiro tratou da escolha metodológica do projeto e estes concordaram que “Os recursos educacionais se relacionam de forma coesa com as tecnologias de

informação e comunicação, e como resultado fomentam a internalização do conhecimento pela aprendizagem significativa.”

- ii. na sequência tratou-se do estímulo à autoaprendizagem e o resultado tendeu a “Os recursos educacionais e a maneira com a qual o conteúdo é organizado na plataforma facilitam a autonomia na compreensão e internalização do conteúdo, desde o primeiro módulo o participante é estimulado a ser o protagonista no processo de aprendizagem.”
- iii. Ao tratar do Estímulo à Motivação - todo comentam que “Tanto tema quanto organização e formato de distribuição do curso trabalham de forma sinérgica, mantendo a motivação do participante ao longo dos módulos.”

Quanto a Coerência da proposta houve manifestação de sugestões - “Há coerência em grande parte das competências, conteúdo e avaliação, mas isso não é completo, precisa ser melhorado.” As sugestões foram apontadas e ao finalizar estes documentos todas foram incorporadas.

Ao tratar dos aspectos formais a proposta do artefato é considerada adequada por atender os critérios da educação aberta e a atividade extensionista. Assim como, afirma-se que as referências bibliográficas são coerentes com o conteúdo proposto, com seleção de autores com pesquisa relevante em relação ao tema.

Em síntese, observando que a rubrica também permite uma análise quantitativa, os indicadores apontam que há uma evidência pendendo para uma média de 95 pontos em relação à relevância do curso para o contexto proposto, e que como formato estimula a autoaprendizagem.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante o desenvolvimento da pesquisa, sobretudo em função do contexto – pandemia do SARS-CoV 2, evidencia-se a importância e relevância da pesquisa científica para o desenvolvimento de uma nação. Ressaltou-se também o fato de que por vezes a sociedade – que é o elemento articulador em torno do qual a pesquisa científica é centrada, não compreende ou não tem acesso imediato ao conhecimento produzido. Nesse contexto, a contribuição social sempre foi a motivação central deste trabalho: facilitar o acesso da sociedade não apenas ao conhecimento em si, mas sobretudo aos desdobramentos que decorrem da disseminação conhecimento científico sobre o tema da investigação.

Este é o propósito dos MOOCs desenvolvidos como artefato dessa pesquisa: compartilhar os conhecimentos adquiridos e desenvolvidos sobre telhados verdes, de modo a acelerar o processo de inserção de tecnologias mais sustentáveis ao *modus operandi* da construção civil brasileira.

Entretanto, o que a princípio parecia limitar-se à organização das pesquisas (seleção, sistematização e empacotamento da informação em forma de curso), tornou-se um desafio, sobretudo na conjuntura da pandemia do SARS-CoV 2: demanda por novas formas de ensinar e desenvolver conteúdo para um público-alvo heterogêneo, de forma clara, autoinstrutiva e inovadora. Para atender ao público-alvo, foi necessário criar conteúdo atrativo, organizado e planejado de modo a manter atenção, motivação e engajamento dos participantes ao longo do curso, e ao mesmo tempo desenvolver no sujeito as competências pré-estabelecidas. Para tanto, foi necessário o desenvolvimento de competências docentes, tanto pedagógicas quanto tecnológicas, a fim de explorar práticas educacionais que condiziam com o formato proposto, bem como quais ferramentas tecnológicas seriam necessárias para desenvolvimento dos recursos educacionais.

Outra premissa importante foi garantir que a gestão do conhecimento continuasse além do escopo desta pesquisa, ou seja, garantir que pudesse ser atualizado, modificado e customizado por outrem que não está pesquisadora, garantindo a circularidade da informação. Isso explica a importância da utilização massiva de ferramentas tecnológicas colaborativas, desde as mais básicas como documentos e pastas compartilhadas na nuvem, como aplicativos de criação como Microsoft Sway e Canva e H5P.

Competências docentes a cerca de MOOC e Educação Aberta puderam ser desenvolvidas durante as reuniões do grupo de pesquisa GPCIT, experiência enriquecedora que permitiu aos membros acompanhar e contribuir no desenvolvimento do primeiro MOOC desenvolvido dentro do grupo, fruto da pesquisa da mestra Ana Paula Gessi: Gestão Lean na Construção Civil.

Alinhando-se ao objetivo dessa pesquisa - disseminação do conhecimento, no que se refere aos recursos desenvolvidos dentro da pesquisa, todos foram licenciados de forma aberta sob a Licença Creative Commons CC-BY NC SA 4.0: uso, reuso e remixagem com atribuição ao autor, permitido para uso não comercial, sendo que novos recursos deverão receber mesma licença que o original.

Muitas foram as contribuições desta pesquisa, sendo possível descrevê-las sob quatro dimensões:

Contribuição pedagógica: Compartilhamento da metodologia, estratégias e práticas educacionais utilizadas na modelagem dos MOOCs;

Contribuição tecnológica: Exploração de diferentes ferramentas tecnológicas para desenvolvimento e gestão de recursos educacionais;

Contribuição acadêmica: o ineditismo no desenvolvimento de cursos gratuitos, abertos e massivos sobre sustentabilidade e telhados verdes; possibilidade de serem utilizados como disciplinas transversais e optativas pela comunidade UFPR;

Contribuição social: artefato da pesquisa validado pelos especialistas e aprovado pelo CIPEAD para compor o rol de cursos ofertados pela UFPR Aberta, plataforma de cursos livres e abertos da UFPR, tornando-o acessível a toda a sociedade.

Diante da análise das avaliações, somado aos comentários feitos tanto pelos participantes (APÊNDICE F) do curso como pelos especialistas (APÊNDICE G), pode-se afirmar que a pesquisa atingiu os objetivos previamente propostos.

## ATENDIMENTO AOS OBJETIVOS DA PESQUISA

O desafio de realizar esta pesquisa durante a pandemia da COVID 19 evidenciou como nosso planeta está sendo afetado pelas ações humanas, que se mostram, com o passar dos anos, irreversíveis e devastadoras. Na busca de minimizar os desastres no ambiente construído é necessário estimular cada vez

mais o desenvolvimento sustentável. A Organização das Nações Unidas ao firmar os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) que compõem uma agenda internacional de políticas de desenvolvimento sustentável aborda entre eles a ODS 4 - Educação para todos um dos alvos desta pesquisa que se apoia na oferta de curso de Educação aberta.

A pesquisa inicia o mapeamento da presença da temática Sustentabilidade nas grades curriculares dos cursos AEC do Brasil - resultado que foi publicado no congresso Brasileiro de Educação em Engenharia e na sequência a pesquisa documental sobre sustentabilidade e telhados verdes da produção de 10 anos do PPGEC (Capítulo 2).

Em paralelo, a pesquisadora participou de cursos na modalidade desejada em várias instituições nacionais e internacionais. Também colaborou no desenvolvimento de outros cursos enquanto ia desenvolvendo suas competências tecnológicas para uso das mídias na educação. Neste momento ia aprendendo os conceitos sobre Educação Aberta, MOOC, modelagem de curso por competências, avaliação mediada por rubrica e motivação intrínseca. Assunto que foi sistematizado no Capítulo 3.

O capítulo 4 apresenta a metodologia da pesquisa com seus detalhes e da pesquisa realizada. Os capítulos seguintes apresentam como a teoria abordada sobre sustentabilidade, telhado verde e educação aberta se aplicam na criação do artefato proposto - cursos no formato de MOOCs.

Finalmente, o capítulo 6 traz a validação do conteúdo e das estratégias nos cursos idealizados por estudantes e especialistas da AEC.

O corpo textual da dissertação atende a meta do objetivo geral de “desenvolver no formato de MOOC - *Massive Open Online Course* (massivo, aberto e digitalmente distribuído) conteúdo que aborde a produção acadêmica relativa aos temas Sustentabilidade na Construção Civil e Telhados Verdes”. Fato que demonstra o atendimento da proposta conforme o planejado.

O MOOC sobre “Noções de Sustentabilidade na Construção Civil” obteve 367 inscritos. O experimento obteve boas avaliações por suas características inovadoras no contexto educacional de forma estruturada e planejada. Este conceito de curso aumenta a liberdade do estudante para aprendizagem informal e para educação permanente.

Destaca-se que a partir das falas no bate-papo que os participantes buscaram o tema por não terem estudado na sua graduação. Alguns destacam a preocupação com o futuro e os impactos gerados pelos projetos de construção civil - descobrindo no curso a abordagem sobre os ODS apresentados.

O MOOC “Introdução aos Telhados Verdes” irá permitir a participação de mais interessados pelo tema sustentabilidade e, dessa forma, fomentar esse assunto com cada vez mais pessoas. Até o presente momento, o MOOC sobre Telhado Verde está em desenvolvimento na plataforma UFPR Aberta.

Ambos os cursos são abertos e gratuitos, com o objetivo de desenvolver competências sustentáveis que permitam a inserção de técnicas e tecnologias construtivas de menor impacto ambiental. O público-alvo são estudantes da área de construção civil bem como a comunidade em geral interessada.

## 7.1 SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

Uma estratégia pedagógica não explorada nesta pesquisa, mas bem recorrente em MOOCs é a avaliação entre pares. Sugere-se, portanto, que para uma próxima edição do curso, ou mesmo para novos MOOCs para área de AEC, essa estratégia seja incorporada para avaliar o engajamento dos participantes. Outras ideias são listadas a seguir:

- Sugere-se também o desenvolvimento e estudo de outras estratégias para a disseminação do conhecimento científico, como os podcasts. Essa iniciativa surgiu no âmbito da pesquisa com o *podcast Sustentavelmente*, sendo criado de forma paralela e posteriormente utilizado como recurso educacional. Por limitações de tempo e escopo da pesquisa não pode se continuada. Entende-se que além de potencial canal de disseminação de conhecimento, é um recurso versátil.
- Desenvolver novos cursos aprofundando outras técnicas e estratégias sustentáveis, que apenas foram superficialmente abordadas no MOOC 01.
- Desenvolver novos cursos sobre telhados verdes explorando com maior profundidade as especificidades das variáveis envolvidas, tais como desempenho térmico e hidrológico.

- Finalmente, o desenvolvimento de pesquisas que avaliem o impacto desses cursos a médio e longo prazo, em termos de mudanças curriculares, popularização de MOOCs baseados em pesquisa acadêmica, e reflexos no exercício profissional do setor de AEC.

## REFERÊNCIAS

AIRES, Luísa. e-Learning, Educação Online e Educação Aberta: Contributos para uma reflexão teórica. **RIED - Revista Iberoamericana de Educación a Distancia**, Madrid, v. 19, n. 1, pp 253-269, 2016.

AMIEL, T. **Educação aberta: configurando ambientes, práticas e recursos educacionais**. In: REA: Práticas colaborativas e políticas públicas. Santana, B., Rossini, C., Pretto, NL (org.) São Paulo: Casa da Cultura Digital, pp. 17-33, 2012.

ARAÚJO, A. M. F. de. **Avaliação de ciclo de vida em edificações a partir de modelagem BIM e simulação termo energética**: aplicação utilizando Revit e Energyplus. 2018. 161 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba (PR), 2018.

BALDESSAR, S. M. N. **Telhado verde e sua contribuição na redução da vazão da água pluvial escoada**. 2012. 125 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba (PR), 2012.

BÄR, B. V. **Influência de diferentes camadas de drenagem no desempenho hidrológico de telhados verdes extensivos na cidade de Curitiba – PR**. 2019. 172 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba (PR), 2019.

BERARDI, U. GHAFARIANHOSEINI, A. H.; GHAFARIANHOSEINI, A. State-of-the-art analysis of the environmental benefits of green roofs. Elsevier, **Applied Energy**, v 115, p. 411-428, out. 2014.

BIANCHINI, F.; HEWAGE, K. How green are the green roofs? Life cycle analysis of green roofs materials. Elsevier, **Building and Environment**, v 48, p. 57-65, 19 ago. 2012.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Balço Energético Nacional 2019**: Ano base 2018. Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética – EPE, 2019.

