

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
MESTRADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

ALANA CORSI

**PROPOSTA DE UM MODELO TEÓRICO DE TRANSFERÊNCIA DE
TECNOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DE
*SMART CITIES***

DISSERTAÇÃO

PONTA GROSSA

2020

ALANA CORSI

**PROPOSTA DE UM MODELO TEÓRICO DE TRANSFERÊNCIA DE
TECNOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DE
*SMART CITIES***

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Área de concentração: Gestão Industrial.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Regina Negri Pagani

PONTA GROSSA

2020

Ficha catalográfica elaborada pelo Departamento de Biblioteca
da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Ponta Grossa
n.13/20

C826 Corsi, Alana

Proposta de um modelo teórico de transferência de tecnologia para o desenvolvimento sustentável de *Smart Cities*. / Alana Corsi, 2020.
169 f.; il. 30 cm.

Orientadora: Profa. Dra. Regina Negri Pagani

Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2020.

1. Transferência de tecnologia. 2. Desenvolvimento sustentável. 3. Cidades e vilas - Inovações tecnológicas. 4. Planejamento urbano - Inovações tecnológicas. I. Pagani, Regina Negri. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. III. Título.

CDD 670.42



Ministério da Educação
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
Câmpus Ponta Grossa
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção



FOLHA DE APROVAÇÃO

Título da Dissertação Nº 351

PROPOSTA DE UM MODELO TEÓRICO DE TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DE *SMART CITIES*

por

Alana Corsi

Esta dissertação foi apresentada às 10 horas de 28 de fevereiro de 2020, como requisito parcial para a obtenção do título de MESTRE EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, com área de concentração em Gestão Industrial, linha de pesquisa em Gestão Do Conhecimento e Inovação, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. O(a) candidato(a) foi arguido(a) pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo citados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Luiz Fernando de Souza (UEPG)

Prof. Dr. Antonio Carlos de Francisco (UTFPR)

Prof. Dr. João Luiz Kovaleski (UTFPR)

Profa. Dra. Daiane Maria de Genaro Chirolí (UTFPR)



Prof. Dr. Regina Negri Pagani (UTFPR)
Orientador(a) e presidente da banca

Prof. Dr. Cassiano Moro Piekarski
Coordenadora do PPGEP
UTFPR – Câmpus Ponta Grossa

- A Folha de Aprovação assinada encontra-se na secretaria do Programa -

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pelo dom da vida, por me permitir chegar até aqui.

Agradeço à minha família, por sempre me apoiar. Em especial à minha mãe, Angela Maria Janunzzi, por acreditar em mim, apoiar e não medir esforços para que eu atingisse meus objetivos.

Agradeço também meu namorado, Alec Moro, por me dar confiança, consolo e força, sempre que necessário. Por toda a parceria, tornando a caminhada muito mais leve.

Agradeço aos amigos e ao grupo de pesquisa, que caminharam comigo e tornaram toda a trajetória mais fácil.

Agradeço imensamente à minha orientadora, Regina Negri Pagani, pela paciência ao me guiar durante todo o trajeto, por me ensinar, não só sobre a carreira acadêmica, mas também sobre a vida, tornando-se um exemplo de profissional e uma querida amiga.

Agradeço aos professores da banca examinadora pela disponibilidade e pelas valiosas sugestões.

Por fim, agradeço a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) por tornar possível a realização dessa dissertação.

RESUMO

CORSI, Alana. **Proposta de um modelo teórico de transferência de tecnologia para o desenvolvimento sustentável de *Smart Cities***. 2020. 169 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2020.