BRIZ, J.; KÖHLER, M.; FELIPE, I. de. **Agricultura urbana em altura. Vertical urban agriculture**. Editorial Agrícola Española S.A. 1ª edição. 310 pp. 2018.

BRUNDTLAND, G. H.; *et al.* **Our common future: The World Commission on Environment and Development**. Oxford: Oxford University Press, 1987.

CASCONE, S. Green roof design: State of art on technology and materials. 2019. MDPI AG, **Sustainability** (Switzerland) v 11, 3020, mai. 2019.

CASAGRANDE, T. **O desempenho de telhados verdes intensivos em termos de controle de temperatura superficial, retenção de águas pluviais e grau de cobertura vegetal na cidade de Curitiba – PR**. 2021. 144 f. Dissertação (Mestrado

em Engenharia de Construção Civil) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba (PR), 2021.

COMA, J.; *et al.* Green roofs as passive system for energy savings in buildings during the cooling period: use of rubber crumbs as drainage layer. **Springer Science + Business Media**, Energy Efficiency, Dordrecht, v. 7, n. 5, p. 841-849, 8 abr. 2014.

COMA, J.; *et al.* Thermal characterization of different substrates under dried conditions for extensive green roofs. **Energy and Buildings**, v. 144, p. 175–180, mar. 2017.

DANG, M.; SAMPAIO, M. The potential for rooftop agriculture in the city of Rio de Janeiro: Growing capacity, Food security and Green infrastructure. IOP Conf. Ser.: **Earth and Environment Science**. V 410, 01/2016 doi:10.1088/1755-1315/410/1/012016. 2020.

DECLARAÇÃO DA CIDADE DO CABO. Declaração de Cidade do Cabo para Educação Aberta: Abrindo a promessa de Recursos Educativos Abertos. Cape Town, 2007. Disponível em:

<https://www.capetowndeclaration.org/translations/portuguese-translation>

DIAMOND, J. **Colapso**: como as sociedades escolhem o fracasso ou o sucesso. Tradução de: RAPOSO, A. 4. ed. Rio de Janeiro: Editora Record, 2005.

EUROPEAN COMMISSION ENVIRONMENT. Serviços ecossistêmicos e infraestrutura verde - comissão europeia, 2015. Disponível em:

<[https://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/index\\_en.htm](https://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/index_en.htm)>. Acesso em 06/06/2020.

EFB - EUROPEAN FEDERATION GREEN ROOFS AND WALLS <https://efb-greenroof.eu/green-roof-basics/>

EFB. European Federation Green Roofs and Walls: Exemplar projects, 201\_. Disponível em: <<https://efb-greenroof.eu/exemplar-projects/>>. Acesso em: 06/06/2020.

EL EMRANI, S.; EL MERZOUQI, A.; EL KHALDI, M. Learning styles in relation to the MOOCs: Concept and typologies. In: 9TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON EDUCATION & INFORMATION MANAGEMENT (ICEIM-2015), 2015, Tetouan.

**Anais**... Tetouan: International Foundation for Research and Development (IFRD), 2015. p.103-112.

ENZI, V.; CAMERON, B.; DEZSÉNYI, P.; GEDGE, D.; MANN, G., PITHA, U. **Nature-Based Solutions and Buildings** – The Power of Surfaces to Help Cities Adapt to Climate Change and to Deliver Biodiversity. Capítulo 10 N. Kabisch *et al.* (eds.), Nature-based Solutions to Climate Change Adaptation in Urban Areas, Theory and Practice of Urban Sustainability Transitions, DOI 10.1007/978-3-319-56091-5\_10 (2017).

FLL. **Green Roofs Guideline**: Guidelines for the planning, construction, and maintenance of green roofs. 2018 edition. Bonn: Landscape Development and Landscaping Research Society e V. (FLL), 2018.

FULADLU, K.; RYZA, M.; ILKAN, M. The effect of rapid urbanization on the physical modification of urban area. **5th International Conference S.ARCH.183.1**, pp 867-875 Veneza, Itália, mai. 2018.

HARADA, Y. *et al.* Nitrogen Biogeochemistry of an Urban Rooftop Farm. *Front. Ecol. Evol.* 6:153, 2018.

HARADA, Y.; WHITLOW, T. H. Urban Rooftop Agriculture: Challenges to Science and Practice. *Front. Sustain. Food Syst.* 4:76, 2020.

HEYWOOD, H. **101 regras básicas para uma arquitetura de baixo consumo energético**. Tradução de: SALVATERRA, A. São Paulo: Gustavo Gili, 2015.

HILL, P. Emerging student patterns in MOOCs: a (revised) graphical view. *E-Literate*. Disponível em: <http://mfeldstein.com/emerging-student-patterns-in-moocs-a-revised-graphical-view/>, 2013.

IBGE. **População em áreas de risco no Brasil**. 90 f. IBGE, Coordenação de Geografia, 2018. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101589.pdf>>. Acesso em 03/04/2019.

IBICT. Avaliação do ciclo de vida. Disponível em: <<http://acv.ibict.br/>>. Acesso em: 03/10/2019.

IEA. **Key world energy statistics 2019**. IEA – International Energy Agency, 2019. Disponível em: <<https://www.iea.org/reports/key-world-energy-statistics-2019>>. Acesso em: 19/03/2020.

KEELER, M.; VAIDYA, P. **Fundamentos de projetos de edificações sustentáveis**. Tradução de: SALVATERRA, A. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2018.

LIEDTKA, J.; OGILVIE, T. **Design for growth**: a design thinking tool kit for managers. Preview edition: chapters 1 & 2. Columbia Business School Publishing, 2011.

LIVINGROOFS.ORG. **Living roofs and walls from policy to practice: 10 years of urban greening in London and beyond**. European Federation for Green Roof and Wall Associations (EFB). 48 pp. London, 2019.

LIZ, D. S.; ORDENES, M.; GUTHS, S. Análise experimental do comportamento térmico do telhado verde extensivo para Florianópolis. **Oculum Ensaios**, v.15, n.2, p.315-333, mai. / ago. 2018.

MADUREIRA, H. ANDRESEN, T. Planning for multifunctional urban green infrastructures: Promises and challenges. **Urban Design International**, v.19, n.1, p.38-49, mar. 2014.

MILLER, A. P. R. R. **Análise do comportamento de substrato para retenção de água pluvial para coberturas verdes extensivas em Curitiba – PR**. 2014. 93 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba (PR), 2014.

MORUZZI, R. B.; MOURA, C. C. de; BARBASSA, A. P. Avaliação do efeito da inclinação e umidade antecedente na qualidade e quantidade das parcelas escoadas, percoladas e armazenadas em telhado verde extensivo. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 14, n. 3, p. 59-73, jul./set. 2014.

MEIER, M. J. **Práticas educacionais abertas**. Série de vídeos 1 a 13, módulo 1 a 8. Canal UNED. 25 fev. 2015. Disponível em: <<https://canal.uned.es/series/5a6f3602b1111f142f8b4569>>. Acesso em 30/06/2020.

MELO, A. B., MENDONÇA, T. N. M. Blocos cimentícios com resíduos de EVA para telhado verde extensivo modular: contribuição dos componentes no isolamento térmico. **Revista IBRACON de estruturas e materiais**, v. 10, n. 1, p. 92-121, fev. 2017.

MINKE, G. **Techos verdes**: Planificación, ejecución, consejos prácticos. Editorial Fin de siglo. Montevideu, Uruguai, 2004.

\_\_\_\_\_, G. **Recomendaciones técnicas para proyectos de cubiertas vegetales**. Grupo Técnico de Techos Verdes. Santiago, Chile, 201\_\_.

MYRANS, K. **Comparative Energy and Carbon Assessment of Three Green Technologies for a Toronto Roof**. 139, [10] f. Master's thesis. Departamento de Geografia, Universidade de Toronto, 2009.

NASCIMENTO, W. C. do. **Coberturas verdes no contexto da região metropolitana de Curitiba: barreiras e potencialidades**. 2008. 183 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba (PR), 2008.

OBERNDORFER, E. *et al.* Green roofs as urban ecosystems: ecological structures, functions, and services. **BioScience**, v. 57 n. 10, p. 823-833, nov. 2007.

ONU. Department of Economic and Social Affairs. Population Dynamics. World Urbanization Prospects: The 2018 Revision. Key Facts. Disponível em: <<https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-KeyFacts.pdf>>. Acesso 30/07/2020.

\_\_\_\_\_. Department of Economic and Social Affairs. Population Dynamics. World Urbanization Prospects 2019: Highlights. Disponível em: <[https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019\\_Highlights.pdf](https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019_Highlights.pdf)>. Acesso em 30/07/2020.

RAJI, B.; TENPIERIK, M. J.; DOBBLESTEEN, A. van den. The impact of greening systems on building energy performance: A literature review. Elsevier, **Renewable Sustainable Energy Reviews**, v 45, 610-623p, mai. 2015.

REFAHI, A. H., TALKHABI, H. **Investigating the effective factors on the reduction of energy consumption in residential buildings with green roofs**. Elsevier, *Renewable Energy*. Tehran: v 80, 595 – 603p, mar. 2015.

SALERNO, B. N. **Modelo de ciclo de vida da informação para planejamento de conteúdo baseado em competência em cursos online abertos e massivos**. 83, f. Dissertação (Mestrado em Gestão da Informação) – Setor de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2019.

SANTOS, A.; PUNIE, Y.; CASTAÑO-MUÑOZ, J. **Opening up Education: A Support Framework for Higher Education Institutions**. JRC Science for Policy Report, 2016. Disponível em: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC101436> . Acesso em 20/05/2021. Doi:10.2791/293408.

SAVI, A. C. **Telhados verdes: uma análise da influência das espécies vegetais no seu desempenho na cidade de Curitiba**. 176, [39] f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Construção Civil) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

\_\_\_\_\_. **Telhados verdes: análise comparativa de custo com sistemas tradicionais de cobertura**. 2012. 128 f. Monografia (Especialização em Construções Sustentáveis) – Departamento de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

SCROCCARO, M. P. **Estudo das temperaturas superficiais de coberturas verdes e convencionais na perspectiva de mitigação das ilhas de calor urbano no centro de Curitiba - Paraná**. 140 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Construção Civil) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

SILVA, H. O. Educação aberta, pública e a distância. REA. Disponível em: <<https://spark.adobe.com/page/lKKOdQYGW54gq/#recursos-educacionais-abertos-%E2%80%93-rea>>

SILVENIUS, F.; NIEMELÄINEN, O.; KURPPA, S. LCA case study on lawn establishment and maintenance with various peat and compost contents in substrates. **Integrated Environmental Assessment and Management**, v. 12, n. 3, pp. 459-464, jul. 2016. Disponível em: <https://doi-org.ez22.periodicos.capes.gov.br/10.1002/ieam.1789> . Acesso em: 01/12/2020.

TALEBI, A.; BAGG, S.; SLEEP, B. E.; O'CARROLL, D. M. Water retention of green roof technology: a comparison of canadian climates. Elsevier, **Ecological Engineering**, v. 126, p. 1-15, out. 2018.

TASSI, R. *et al.* Telhado verde: uma alternativa sustentável para a gestão das águas pluviais. **Ambiente construído**, Porto Alegre, v. 14, n. 1, p. 139-154, jan./mar. 2014.

TAVARES, S. F. *et al.* Telhado verde, energia embutida e emissão de CO<sub>2</sub>: análise comparativa a coberturas convencionais. In: XV ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. **Anais...** Maceió, ENTAC, 2014.

TEIXEIRA, C. A.; BUDEL, M. A.; *et al.* Estudo comparativo da qualidade da água da chuva coletada em telhado com telhas de concreto e em telhado verde para usos não potáveis. **Ambiente construído**, Porto Alegre, v. 17, n. 2, p. 135-155, abr./ jun. 2017.

TELLUS. **Curso telhados verdes**. Material didático. Curitiba: 2019.

UHMANN, I. M. de S.; TAVARES, S. F.; *et al.* Avaliação do desempenho ambiental na utilização de telhados verdes extensivos em escolas públicas do Paraná. **Revista Eletrônica de Engenharia Civil**. V13 n°1, 206-2018p, 13 mar 2017.

UNESCO. Open Educational Resources: policy, costs and transformation. Editors: MIAO, F.; MISHRA, S.; MCGREAL, R. Commonwealth of Learning (COL), 231p, 2016.

UNESCO. Launch of the UNESCO Dynamic Coalition for Open Education Resources (OER). Notícia de 01/04/2020, Disponível em <<https://en.unesco.org/news/launch-unesco-dynamic-coalition-open-education-resources-oer>>. Acesso em 01/07/2020.

WILEY, D.; HILTON III, J. L. Defining OER-Enabled Pedagogy. **The International Review of Research in Open and Distributed Learning**, v. 19, n. 4, 26 Sep. 2018. Disponível em: <http://www.irrodl.org/index.php/irrodl/article/view/3601> . Acesso em 09/08/2021. <http://www.irrodl.org/index.php/irrodl/article/view/3601>

**APÊNDICE A – ARTIGO: PRESENÇA DO TEMA SUSTENTABILIDADE NOS CURRÍCULOS E PROJETOS POLÍTICOS PEDAGÓGICOS DOS CURSOS DE ARQUITETURA E ENGENHARIA CIVIL**

Para acesso ao artigo apresentado no COBENGE 2020, clicar no link abaixo:

[http://abenge.org.br/sis\\_artigo\\_doi.php?e=COBENGE&a=20&c=3341](http://abenge.org.br/sis_artigo_doi.php?e=COBENGE&a=20&c=3341)

## APÊNDICE B – INSTRUMENTO DE PESQUISA PARA ANÁLISE DO INTERESSE PELO CONTEÚDO DESENVOLVIDO NO CURSO

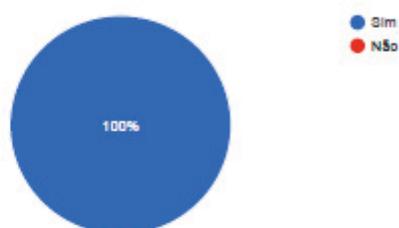
### Telhados Verdes e Sustentabilidade Ambiental - Egressos e Profissionais da Construção Civil

50 respostas

[Publicar análise](#)

Aceita participar desta pesquisa livremente?

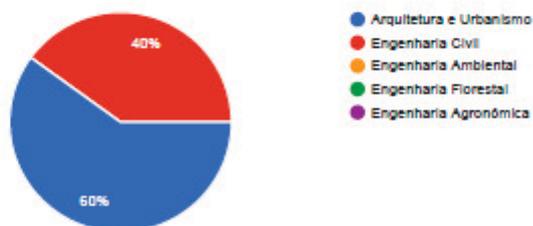
50 respostas



Sobre o respondente

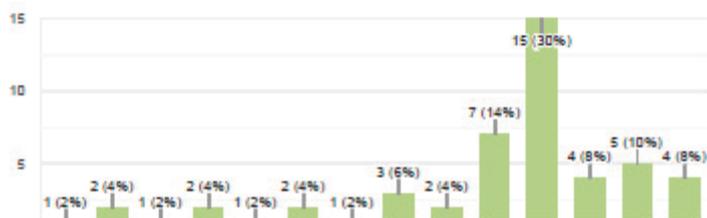
01. Qual é sua formação?

50 respostas



02. Qual é seu ano de formação?

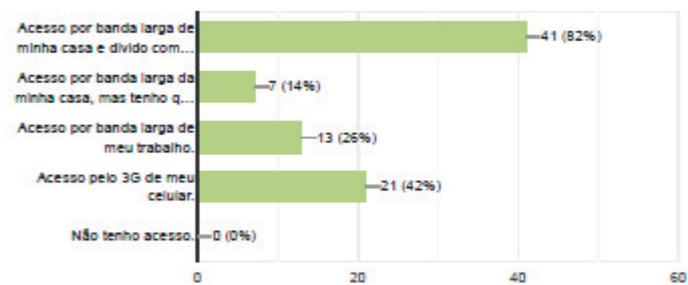
50 respostas





### Q3. Como é o seu acesso à Internet?

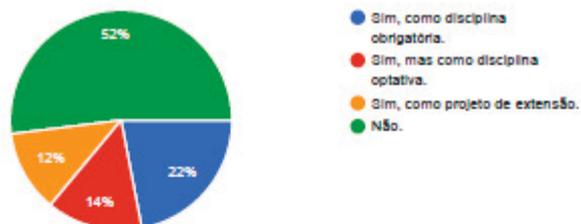
50 respostas



### Sustentabilidade Ambiental

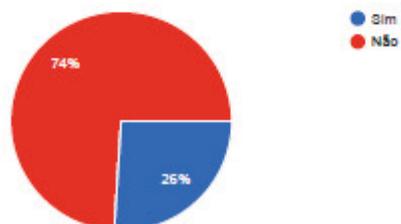
#### Q4. Durante a graduação, você já cursou alguma disciplina, estudou de forma transversal ou participou de projeto de extensão relacionado ao tema Sustentabilidade Ambiental?

50 respostas



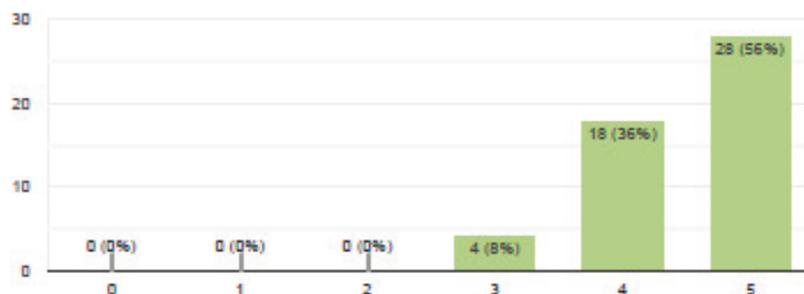
#### Q5. Se respondeu SIM à pergunta anterior, alguma foi sobre Telhados Verdes?

50 respostas



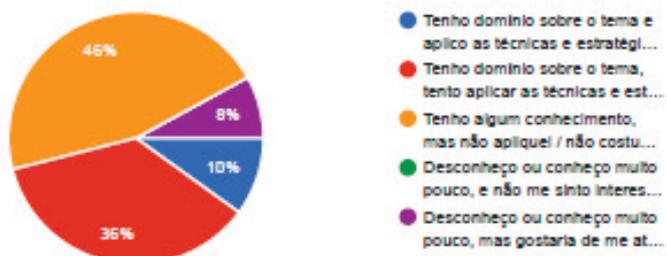
06. Em uma escala de 0 a 5, qual seu nível de interesse sobre o tema Sustentabilidade Ambiental?

50 respostas



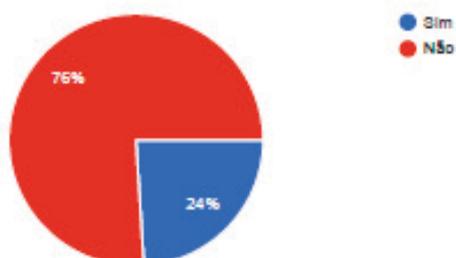
07. Qual seu nível de conhecimento sobre Sustentabilidade Ambiental na Construção Civil?

50 respostas



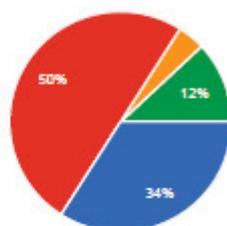
08. Você já fez alguma especialização na área de Sustentabilidade Ambiental na Construção Civil?

50 respostas



## 09. Qual o seu nível de conhecimento sobre Telhados Verdes?

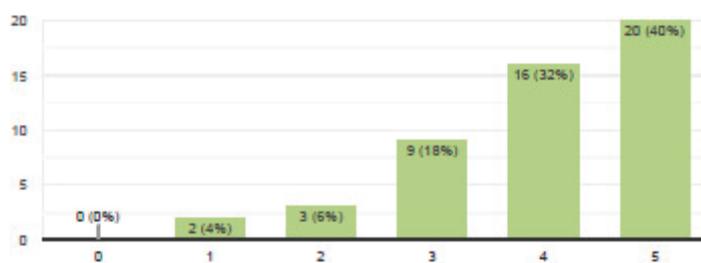
50 respostas



- Conheço mas não tenho segurança em aplicá-lo em meus projetos.
- Conheço relativamente bem, mas nunca apliquei a técnica em meu exercício profissional.
- Conheço muito bem e sempre que há a oportunidade, procuro aplicar em meus projetos.
- Desconheço.

## 10. Em uma escala de 0 a 5, o quanto você entende a adoção de estratégias e técnicas que visam a Sustentabilidade Ambiental como oportunidade de se diferenciar no mercado de trabalho?

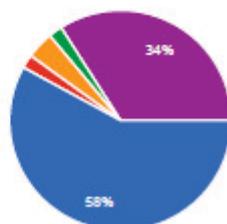
50 respostas



## Sobre cursos ofertados a distância

## 11. Você já fez algum curso na modalidade a distância?

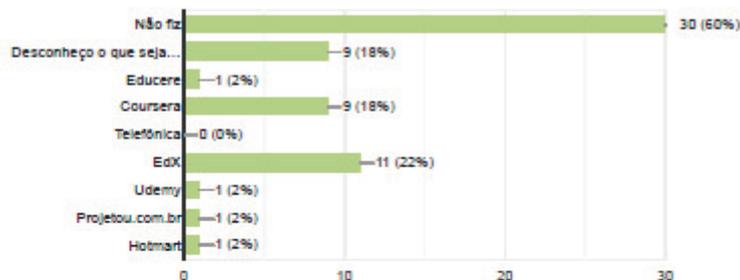
50 respostas



- Sim. Concluí e ele foi adequado em relação ao conteúdo e à carga horária.
- Sim. Desisti pois o curso não atendia às expectativas em re...
- Sim. Desisti pois o curso era muito longo e fiquei desmotiv...
- Sim. Não concluí pois não consegui me organizar por int...
- Não

12. Fez algum curso em plataformas como Educere, Coursera, EdX, Telefônica no formato MOOC?

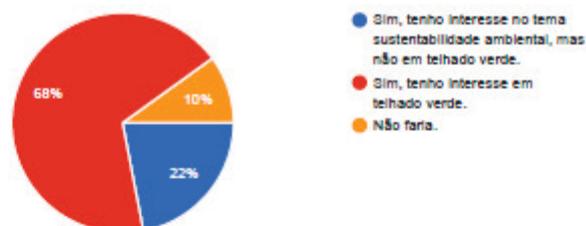
50 respostas



Interesse na formação em Telhado Verde

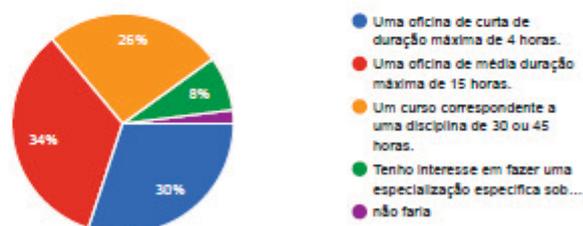
13. Se você tivesse acesso a um Curso Massivo Aberto e Online (MOOC) sobre o tema de Sustentabilidade Ambiental, em especial, Telhados Verdes? Você faria?

50 respostas



14. Qual a carga horária máxima você se comprometeria a acompanhar?

50 respostas



Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google. [Denunciar abuso](#) · [Termos de Serviço](#) · [Política de Privacidade](#)

Google Formulários

# APÊNDICE C – PLANO DE ENSINO MOOC NOÇÕES SOBRE SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL



## PROJETO MOOCS

### 1. IDENTIFICAÇÃO DO CURSO

Título do Curso: Noções sobre Sustentabilidade na Construção Civil		
Tutoria: ( ) Sim (x) Não	Nº Vagas: não se aplica	Carga Horária: 10 h
Categorias:		
( ) Educação	( ) Educação a Distância	( ) Moodle ( ) Informática
( ) Saúde	( ) Audiovisual	( ) Línguas (x) Outros: Engenharia Civil e Arquitetura

#### 1.1 Proponente da Ação

Coordenador do Curso: Maria do Carmo Duarte Freitas
Unidade: Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil
Telefone: 41 3360 4343
E-mail: mcf@ufpr.br

#### 1.2 Público-Alvo

Estudantes e profissionais da AEC, bem como comunidade em geral que tenha interesse em estratégias, técnicas e tecnologias mais sustentáveis aplicadas ao ambiente construído.