Diante de problemas oriundos da acelerada urbanização, do crescimento populacional e do atual padrão de consumo, que ocasiona o esgotamento de recursos, mudança climática, e impactos sociais, econômicos e ambientais, surgem pressões para que sejam criadas estratégias para minimizá-los ou mitigá-los. Diante disto, o desenvolvimento sustentável e seus mecanismos passam a ser amplamente abordados. A ação em vigência para promoção da sustentabilidade são os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) que propõem meios para sua implementação. Dentre eles está a Transferência de Tecnologia. Como estratégia para tratar os problemas oriundos das cidades e da urbanização crescente, surge o modelo de cidades inteligentes, as denominadas *Smart Cities*, que apresentam foco em soluções tecnológicas para os serviços essenciais das cidades. Embora estejam no cerne de diversos problemas para a sustentabilidade, alguns estudos não as relacionam às questões sustentáveis, tornando-as um modelo de cidades alheias aos problemas atuais. Portanto, surge a necessidade de alinhar tanto o processo de Transferência de Tecnologia quanto o modelo das *Smart Cities* para atingir os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. Dessa forma, o objetivo deste estudo é propor um modelo teórico de Transferência de Tecnologia para o desenvolvimento sustentável de *Smart Cities*. Para isso, foi realizada uma revisão sistemática de literatura em três bases de dados bibliográficos. A partir da revisão e análise de conteúdo o modelo teórico foi construído, baseando-se em quatro fases: Planejar; Viabilizar; Implementar e Acompanhar, e compondo 12 etapas cíclicas. A partir da utilização do modelo é esperado um processo de transferência mais efetivo, visto que o modelo antecipa as possíveis barreiras mencionadas na literatura, formulando estratégias para superá-las, com vistas nas oportunidades mencionadas, a fim de obter maior assertividade na seleção da tecnologia, negociação, planejamento financeiro e implementação. O trabalho limitou-se pela não aplicação do modelo proposto. A contribuição é a geração de conhecimentos e informações para entidades interessados em processos de Transferência de Tecnologia. Sugere-se para trabalhos futuros a aplicação do modelo no contexto de uma *Smart City*, a fim de verificar sua efetividade.

Palavras-chave: Modelo de transferência de tecnologia. Desenvolvimento sustentável. Objetivos do desenvolvimento sustentável. *Smart Cities*. Revisão sistemática de literatura.

ABSTRACT

CORSI, Alana. **Proposal for a theoretical model of technology transfer for the sustainable development of Smart Cities**. 2020. 169 p. Thesis (Master's Degree in Production Engineering) - Federal University of Technology – Paraná, Ponta Grossa, 2020.

Faced with problems arising from rapid urbanization, population growth, and the current pattern of consumption, which causes resource depletion, climate change, and social, economic, and environmental impacts, there is pressure to devise strategies to minimize or mitigate them. Given this, sustainable development and its mechanisms are now widely addressed. The current action to promote sustainability is the 17 Sustainable Development Goals (SDGs) that propose means for its implementation. Among them is Technology Transfer. As a strategy to address the problems arising from cities and growing urbanization, the Smart Cities model, called Smart Cities, emerges, which focus on technological solutions for the essential services of cities. Although they are at the heart of several sustainability issues, some studies do not relate them to sustainable issues, making them a model of cities unaware of current problems. Therefore, there is a need to align both the Technology Transfer process and the Smart Cities model to achieve the Sustainable Development Goals. Thus, the objective of this study is to propose a theoretical Technology Transfer model for the sustainable development of Smart Cities. For this, a systematic literature review was performed in three bibliographic databases. From the review and content analysis the theoretical model was built, based on four phases: Planning; Make it feasible; Implement and Accompany, and composing 12 cyclic steps. From the use of the model, a more effective transfer process is expected, since the model anticipates the possible barriers mentioned in the literature, formulating strategies to overcome them, with a view to the mentioned opportunities, in order to obtain greater assertiveness in technology selection, negotiation, financial planning and implementation. The work was limited by not applying the proposed model. The contribution is the generation of knowledge and information for entities interested in Technology Transfer processes. It is suggested for future work to apply the model in the context of a *Smart City*, in order to verify its effectiveness.