#### 1.3 Pré-Requisitos

Conhecimentos básicos em programas de produtividade: editor de texto, vídeo, áudio, além do acesso à internet. Interessar-se por sustentabilidade e inovação e ter habilidade em pesquisar.

#### 1.4 Justificativa

A presença da temática da Sustentabilidade nos cursos de graduação de AEC do Brasil tem se mostrado superficial e insipiente, o que pode explicar a sua baixa representatividade na arquitetura e no urbanismo brasileiros. A relevância do curso está justamente na busca por desenvolver nos profissionais da AEC (futuros e atuais), competências que permitam a inserção destas técnicas e tecnologias construtivas de menor impacto ambiental - como a dos Telhados Verdes - em seu exercício profissional e acadêmico.

Coordenação de Integração de Políticas de Educação a Distância - CIPEAD  
Praça Santos Andrade, 50 • Centro • CEP 80060-000 • Curitiba • Paraná  
(41) 3310 2657 • cipead@ufpr.br • www.cipead.ufpr.br



### 1.5 Objetivos

Ao final do curso o participante terá as seguintes competências:

- CONHECER os conceitos sobre sustentabilidade, associando-os aos diferentes contextos históricos;
- RECONHECER os impactos ambientais envolvidos nas atividades da construção civil;
- SABER as diferentes estratégias e tecnologias construtivas + sustentáveis;
- DESPERTAR o interesse pela inserção da temática sustentabilidade no exercício profissional / acadêmico ou como cidadão;
- QUESTIONAR os modelos construtivos vigentes, sob o ponto de vista dos impactos ambientais envolvidos;
- ENVOLVER-SE como corresponsável na produção de espaços e ambientes mais sustentáveis.

### 1.6 Ementa

Sustentabilidade na Construção Civil. Contextualização histórica. Impactos ambientais do setor. Estratégias de gestão e sistemas construtivos mais sustentáveis.

### 1.7 Metodologia de Ensino

- Material base:** Conteúdo será disponibilizado através da associação entre material audiovisual (Vídeoaula, podcasts, apresentações interativas e páginas web) e material apostilado, disponibilizado em PDF.
- Material complementar:** Leituras complementares (artigos, teses, dissertações), bem como links para vídeos e páginas web.
- Avaliação:** Atividades avaliativas e uma avaliação final para certificação.

### 1.8 Organização dos Tópicos

São previstas 3 aulas e divididas em 2 módulos com carga horária de 4 horas por módulo.

TÓPICOS	CH	CONTEÚDO	MATERIAIS / AVALIAÇÃO
Conhecendo o Curso	1h	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ambientação</li> <li>• Avaliação de expectativas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vídeo introdutório apresentando o curso</li> <li>• Fórum de apresentação</li> </ul>

Coordenação de Integração de Políticas de Educação a Distância - CIPEAD  
Praça Santos Andrade, 50 • Centro • CEP 80060-000 • Curitiba • Paraná  
(41) 3310 2657 • cipead@ufpr.br • www.cipead.ufpr.br



Módulo	CH	Conteúdo	Atividades
Módulo 1: Sustentabilidade – informações iniciais	4h	1.1 Mas o que é sustentabilidade	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vídeoaula apresentando os conceitos;</li> <li>• Questões de múltipla-escolha nas vídeoaulas e fora delas;</li> <li>• Material em PDF para leitura e aprofundamento.</li> </ul>
Módulo 2: Sustentabilidade na Construção Civil	4h	2.1 Sustentabilidade e a Construção Civil 2.2 Estratégias e técnicas mais sustentáveis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vídeoaula apresentando os conceitos;</li> <li>• Questões de múltipla-escolha nas vídeoaulas e fora delas;</li> <li>• Material em PDF para leitura e aprofundamento.</li> </ul>
Conclusão do curso	1h	Avaliação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Autoavaliação (Coursera)</li> <li>• Questões de múltipla escolha (Moodle)</li> </ul>

### 2. CERTIFICAÇÃO

Será fornecido certificado pela Decig em parceria com o Cipead para o participante, de forma automática, por meio do plugin do Moodle. O requisito para obtenção do certificado é de 70% de aproveitamento nas atividades avaliativas e após responder a avaliação de reação.

### 3. REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Balanco Energético Nacional 2019**: Ano base 2018. Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética – EPE, 2019.

BRUNDTLAND, G. H., *et al.* **Our common future: The World Commission on Environment and Development**. Oxford: Oxford University Press, 1987.

DIAMOND, J. **Colapso: como as sociedades escolhem o fracasso ou o sucesso**. Tradução de: RAPOSO, A. 4. ed. Rio de Janeiro: Editora Record, 2005.

EUROPEAN COMMISSION ENVIRONMENT. **Serviços ecossistêmicos e infraestrutura verde - comissão europeia**, 2015. Disponível em: [https://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/index\\_en.htm](https://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/index_en.htm). Acesso em 06/06/2020.

Coordenação de Integração de Políticas de Educação a Distância - CIPEAD  
Praça Santos Andrade, 50 • Centro • CEP 80060-000 • Curitiba • Paraná  
(41) 3310 2657 • cipead@ufpr.br • www.cipead.ufpr.br



ONU Department of Economic and Social Affairs. **Population Dynamics. World Urbanization Prospects: The 2018 Revision. Key Facts**. Disponível em: <https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-KeyFacts.pdf>. Acesso 30/07/2020.

Coordenação de Integração de Políticas de Educação a Distância - CIPEAD  
Praça Santos Andrade, 50 • Centro • CEP 80060-000 • Curitiba • Paraná  
(41) 3310 2657 • cipead@ufpr.br • www.cipead.ufpr.br

# APÊNDICE D – PLANO DE ENSINO MOOC INTRODUÇÃO AOS TELHADOS VERDES



## PROJETO MOOCS

### 1. IDENTIFICAÇÃO DO CURSO

Título do Curso: Introdução aos Telhados Verdes		
Tutoria: ( ) Sim (x) Não	Nº Vagas: 300	Carga Horária: 30 h
Categorias:		
( ) Educação ( ) Educação a Distância ( ) Moodle ( ) Informática		
( ) Saúde ( ) Audiovisual ( ) Línguas (x) Outras: Engenharia Civil e Arquitetura		

#### 1.1 Proponente da Ação

Coordenador do Curso: Maria do Carmo Duarte Freitas
Unidade: Programa de Pós-Graduação em Gestão da Informação
Telefone: 41 3360 4543
E-mail: mcf@ufpr.br

#### 1.2 Público-Alvo

Estudantes e profissionais da AEC, bem como comunidade em geral que tenha interesse em estratégias, técnicas e tecnologias mais sustentáveis aplicadas ao ambiente construído.

#### 1.3 Pré-Requisitos

Conhecimentos básicos em programas de produtividade: editor de texto, vídeo, áudio, além do acesso à internet. Interessar-se por sustentabilidade e inovação e ter habilidade em pesquisar.

#### 1.4 Justificativa

A presença da temática da Sustentabilidade nos cursos de graduação de AEC do Brasil tem se mostrado superficial e insipiente, o que pode explicar a sua baixa representatividade na arquitetura e no urbanismo brasileiros. A relevância do curso está justamente na busca por

Coordenadora de Integração de Políticas de Educação a Distância - CIPEAD  
Praça Santos Andrade, 50 • Centro • CEP 80060-000 • Curitiba • Paraná  
(41) 3310 2657 • cipead@ufpr.br • www.cipead.ufpr.br



desenvolver nos profissionais da AEC (futuros e atuais), competências que permitam a inserção destas técnicas e tecnologias construtivas de menor impacto ambiental - como a dos Telhados Verdes - em seu exercício profissional e acadêmico.

#### 1.5 Objetivos

Ao final do curso o participante terá as seguintes competências:
<ul style="list-style-type: none"> <li>Conhecer conceitos, características e benefícios ecossistêmicos envolvidos na técnica dos Telhados Verdes dentro do contexto da Sustentabilidade aplicada à Construção Civil.</li> <li>Compreender o papel e influência de cada camada no funcionamento do telhado verde;</li> <li>Estabelecer relações entre as técnicas construtivas mais sustentáveis como a dos Telhados Verdes e seu poder de mitigação dos impactos ambientais;</li> <li>Classificar os tipos de telhados verdes de acordo com sua composição e aplicação;</li> <li>Envolver-se como corresponsável na produção de espaços e ambientes ambientalmente sustentáveis;</li> <li>Explicar as contribuições dos telhados verdes para escala da cidade e do edifício;</li> </ul>

#### 1.6 Ementa

Telhado verdes como estratégia sustentável na Construção Civil. Contextualização histórica. Impactos ambientais do setor. Estratégias de gestão e sistemas construtivos mais sustentáveis. Estrutura e classificação dos Telhados Verdes. Benefícios e aplicações, desafios e barreiras.

#### 1.7 Metodologia de Ensino

a) <b>Material base:</b> Conteúdo será disponibilizado através da associação entre material audiovisual (Vídeoaula; podcasts, apresentações interativas e páginas web.
b) <b>Material complementar:</b> Leituras complementares (artigos, teses, dissertações), bem como links para vídeos e páginas web.
c) <b>Avaliação:</b> Atividades avaliativas e uma avaliação final para certificação.

#### 1.8 Organização dos Tópicos

São previstas 8 aulas e divididas em 4 módulos com carga horária de 7 horas por módulo.

Coordenadora de Integração de Políticas de Educação a Distância - CIPEAD  
Praça Santos Andrade, 50 • Centro • CEP 80060-000 • Curitiba • Paraná  
(41) 3310 2657 • cipead@ufpr.br • www.cipead.ufpr.br



TOPICOS	CH	CONTEUDO	MATERIAIS / AVALIAÇÃO
Ambientação	1h	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ambientação</li> <li>Avaliação de expectativas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vídeo introdutório apresentando o curso</li> <li>Instrumento motivação</li> <li>Fórum de apresentação</li> </ul>
Módulo 1: O que são Telhados Verdes?	7h	1.1 Conceitos e definições 1.2 T.V. Extensivo 1.3 T.V. Intensivo 1.4 T.V. Semi-intensivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Livro interativo (H5P)</li> <li>Vídeoaula com questões (H5P)</li> <li>Podcast Sustentavelmente</li> <li>Leitura recomendada</li> <li>Atividade de fixação</li> <li>Atividade de Interação LinkedIn</li> <li>Atividade Avaliativa – Quiz 01</li> </ul>
Módulo 2: Para que servem os Telhados Verdes?	6h	2.1 Benefícios na Escala do edifício 2.2 Benefícios na Escala da Cidade	<ul style="list-style-type: none"> <li>Livro interativo (H5P)</li> <li>Vídeoaula com questões (H5P)</li> <li>Podcast Sustentavelmente</li> <li>Leitura recomendada</li> <li>Atividade de fixação</li> <li>Atividade de Interação LinkedIn</li> <li>Atividade Avaliativa – Quiz 02</li> </ul>
Módulo 3: Do que são feitos os telhados verdes?	7h	3.1 Camadas do Telhado Verde - suas características e funções: Vegetação; Substrato; Membrana filtrante; Drenagem; Membrana anti-raízes; Impermeabilização; Estrutura.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Livro interativo (H5P)</li> <li>Vídeoaula com questões (H5P)</li> <li>Podcast Sustentavelmente</li> <li>Leitura recomendada</li> <li>Atividade de fixação</li> <li>Atividade de Interação LinkedIn</li> </ul>

Coordenadora de Integração de Políticas de Educação a Distância - CIPEAD  
Praça Santos Andrade, 50 • Centro • CEP 80060-000 • Curitiba • Paraná  
(41) 3310 2657 • cipead@ufpr.br • www.cipead.ufpr.br



		3.2 Cuidados no projeto e execução.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Atividade Avaliativa – Quiz 03</li> </ul>
Módulo 4: Nossas pesquisas sobre telhados verdes	7h	Pesquisas sobre telhados verdes desenvolvidas no PPGEC	<ul style="list-style-type: none"> <li>Livro interativo (H5P)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Linha do Tempo</li> <li>Vídeos e/ou poster-resumo das pesquisas</li> <li>Fórum Hora do Café</li> <li>Atividade de Interação LinkedIn</li> <li>Textos para aprofundamento</li> </ul> </li> <li>Instrumento de pesquisa 2 – Auto-avaliação do aprendizado sobre Telhados Verdes</li> </ul>
Conclusão do curso	2h	Avaliação	<ul style="list-style-type: none"> <li>Questões de múltipla escolha (Moodle)</li> </ul>

## 2. CERTIFICAÇÃO

Será fornecido certificado pela Cipead para o participante, de forma automática, por meio do plugin do Moodle. O requisito para obtenção do certificado é de 70% de aproveitamento nas atividades avaliativas e após responder a avaliação de reação.