Keywords: Technology transfer model. Sustainable development. Sustainable development goals. Smart Cities. Systematic literature review.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Resultado da pesquisa dos temas e suas combinações nas bases de dados	15
Figura 2: Modelo Contingent Effectiveness Model of Technology Transfer revisado.....	25
Figura 3: Modelo genérico de Transferência de Tecnologia (KTTGM).....	26
Figura 4: Objetivos das <i>Smart Cities</i>	43
Figura 5: Resumo dos procedimentos da pesquisa	48
Figura 6: Procedimentos para construção do portfólio de artigos científico	50
Figura 7: Distribuição dos impactos no tripé da sustentabilidade.....	81
Figura 8: Macroprocesso de transferência e os resultados esperados	107
Figura 9: Resultados da transferência e implementação de tecnologias nos domínios Smart para os ODS.....	109
Figura 10: Modelo teórico de Transferência de Tecnologia para o Desenvolvimento Sustentável de <i>Smart Cities</i>	110

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Definições de Transferência de Tecnologia	18
Quadro 2: Definições de tecnologia	19
Quadro 3: Mecanismos mercantis e não mercantis	28
Quadro 4: Ações para promoção do Desenvolvimento Sustentável	33
Quadro 5: Objetivos do Desenvolvimento Sustentável	35
Quadro 6: Definições de <i>Smart City</i>	41
Quadro 7: Procedimentos metodológicos da pesquisa	54
Quadro 8: Tecnologias	63
Quadro 9: Fluxos das transferências	65
Quadro 10: Mecanismos para transferência de tecnologia	68
Quadro 11: Barreiras ao processo de transferência	73
Quadro 12: Oportunidades ao processo de transferência	77
Quadro 13: Impactos para um dos eixos do TBL	156
Quadro 14: Impactos para dois dos eixos do TBL	157
Quadro 15: Impactos para o tripé da sustentabilidade	159
Quadro 16: Impactos Econômicos	82
Quadro 17: Impactos Ambientais	84
Quadro 18: Impactos Sociais	85
Quadro 19: Definições e requisitos das <i>Smart Cities</i> sustentáveis	88
Quadro 20: Tecnologias das <i>Smart Cities</i> sustentáveis	92
Quadro 21: Desafios das <i>Smart Cities</i> sustentáveis	99
Quadro 22: Impactos das <i>Smart Cities</i> para o tripé da sustentabilidade	164
Quadro 23: Resumo dos benefícios para o tripé da sustentabilidade gerados por tecnologias e projetos <i>Smart</i>	101
Quadro 24: Fornecedores e receptores da tecnologia	108
Quadro 25: Critérios e perguntas para avaliação da tecnologia	115
Quadro 26: Principais resultados da análise de conteúdos	126

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Provedores e Receptores da tecnologia	21
Tabela 2: Resultados das buscas nas bases de dados	51
Tabela 3: Procedimentos de filtragem.....	52
Tabela 4: Exclusão de artigos pós ordenação.....	53
Tabela 5: Portfólio de artigos ordenados resultantes da combinação 1	153
Tabela 6: Portfólio de artigos ordenados resultantes da combinação 2	153
Tabela 7: Portfólio de artigos ordenados resultantes da combinação 3	155
Tabela 8: Portfólio de artigos ordenados resultantes da combinação 7	155

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA	14
1.2 OBJETIVOS	15
1.2.1 Objetivo Geral	15
1.2.2 Objetivos Específicos	15
1.3 JUSTIFICATIVA	16
1.4 RELAÇÃO COM A ENGENHARIA DE PRODUÇÃO	18
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO	18
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
2.1 TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA	19
2.1.1 Modelos de Transferência de Tecnologia	24
2.2 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	30
2.2.1 Cidades Sustentáveis	37
2.3 <i>SMART CITIES</i>	40
2.3.1 Requisitos para uma <i>Smart City</i>	46
3 MATERIAIS E MÉTODOS	48
3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	48
3.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA	48
3.2.1 Construção do Portfólio de Artigos Científicos e do Modelo Teórico	50
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	59
4.1 TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	59
4.1.1 Tecnologias Transferidas com Objetivo Sustentável	60
4.1.2 Fluxos da Transferência de Tecnologia Orientada para o Desenvolvimento Sustentável	65
4.1.3 Mecanismos para Promover a Transferência de Tecnologia	68
4.1.4 Barreiras e Oportunidades no Processo de Transferência	70
4.1.5 Resultados do Processo de Transferência para o Tripé da Sustentabilidade ..	81
4.2 TECNOLOGIAS E AS <i>SMART CITIES</i> SUSTENTÁVEIS	87
4.2.1 Definições, Requisitos e Domínios das <i>Smart Cities</i> Sustentáveis	88
4.2.2 Tecnologias e suas Aplicações nas <i>Smart Cities</i> Sustentáveis	92
4.2.3 Desafios dos Modelos de <i>Smart Cities</i> Sustentáveis	98
4.2.4 Impactos das <i>Smart Cities</i> para o Tripé da Sustentabilidade	100