## 3. REFERÊNCIAS

BÁR, B. V. Influência de diferentes camadas de drenagem no desempenho hidrológico de telhados verdes extensivos na cidade de Curitiba – PR. 2019. 172 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba (PR), 2019.
CASCONE, S. Green roof design: State of art on technology and materials. 2019. MDPI AG, Sustainability (Switzerland) v 11, 3020, mai. 2019.

Coordenadora de Integração de Políticas de Educação a Distância - CIPEAD  
Praça Santos Andrade, 50 • Centro • CEP 80060-000 • Curitiba • Paraná  
(41) 3310 2657 • cipead@ufpr.br • www.cipead.ufpr.br



FLL. Green Roofs Guideline: Guidelines for the planning, construction, and maintenance of green roofs. 2018 edition. Bonn: Landscape Development and Landscaping Research Society e V. (FLL), 2018.

MINKE, G. Techos verdes: Planificación, ejecución, consejos prácticos. Editorial Fin de siglo. Montevideo, Uruguay, 2004.

OBERNDORFER, E. et al. Green roofs as urban ecosystems: ecological structures, functions, and services. BioScience, v. 57 n. 10, p. 823-833, nov. 2007.

SAVI, A. C. Telhados verdes: uma análise da influência das espécies vegetais no seu desempenho na cidade de Curitiba. 176. [39] f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Construção Civil) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

## APÊNDICE E – RECURSOS EDUCACIONAIS CRIADOS PARA OS MOOCS

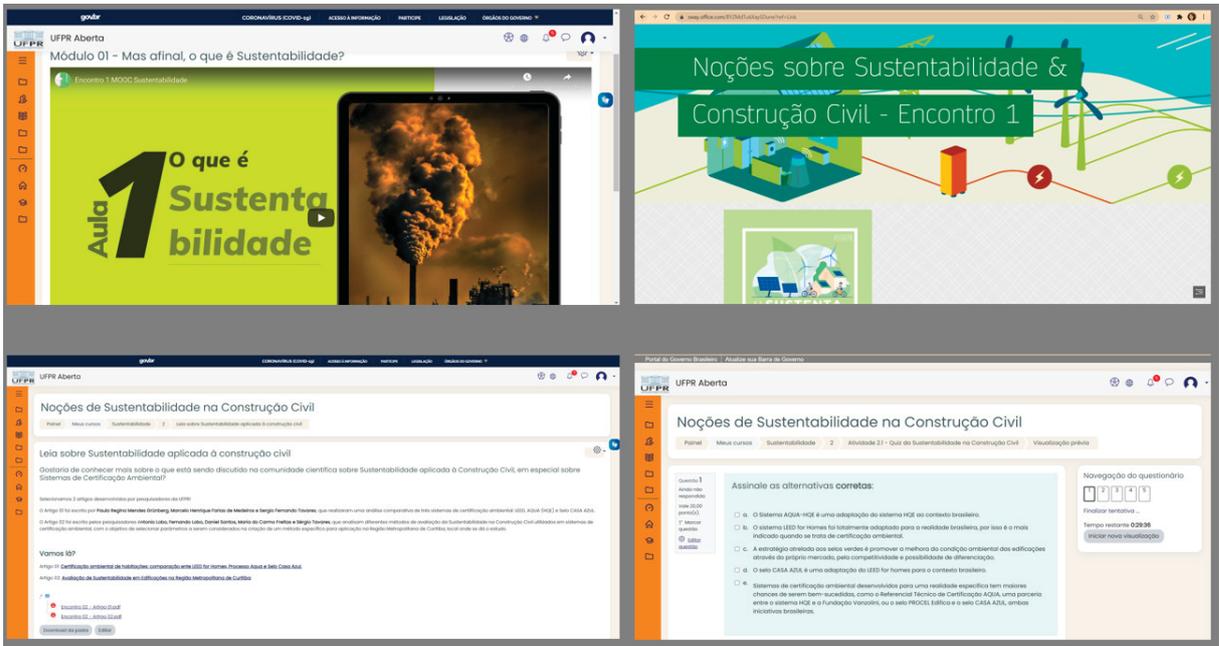
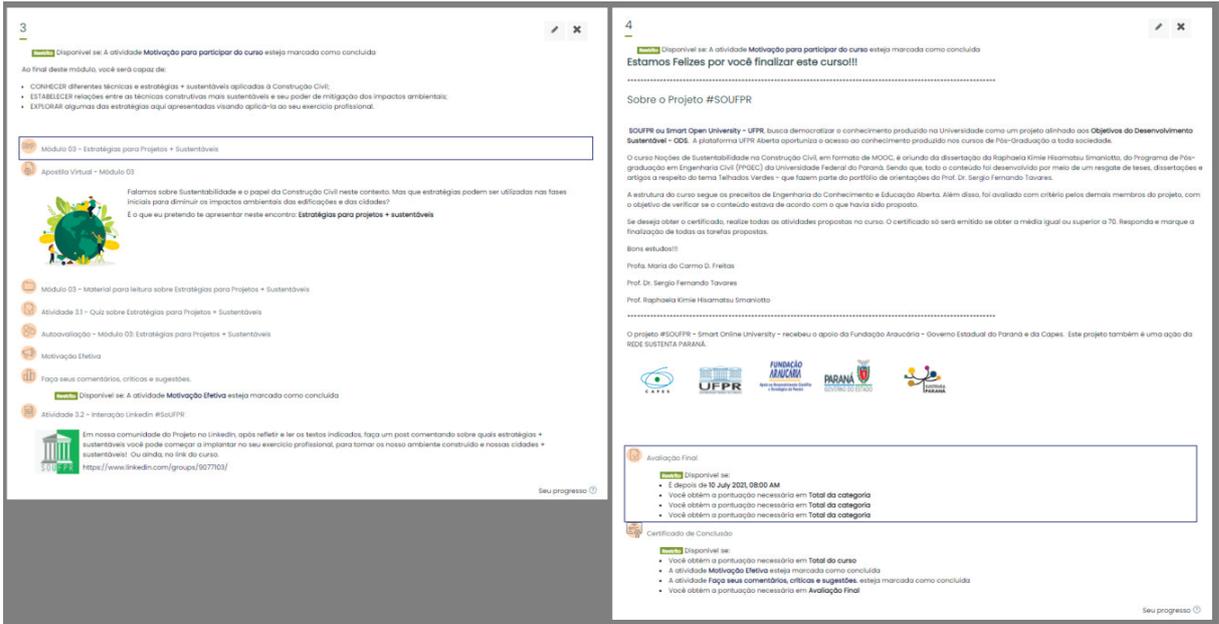
Os Abaixo seguem resumo das interfaces dos MOOCs, links para repositório One Drive e Youtube com os materiais e recursos desenvolvidos, bem como link direto para a os cursos propriamente ditos, na plataforma UFPR Aberta.

### MOOC 01 – Noções sobre Sustentabilidade na Construção Civil

- Link do curso: <https://ufpraberta.ufpr.br/course/view.php?id=27>
- Resumo das interfaces:

The image displays six screenshots from the UFPR Aberta MOOC interface for the course "Noções de Sustentabilidade na Construção Civil".

- Top Left:** Course overview page showing the title, progress bar, and a list of four modules: 1. O QUE É SUSTENTABILIDADE?, 2. SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 3. ESTRATÉGIAS PARA PRECISAR MÍNUS POSITIVAS, and 4. CONCLUSÃO E CERTIFICAÇÃO.
- Top Right:** Welcome message and course overview with a banner for "SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL" and "INFORMAÇÕES DO CURSO".
- Middle Left:** List of course activities and resources, including "Bem-vindas!", "Perfil do Professor", and "Materiais de Apoio".
- Middle Right:** Welcome banner for the microlearning course: "Boas-vindas: Microlearning: Noções sobre Sustentabilidade na Construção Civil".
- Bottom Left:** Slide titled "Encontro 01 - Mas o que é Sustentabilidade?" with bullet points and a list of activities: "Atividade 11 - Quiz de sustentabilidade", "Atividade 12 - Interação LinkedIn #SouFPR", and "Atividade 13 - Podcast".
- Bottom Right:** Slide titled "Modulo 02 - Sustentabilidade Aplicada à Construção Civil" with a list of activities: "Atividade 21 - Quiz de Sustentabilidade na Construção Civil", "Autoavaliação - Módulo 02: Sustentabilidade Aplicada à Construção Civil", and "Atividade 22 - Interação LinkedIn #SouFPR".

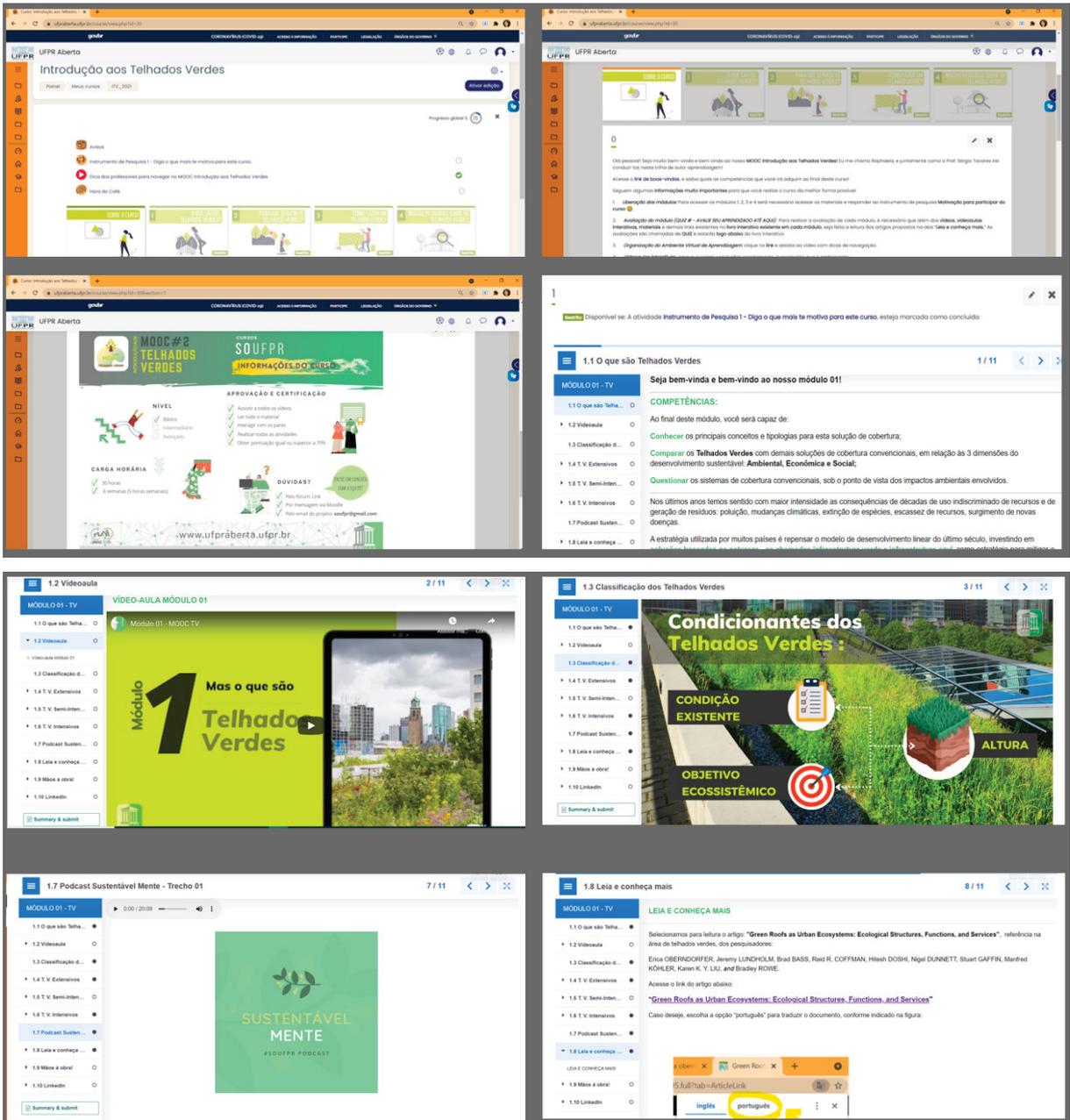


- Link do Youtube:
  - [Boas vindas](#)
  - [Módulo 01](#)
  - [Módulo 02](#)
  - [Módulo 03](#)
- Link Microsoft Sway
  - [Apostila 01](#)
  - [Apostila 02](#)
  - [Apostila 03](#)

- Link do One Drive com os recursos desenvolvidos: <https://1drv.ms/u/s!Ajh9Nkws1j-ygc5tqbi42wn-gyZcOg?e=onvHfw>

MOOC 02 – Introdução aos Telhados Verdes

- Link do curso: <https://ufpraberta.ufpr.br/course/view.php?id=30>
- Resumo das interfaces:



2.6 Mãos à Obra 6 / 8

MÓDULO 02 - TV

TESTE E COMPARTILHE SEUS CONHECIMENTOS!

2.1 Para que serv... ASSOCIE

2.2 Escola do Edif... 2.3 Escola da cid... 2.4 Podcast Suste... 2.5 Lata e conheç... 2.6 Mãos à Obra

## TELHADOS VERDES

Benefícios na escala do edifício

Conservação da energia Saúde física e mental  
Controle da temperatura interna Proteção das camadas do telhado

Summary & submit

Verificar resposta

Benefícios na escala do edifício

Controle da temperatura interna Proteção das camadas do telhado

Summary & submit

Verificar resposta

Depois de responder à atividade de fixação acima, vá até o fórum "Hora do Café" e faça uma postagem referente aos conhecimentos trabalhados neste módulo! Aproveite para interagir com os colegas, fazendo comentários nas postagens!

Vamos lá!

2.7 LinkedIn 7 / 8

MÓDULO 02 - TV

COMPARTILHE SEU APRENDIZADO NO LINKEDIN

2.1 Para que serv... 2.2 Escola do Edif... 2.3 Escola da cid... 2.4 Podcast Suste... 2.5 Lata e conheç... 2.6 Mãos à Obra 2.7 LinkedIn

COMPARTILHE SEU APRENDIZADO NO LINKEDIN

Compartilhe o seu aprendizado, fazendo uma postagem a partir do seu perfil no LinkedIn sobre o benefício proporcionado pelos Telhados Verdes que mais chamou a sua atenção! Ah, não esqueça de nos marcar na postagem a partir do perfil @soufrp (PROJETO SOUFFRP) e utilizar a nossa hashtag: #soufrp

Como sugestão, você pode incluir o post com: "Você sabia que..."

Abrigo!

#soufrp #telhadoverde #sustentabilidadeurbana #moo: #instituiçãoverde #desempenhohídrico #desempenhoenergético #desempenhohidrológico

Summary & submit

2.7 LinkedIn 7 / 8

2.7 LinkedIn 7 / 8

QUIZ 03 - AVALIE SEU APRENDIZADO ATÉ AQUI!

Após acessar os recursos disponibilizados - textos, vídeo-aula, podcast e demais materiais de apoio, chegou a hora de testar os seus conhecimentos com o QUIZ 03! Vamos lá?

Seu progresso

4.2 Linha do Tempo das Pesquisas em Telhado Verde - PPGECC 2 / 13

MÓDULO 04 - TV

4.1 Nossas Pesquisas... 4.2 Linha do Tempo... 4.3 Mãos à Obra

Silvia Maria Balde... Ana Priscilla Rom... Adriane Cordoni... Isaura Marques d... Mateus Pedro Scr... Thais Vieira Lopes... Bruna Vogt Bär... Thamille Casagran...

2010 — 2012

### NASCIMENTO, W. C.

Coberturas verdes no contexto da Região Metropolitana De Curitiba — barreiras e potencialidades.

Orientador: Prof. Dr. Aloisio Leoni Schmidt

Link para o texto - NASCIMENTO, W. C. do

Silvia Maria Baldeassar 3 / 13

MÓDULO 04 - TV

SILVIA MARIA BALDEASSAR

4.1 Nossas Pesquisas... 4.2 Linha do Tempo... 4.3 Mãos à Obra

Silvia Maria Balde... Ana Priscilla Rom... Adriane Cordoni... Isaura Marques d... Mateus Pedro Scr... Thais Vieira Lopes... Bruna Vogt Bär... Thamille Casagran...

Telhado verde e sua contribuição na redução da vazão da água pluvial escoada.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Fernando Tavares

Link para o texto - BALDEASSAR, S. M. N.

Segue abaixo poster-resumo do trabalho da Silvia Maria Baldeassar, mestre em Engenharia Civil pelo PPGECC-UFFRR. O poster sintetiza os principais tópicos da sua pesquisa sobre Telhados Verdes.

Thamille Casagrande 10 / 13

MÓDULO 04 - TV

THAMILLE CASAGRANDE

4.1 Nossas Pesquisas... 4.2 Linha do Tempo... 4.3 Mãos à Obra

Silvia Maria Balde... Ana Priscilla Rom... Adriane Cordoni... Isaura Marques d... Mateus Pedro Scr... Thais Vieira Lopes... Bruna Vogt Bär... Thamille Casagran...

O desempenho de telhados verdes intensivos em termos de controle de temperatura e retenção de águas pluviais na cidade de Curitiba - PR.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Fernando Tavares

Link para o texto - CASAGRANDE, T.

4.5 Textos para aprofundamento 13 / 13

MÓDULO 04 - TV

TEXTOS PARA APROFUNDAMENTO

4.1 Nossas Pesquisas... 4.2 Linha do Tempo... 4.3 Mãos à Obra 4.4 LinkedIn 4.5 Textos para aprofundamento

Nesta seção, separamos alguns artigos que foram utilizados para o desenvolvimento desta e de outras pesquisas sobre o tema Telhados Verdes dentro deste PPGECC-UFFRR.

Entretanto, tratam-se de materiais que ainda não possuem acesso aberto. Entretanto podem ser acessados por meio da plataforma de Periódicos Capes por estudantes e docentes de graduação e pós-graduação através do CAPE - Comunidade Acadêmica Federada. Saiba como em [Acesso Restrito CAPE](#)

1. Green roof performance: towards management of runoff water quantity and quality. A review  
Autora: Justyna Czerniel BERNDTSSON - Ecological Engineering  
A autora destaca alguns fatores que afetam a capacidade de retenção de água da chuva dos telhados verdes relacionados à dinâmica de escoamento. A pesquisa também adota como objeto de análise a relação qualitativa e quantitativa das Águas escoadas por uma cobertura verde.
2. Comparative environmental life cycle assessment of green roofs  
Lilka KOSAREO, Robert RIES - Building and Environment  
Este artigo busca analisar de forma comparativa telhados verdes, extensivos e intensivos, e telhados convencionais através da ACV, análise de ciclo de vida. Os resultados mostram que os telhados verdes são superiores ao telhado convencional avaliado, notadamente o telhado intensivo. Além disso aponta que a redução do escoamento das águas residuais (runoff) para o telhado verde intensivo é a mais significativa.
3. How "green" are the green roofs? Lifecycle analysis of green roof materials

2.6 Mãos à Obra 6 / 8

MÓDULO 02 - TV

TESTE E COMPARTILHE SEUS CONHECIMENTOS!

2.1 Para que serv... Associe

2.2 Escala do Edif... 2.3 Escala da cida... 2.4 Podcast Suste... 2.5 Leia e conseq... 2.6 Mãos à Obra

## TELHADOS VERDES

### Benefícios na escala do edifi...

Conservação da energia Saúde física e mental

Controle da temperatura interna Proteção das camadas do telhado

Verificar resposta

Benefícios na escala do edifi...

2.5 Leia e conseq... 2.6 Mãos à Obra

TESTE E COMPARTILHE... Teste seus conhecimentos

2.7 LinkedIn

Summary & submit

Verificar resposta

Depois de responder à atividade de fixação acima, vá até o fórum "Hora do Café" e faça uma postagem referente aos conhecimentos trabalhados neste módulo! Aproveite para interagir com os colegas, fazendo comentários nas postagens!

Vamos lá!

2.7 LinkedIn 7 / 8

MÓDULO 02 - TV

COMPARTILHE SEU APRENDIZADO NO LINKEDIN

2.1 Para que serv... Compartilhe o seu aprendizado, fazendo uma postagem a partir do seu perfil no LinkedIn sobre o benefício proporcionado pelos Telhados Verdes que mais chamou a sua atenção! Ah, não esqueça de nos marcar na postagem a partir do perfil @soufpr (PROJETO SOUFPR) e utilizar a nossa hashtag: #soufpr

2.2 Escala do Edif... Como sugestão, você pode iniciar o post com: "Você sabia que..."

2.3 Escala da cida... Abraço!

2.4 Podcast Suste... #soufpr #telhadoverde #sustentabilidadeurbana #mooc #infraestruturaverde #desempenhohérmico #desempenhoenergético #desempenhohidrológico

2.5 Leia e conseq... 2.6 Mãos à Obra 2.7 LinkedIn

COMPARTILHE SEU AP... Summary & submit

2.7 LinkedIn 7 / 8

QUIZ 02 - AVALIE SEU APRENDIZADO ATÉ AQUI!

Após acessar os recursos disponibilizados - textos, vídeo-aula, podcast e demais materiais de apoio, chegou a hora de testar os seus conhecimentos com o QUIZ 02! Vamos lá?

Seu progresso

Estamos Felizes por você finalizar este curso!!

Sobre o Projeto #SOUFPR

SOUFPR ou Smart Open University - UFPR, busca democratizar o conhecimento produzido na Universidade como um projeto alinhado aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável - ODS. A plataforma UFPR Aberta oportuniza o acesso ao conhecimento produzido nos cursos de Pós-Graduação a toda sociedade.

O curso **Introdução aos Telhados Verdes**, em formato de MOOC, é oriundo da dissertação da Raphaela Kimie Hisamatsu Smariotto, do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil (PPGEC) da Universidade Federal do Paraná. Sendo que, todo o conteúdo foi desenvolvido por meio de um registro de teses, dissertações e artigos a respeito do tema Telhados Verdes - que fazem parte do portfólio de orientações do Prof. Dr. Sergio Fernando Tavares.

A estrutura do curso segue os preceitos de Engenharia do Conhecimento e Educação Aberta. Além disso, foi avaliado com critério pelos demais membros do projeto, com o objetivo de verificar se o conteúdo estava de acordo com o que havia sido proposto.

Se deseja obter o certificado, realize todas as atividades propostas no curso. O certificado só será emitido se obter a média igual ou superior a 70. Responda e marque a finalização de todas as tarefas propostas.

Bons estudos!!!

Prof. Dr. Sergio Fernando Tavares

Profa. Raphaela Kimie Hisamatsu Smariotto

Profa. Dra. Maria do Carmo Duarte Freitas

O projeto #SOUFPR - Smart Online University - recebeu o apoio da Fundação Araucária - Governo Estadual do Paraná e da Capes. Este projeto também é uma ação da REDE SUSTENTA PARANÁ.

O projeto #SOUFPR - Smart Online University - recebeu o apoio da Fundação Araucária - Governo Estadual do Paraná e da Capes. Este projeto também é uma ação da REDE SUSTENTA PARANÁ.

Equipe do Curso e do Projeto

Instrumento de Pesquisa 3 - Autoavaliação da Motivação Efetiva

Faça seus comentários, críticas e sugestões.

Avaliação Final

Disponível se:

- A atividade Instrumento de Pesquisa 3 - Autoavaliação da Motivação Efetiva esteja marcada como concluída
- A atividade Faça seus comentários, críticas e sugestões, esteja marcada como concluída

Certificado de Conclusão

Disponível se: Você obtém a pontuação necessária em Total do curso

- Link do Youtube

- [Modulo 01](#)

- [Módulo 02](#)

## APÊNDICE F – INSTRUMENTO DE PESQUISA PARA VALIDAÇÃO DO MOOC 01 (MOTIVAÇÃO PARA O CURSO)

Saturday, 2 Oct 2021, 11:26  
Respostas submetidas: 160  
Questões: 20

Rótulo Questão Respostas 160

MOTIVAÇÃO - APRENDIZAGEM		PONTUAÇÃO	-10	-5	5	10	Grau de importância da questão
		INDICADOR OSGOOD	-0,0625	-0,03125	0,03125	0,0625	
		EVIDÊNCIAS	Quase nunca	Algumas vezes	Frequentemente	Quase sempre	
1a_Importancia	Você estuda porque estudar é importante para si mesmo.	Respondentes	1	3	75	75	8,60
		Grau de importância	-0,0625	-0,26125	2,34375	4,5875	
		Percentual	0,63%	5,63%	46,88%	46,88%	
1b_Assuntos Novos	Você tem vontade de conhecer e aprender assuntos novos.	Respondentes	1	4	68	87	7,38
		Grau de importância	-0,0625	-0,125	2,125	5,4375	
		Percentual	0,63%	2,50%	42,50%	54,38%	
1c_Assuntos Difíceis	Você gosta de estudar assuntos difíceis	Respondentes	6	57	68	29	1,70
		Grau de importância	-0,375	-1,78125	2,125	1,8125	
		Percentual	3,75%	35,63%	42,50%	18,13%	
1d_Sem Influência	Você estuda mesmo sem a influência de outras pessoas	Respondentes	1	13	78	68	8,22
		Grau de importância	-0,0625	-0,40625	2,4375	4,25	
		Percentual	0,63%	8,13%	48,75%	42,50%	
1e_Tarefa Difícil	Você fica tentando resolver uma tarefa, mesmo quando ela é difícil	Respondentes	2	13	87	52	5,25
		Grau de importância	-0,125	-0,52083	2,71875	3,25	
		Percentual	1,25%	11,88%	54,38%	32,50%	
1f_Aprendizagem Autônoma	Você prefere aprender, numa escola, assuntos que aumentem suas habilidades ou seus conhecimentos.	Respondentes	2	25	50	82	5,75
		Grau de importância	-0,125	-0,8125	1,5625	5,125	
		Percentual	1,25%	16,25%	31,25%	51,25%	
1g_Aprender Mais	Você procura saber mais sobre os assuntos que gosta, mesmo sem seus professores pedirem.	Respondentes	4	21	81	54	5,00
		Grau de importância	-0,25	-0,65625	2,53125	3,375	
		Percentual	2,50%	13,13%	50,63%	33,75%	
1h_Interesse Conteúdo	Você fica interessado (a) quando os professores começam conteúdo novo.	Respondentes	1	22	75	62	5,47
		Grau de importância	-0,0625	-0,6875	2,34375	3,875	
		Percentual	0,63%	13,75%	46,88%	38,75%	
1i_Emprego Futuro	Você estuda para ter um bom emprego no futuro.	Respondentes	6	18	55	81	5,84
		Grau de importância	-0,375	-0,5625	1,71875	5,0625	
		Percentual	3,75%	11,25%	34,38%	50,63%	

APRENDIZAGEM REFLEXIVA		PONTUAÇÃO	-10	-5	5	10	Grau de importância da questão
		INDICADOR OSGOOD	-0,0625	-0,03125	0,03125	0,0625	
		RESPOSTAS	Quase nunca	Algumas vezes	Frequentemente	Quase sempre	
1r1a_Como Aprendo	Eu reflito sobre como eu aprendo	Respondentes	12	43	65	40	2,44
		Grau de importância	-0,75	-1,34375	2,03125	2,5	
		Percentual	7,50%	28,88%	40,63%	25,00%	
1r1b_Minhas Ideias	Faço reflexões sobre as minhas próprias ideias.	Respondentes	6	29	75	50	4,10
		Grau de importância	-0,375	-0,90625	2,34375	3,125	
		Percentual	3,75%	18,13%	46,88%	31,25%	
1r1c_Reflexão Autocrítica	O conteúdo ajuda a melhorar o processo de reflexão autocrítica.	Respondentes	2	29	79	50	4,56
		Grau de importância	-0,125	-0,90625	2,6875	3,125	
		Percentual	1,25%	18,13%	49,38%	31,25%	
1r1d_Estimula Refletir	Este tema me estimula a refletir.	Respondentes	2	18	72	68	5,81
		Grau de importância	-0,125	-0,5625	2,25	4,25	
		Percentual	1,25%	11,25%	45,00%	42,50%	
1r1e_Divulgar	O tema me encoraja a divulgar as ideias aprendidas.	Respondentes	5	27	76	52	4,47
		Grau de importância	-0,3125	-0,64375	2,375	3,25	
		Percentual	3,13%	16,88%	47,50%	32,50%	
1r1f_Qualidade dos Discursos	O conteúdo ajuda a melhorar na qualidade dos discursos.	Respondentes	1	16	71	72	8,18
		Grau de importância	-0,0625	-0,5	2,21875	4,5	
		Percentual	0,63%	10,00%	44,38%	45,00%	
1r1g_Reflexão Crítica	Faço reflexões críticas sobre o conteúdo a cada curso que estou inscrita.	Respondentes	2	30	81	47	4,41
		Grau de importância	-0,125	-0,9375	2,53125	2,9375	
		Percentual	1,25%	18,75%	50,63%	29,38%	

MOTIVAÇÃO - MOOC		PONTUAÇÃO	10	-10	Grau de importância da questão
		INDICADOR OSGOOD	0,0625	-0,0625	
		RESPOSTAS	Sim	Não	
1_oertificado	Me inscritei no curso para realizar/participar de todas as atividades e obter o certificado:	Respondentes	151	9	8,875
		Grau de importância	9,4375	-0,5625	
		Percentual	94,38%	5,63%	
1_interesse nas ideias	Me inscritei no curso para realizar/participar somente das atividades que me interessam pessoal e profissionalmente:	Respondentes	39	121	-5,125
		Grau de importância	2,4375	-7,5625	
		Percentual	24,38%	75,63%	
1_conhecer conteúdo	Me inscritei no curso para ler as ideias chaves e conhecer conteúdo, sem participar/realizar as atividades:	Respondentes	41	119	-4,875
		Grau de importância	2,5625	-7,4375	
		Percentual	25,63%	74,38%	

## APÊNDICE G – INSTRUMENTO DE PESQUISA PARA VALIDAÇÃO DO MOOC 01 (MOTIVAÇÃO EFETIVA E APRENDIZAGEM REFLEXIVA)

Saturday, 2 Oct 2021, 12:03  
Respostas submetidas: 73  
Questões: 17

Rótulo Questão Respostas 73

MOTVAÇÃO - APRENDIZAGEM		PONTUAÇÃO	-10	-5	5	10	Grau de importância da questão
		INDICADOR OSGOOD	-0,13699	-0,06849	0,06849	0,13699	
		RESPOSTAS	Quase nunca	Algumas vezes	Frequentemente	Quase sempre	
2a_ Importância	Ao final do curso, você considera que o tema estudado é importante para si mesmo.	Respostas	0	1	28	44	7,88
		Grau de importância	0,00%	1,37%	38,36%	60,27%	
		Percentual	0,00%	1,37%	38,36%	60,27%	
2b_ Assuntos Novos	Ao final do curso, você tem vontade de conhecer e aprender assuntos novos relacionados ao tema.	Respostas	0	0	28	45	8,08
		Grau de importância	0,00%	0,00%	38,36%	61,64%	
		Percentual	0,00%	0,00%	38,36%	61,64%	
2c_ Assunto Difícil	Ao final do curso, você considera o assunto difícil	Respostas	17	40	9	7	-3,40
		Grau de importância	-2,328767123	-2,739726027	0,616438356	0,95890411	
		Percentual	23,29%	54,79%	12,33%	9,59%	
2d_ Sem influência	Ao final do curso, o tema te motiva a estudar mesmo sem a influência de outras pessoas.	Respostas	1	5	29	38	6,71
		Grau de importância	-0,136986301	-0,342465753	1,98630137	5,205479452	
		Percentual	1,37%	6,85%	39,73%	52,05%	
2e_ Tarefa Difícil	Ao final do curso, o tema te motiva a realizar as tarefas, mesmo quando elas são difíceis.	Respostas	0	10	39	24	5,27
		Grau de importância	0	-0,684931507	2,671232877	3,287671233	
		Percentual	0,00%	13,70%	53,42%	32,88%	
2f_ Aprendizagem Autônoma	O tema te motiva a aprender, de forma autônoma, assuntos que aumentem suas habilidades ou seus conhecimentos.	Respostas	0	8	31	36	6,64
		Grau de importância	0	-0,410958904	2,123287671	4,301506849	
		Percentual	0,00%	8,22%	42,47%	49,32%	
2g_ Aprender Mais	Ao final do curso, você considera buscar saber mais sobre o assunto, mesmo sem seus professores pedirem.	Respostas	0	8	21	44	6,92
		Grau de importância	0	-0,547945205	1,438356154	6,02739726	
		Percentual	0,00%	10,96%	28,77%	60,27%	
2h_ Interesse no Conteúdo	Ao final do curso, você ficou interessado (a) quando começava conteúdo novo.	Respostas	0	7	27	39	6,71
		Grau de importância	0	-0,479452055	1,849315068	5,342465753	
		Percentual	0,00%	9,59%	36,99%	53,42%	
2i_ Emprego Futuro	Ao final do curso, você estuda o tema para ter um bom emprego no futuro.	Respostas	3	7	29	34	5,75
		Grau de importância	-0,410958904	-0,479452055	1,98630137	4,657534347	
		Percentual	4,11%	9,59%	39,73%	46,58%	

APRENDIZAGEM REFLEXIVA		PONTUAÇÃO	-10	-5	5	10	Grau de importância do processo reflexivo
		INDICADOR OSGOOD	-0,136986301	-0,068493151	0,068493151	0,136986301	
		RESPOSTAS	Quase nunca	Algumas vezes	Frequentemente	Quase sempre	
2rfa_ Como Aprendo	O curso estimulou a reflexão sobre como eu aprendo.	Respostas	2	12	32	27	4,79
		Grau de importância	-0,273972603	-0,821917808	2,191780822	3,698630137	
		Percentual	2,74%	16,44%	43,84%	36,99%	
2rfb_ Minhas Ideias	O curso estimulou a reflexão sobre as minhas próprias ideias.	Respostas	1	12	36	24	4,79
		Grau de importância	-0,136986301	-0,821917808	2,465753425	3,287671233	
		Percentual	1,37%	16,44%	49,32%	32,88%	
2rfc_ Reflexão Crítica	O curso aumentou as reflexões críticas sobre o conteúdo ministrado.	Respostas	1	6	32	34	6,30
		Grau de importância	-0,136986301	-0,410958904	2,191780822	4,657534247	
		Percentual	1,37%	8,22%	43,84%	46,58%	
2rfd_ Estimulo a Refletir	Este tema me estimulou a refletir.	Respostas	0	5	28	40	7,05
		Grau de importância	0	-0,342465753	1,917808219	5,479452055	
		Percentual	0,00%	6,85%	38,36%	54,79%	
2rfe_ Divulgar Ideias	O tema me encoraja a divulgar as ideias aprendidas.	Respostas	1	14	29	29	4,86
		Grau de importância	-0,136986301	-0,95890411	1,98630137	3,97260274	
		Percentual	1,37%	19,18%	39,73%	39,73%	
2rff_ Qualidade dos Discursos	O conteúdo ajudou a melhorar na qualidade dos meus discursos.	Respostas	1	12	36	24	4,79
		Grau de importância	-0,136986301	-0,821917808	2,465753425	3,287671233	
		Percentual	1,37%	16,44%	49,32%	32,88%	
2rfg_ Reflexão autocrítica	O conteúdo ajudou a melhorar o processo de reflexão autocrítica.	Respostas	0	8	39	26	5,68
		Grau de importância	0	-0,547945205	2,671232877	3,561643856	
		Percentual	0,00%	10,96%	53,42%	35,62%	

## APÊNDICE H – INSTRUMENTO DE PESQUISA PARA VALIDAÇÃO DO MOOC 01 (AUTOAVALIAÇÃO DOS MÓDULOS)

### AUTOAVALIAÇÃO DE APRENDIZAGEM - MÓDULO 01: *O que é Sustentabilidade ?*

1.1 Conhecimento sobre Sustentabilidade.	Percentual	1.2 Conhecimento sobre as relações entre os impactos ambientais e o processo de urbanização	Percentual
Ainda sinto dificuldades em compreender os conceitos sobre sustentabilidade dentro do contexto histórico.	0,00%	Ainda sinto dificuldades em compreender os conceitos sobre as relações entre os impactos ambientais e o processo de urbanização das cidades.	1,09%
Entendi parcialmente os conceitos de sustentabilidade e percebo que preciso mais leitura.	4,30%	Entendi parcialmente os conceitos para estabelecer a relação entre os impactos ambientais urbanísticos das cidades.	9,78%
Compreendi quase todos os principais conceitos sobre sustentabilidade dentro de seu contexto histórico e me sinto motivado a estudar mais sobre o tema.	49,46%	Compreendi quase todos os conceitos sobre sustentabilidade dentro de seu contexto histórico e a sua relação dos impactos ambientais com o processo de urbanização.	38,04%
Compreendi todos os conceitos sobre sustentabilidade dentro de seu contexto histórico. Estou desejosa(o) de aplicar na minha vida como cidadão e profissionalmente.	46,24%	Compreendi todos os conceitos sobre sustentabilidade dentro de seu contexto histórico e a relação dos impactos ambientais com o processo de urbanização.	51,09%

1.3 Capacidade de identificação os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável propostos pela ONU	Percentual	1.4 Espírito crítico e questionador sobre Sustentabilidade aplicada	Percentual
Sou capaz de explicar os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável propostos pela ONU, mas tenho dificuldade de identificar uma atividade sustentável.	6,52%	Desenvolvi pouco meu espírito crítico e questionador sobre o modelo de desenvolvimento vigente e meu papel como profissional e cidadão.	6,52%
Sou capaz de identificar em um processo atividades sustentáveis, mas tenho dificuldade em aplicar os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável propostos pela ONU.	6,52%	Desenvolvi parcialmente meu espírito crítico por meio da reflexão e dos textos, mas pouco aprendi a questionar sobre o modelo de desenvolvimento vigente e meu papel como profissional e cidadão.	22,83%
Estou apto a aplicar os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável propostos pela ONU em diferentes processos na área em que atuo profissionalmente ou como cidadão.	52,17%	Desenvolvi bem meu espírito crítico por meio da reflexão e dos textos, mas pouco aprendi sobre como questionar o modelo de desenvolvimento vigente e meu papel como profissional e cidadão.	10,87%
		Desenvolvi tanto meu espírito crítico por meio da reflexão e dos textos quanto aprendi a questionar sobre o modelo de desenvolvimento vigente e meu papel como profissional e cidadão.	59,78%

### AUTOAVALIAÇÃO DE APRENDIZAGEM - MÓDULO 02: *Sustentabilidade Aplicada à Construção Civil*

2.1 Sustentabilidade aplicada à Construção Civil	Percentual	2.2 Os modelos construtivos vigentes, sob o ponto de vista dos impactos ambientais envolvidos.	Percentual
Ainda sinto dificuldades para compreender os Impactos Ambientais relacionados ao setor da Construção Civil	0,00%	Ainda sinto dificuldades de criar questionamentos sobre os modelos construtivos vigentes, sob o ponto de vista dos impactos ambientais envolvidos.	0,00%
Sou parcialmente capaz de compreender os Impactos ambientais do setor da Construção Civil para se alcançar os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável.	14,61%	Sou parcialmente capaz de criar questionamentos sobre os modelos construtivos vigentes, sob o ponto de vista dos impactos ambientais envolvidos. Sinto que tenho que ler mais sobre o assunto.	17,98%
Reconheço e busco reduzir os impactos do setor da Construção Civil para se atingir os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável.	44,94%	Sou capaz de questionar alguns aspectos dos modelos construtivos vigentes, sob o ponto de vista dos impactos ambientais envolvidos e já tenho leitura razoável sobre o assunto.	20,21%
Reconheço sempre os impactos do setor da Construção Civil e atuo para reduzir o impacto ambiental do setor e alcançar os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável.	40,45%	Reconheço que sou capaz de compreender as abordagens dos 3R's e também de questionar os modelos construtivos vigentes sobre o ponto de vista da redução do consumo de recursos e energia e da geração de resíduos, para se reduzir o impacto ambiental do setor e alcançar os objetivos do Desenvolvimento Sustentável. Além disso, tenho leitura suficiente sobre o assunto.	52,81%

### AUTOAVALIAÇÃO DE APRENDIZAGEM - MÓDULO 03: *Estratégias para Projetos +Sustentáveis*

3.1 Conhecer técnicas e estratégias para projetos +sustentáveis	Percentual	3.2 Sustentabilidade aplicada ao exercício profissional	Percentual
Ainda sinto dificuldades para entender quais as técnicas e estratégias para projetos mais sustentáveis	5,56%	Ainda sinto dificuldades para EXPLORAR algumas das estratégias aqui apresentadas visando aplicá-la ao meu exercício profissional.	5,56%
Compreendi parcialmente as técnicas aplicadas a projetos mais sustentáveis, mas ainda tenho dificuldade em mensurar o poder de mitigação dos impactos ambientais causados pelo setor.	12,50%	Compreendi parcialmente o tema e consigo EXPLORAR 50% das estratégias aqui apresentadas visando aplicá-la ao meu exercício profissional.	11,11%
Compreendi bem as estratégias e suas categorias, mas tenho dificuldades em compreender o poder de mitigação dos impactos ambientais dos materiais e técnicas utilizados, mas este aprendizado ainda não se converteu em mudança de atitude em relação ao meu exercício profissional.	11,11%	Compreendi bem como EXPLORAR algumas das estratégias, mas tenho dificuldades de aplicá-la ao meu exercício profissional.	10,44%
Compreendi bem as estratégias e suas categorias, consigo compreender o poder de mitigação dos impactos ambientais dos materiais e técnicas utilizados e também elencar as pequenas mudanças que poderei fazer em meu exercício profissional para se atingir os desafios do desenvolvimento sustentável	70,83%	Compreendi bem como EXPLORAR as estratégias aqui apresentadas e já visualizo aplicá-las ao meu exercício profissional.	63,89%

## APÊNDICE I – ESPELHO DO INSTRUMENTO DE PESQUISA PARA VALIDAÇÃO DO MOOC 02 (AVALIAÇÃO PELOS ESPECIALISTAS)

### 1. Criatividade e clareza na proposta

#### 1.1. Proposta criativa que se diferencia das propostas de educação mais tradicionais

Carece de criatividade em relação à proposta e desenvolvimento do projeto de curso, propondo um projeto dentro do padrão educacional.	A ideia do projeto de curso é levantada de forma criativa, mas não em relação ao desenvolvimento.	A ideia do projeto de curso é criativa e agrega valor à forma tradicional de criar e desenvolver cursos extensionistas.	Toda a abordagem do projeto de curso é criativa porque trabalha com novas ideias não utilizadas anteriormente, trazendo inovação para educação extensionista.
---	---	---	---

Espaço para comentários

### 2. Inovação, Contribuição Social e Desenvolvimento Sustentável

#### 2.1 Alinhamento aos indicadores dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável - ODS 4 - Educação de Qualidade

O projeto de curso não contribui para a inovação, contribuição social e ODS.	O projeto de curso apresenta inovação, mas contribui insuficientemente para o atingimento dos ODS da ONU.	O projeto de curso apresenta inovação e se alinha aos indicadores contantes no ODS 4 - Educação de Qualidade - da ONU.	O projeto de curso é inovador, contribui para transformação social, e vai além ao alinhar-se a outros ODS da ONU além do ODS 4 - Educação de Qualidade, tais como os ODS 9, 11 e 17.
--	---	--	--

Espaço para comentários

### 3. Qualidade Metodológica

#### 3.1 A escolha da metodologia é justificada e consistente com o projeto

Faz uso de poucos recursos educacionais, que não se apoiam nas tecnologias de informação e comunicação (TIC)	O recursos educacionais e TIC utilizadas não agregam valor ao curso.	Faz uso de recursos e TIC, mas o resultado não é coeso, sem que configure uma trilha de aprendizagem.	Os recursos educacionais se relacionam de forma coesa com as tecnologias de informação e comunicação, e como resultado fomentam a internalização do conhecimento pela aprendizagem significativa.
--	--	---	---

#### 3.2 Estimulo à autoaprendizagem

A organização das informações e uso de recursos é confusa e dificulta a autonomia do participante no processo de aprendizagem.	As informações são estruturadas de forma coesa e articulada em parte dos módulos, necessitando de ajustes para possibilitar a completa autonomia do participante.	Os recursos educacionais e a maneira com a qual o conteúdo é organizado na plataforma facilitam a autonomia na compreensão e internalização do conteúdo, contribuindo ao processo de autoaprendizagem.	Os recursos educacionais e a maneira com a qual o conteúdo é organizado na plataforma facilitam a autonomia na compreensão e internalização do conteúdo, Desde o primeiro módulo o participante é estimulado a ser o protagonista no processo de aprendizagem.
--	---	--	--

#### 3.3 Estimulo à motivação

A organização, formato e conteúdo veiculado não despertam no participante a curiosidade e autodisciplina necessária para que a motivação intrínseca se mantenha ao longo do curso.	A temática do curso é de grande relevância e atratividade, mas a organização do conteúdo e formato do curso é pouco estimulante.	A organização e formato expõe o conteúdo de forma atrativa e significativa, mas o conteúdo veiculado é massante e/ou de baixa aplicabilidade, exigindo mais energia do participante para manter a motivação.	Tanto tema quanto organização e formato de distribuição do curso trabalham de forma sinérgica, mantendo a motivação do participante ao longo dos módulos.
--	--	--	---

Espaço para comentários

#### 4. Coerência da proposta

##### 4.1 Coerência entre competências (objetivos), conteúdo e avaliação.

Não há coerência entre competências, conteúdo e avaliação.	Há falta significativa de coerência entre algumas das competências propostas, conteúdo e /ou avaliação.	Há coerência em grande parte das competências, conteúdo e avaliação, mas isso não é completo, precisa ser melhorado.	Existe uma coerência completa entre competências, conteúdo e avaliação.
--	---	--	---

Espaço para comentários

#### 5. Aspectos formais

##### 5.1 O projeto atende aos critérios de cursos abertos e educação extensionista

O projeto de curso não se alinha aos princípios da educação aberta (democratização e disseminação do conhecimento), e tem pouca ou nenhuma relevância em termos de mobilidade e transformação social.	O projeto atende a alguns princípios da educação aberta e da educação extensionista.	O projeto contribui para a democratização e disseminação do conhecimento científico, mas não estimula competências operacionais e atitudinais.	O projeto de curso contribui para a transformação e mobilidade social por meio da democratização e a disseminação do conhecimento, desenvolvendo no participante autoaprendizagem, competências cognitivas (conhecer), operacionais (fazer) e atitudinais (ser).
---	--	--	--

##### 5.2 Uso de bibliografia e referências a autores

Ausência de referências bibliográficas ou citações de autores nos módulos do curso.	Referências bibliográficas de pouca relevância e coerência com o tema proposto.	Referências bibliográficas coerentes com o conteúdo proposto.	Referências bibliográficas coerentes com o conteúdo proposto, com seleção de autores com pesquisa relevante em relação ao tema.
---	---	---	---

Espaço para comentários