4.3 TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA EM <i>SMART CITIES</i> SUSTENTÁVEIS .	103
5 MODELO TEÓRICO DE TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DAS <i>SMART CITIES</i>	107
6 CONCLUSÕES	125
REFERÊNCIAS.....	130
APÊNDICE A - Portfólio de artigos ordenados	152
APÊNDICE B – Impactos para o Tripé da Sustentabilidade	158
APÊNDICE C - Impactos das <i>Smart Cities</i> para o Tripé da Sustentabilidade ..	164

1 INTRODUÇÃO

Com a industrialização e a globalização as aglomerações urbanas começaram a se expandir, formando mais cidades, e cada vez mais populosas (BAYULKEN; HUISINGH, 2015). Estima-se que até 2050 cerca de 70% da população global residirá os centros urbanos (UN, 2018), e que as cidades representem 1% da massa terrestre, acarretando um consumo de 75% dos recursos globais (MADLENER; SUNAK, 2011; COHEN; MUÑOZ, 2016).

Aliado a esse cenário, o atual padrão de consumo e o crescimento populacional geram problemas nos centros urbanos relacionados à infraestrutura, esgotamento de recursos, sociais, mudança climática, serviços essenciais como transporte, saneamento, segurança e outros, que se tornam insuficientes e ineficientes (UNESCO, 2011; LI *et al.*, 2019). Assim, surgem pressões por parte da população, de Organizações Não Governamentais, de governos e da Organização das Nações Unidas (ONU) para que sejam criadas estratégias que visem mitigar ou minimizar os impactos gerados por estes problemas. A partir disso, o termo desenvolvimento sustentável emergiu como uma forma de promover práticas sustentáveis.

A ONU, desde sua criação em 1945, vem propondo ações para propagar o desenvolvimento sustentável. A definição de desenvolvimento sustentável mais replicada é a proposta no Relatório de Brundtland, em 1987, denominado “*Our Common Future*”, na Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (WCED, 1987), sendo o desenvolvimento que procura satisfazer as necessidades das gerações atuais, sem interferir e comprometer a capacidade das gerações futuras de o fazer.

Dentre as ações para promoção do desenvolvimento sustentável, estão os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), com uma agenda de medidas para 2030 criada em Assembleia Geral, denominada “*The 2030 Agenda for Sustainable Development*” (UN, 2015). Essa agenda baseia-se em 17 objetivos que englobam diversas áreas, com ações que visam gerar benefícios para as três dimensões sustentáveis: Econômica, Ambiental e social.

Dentre os objetivos, há um específico para promover sustentabilidade as cidades e comunidades, o ODS 11. Este ODS tem como objetivo promover ações

para tornar as cidades mais resilientes e sustentáveis, com transporte seguro, urbanização inclusiva, reduzir o número de pessoas afetadas por catástrofes, reduzir impactos ambientais, melhorar a eficiência de recursos, mitigar as mudanças climáticas, implementar gerenciamento de riscos e outras (UN, 2015).

Além do ODS 11, com foco na sustentabilidade das cidades, existem outros regulamentos com o mesmo objetivo. A norma internacional ISO 37120:2014 “*Sustainable development of communities – Indicators for city and quality of life*”, visa promover a sustentabilidade das cidades e medir esse desempenho por meio de indicadores (ISO, 2014). Também, existe a adaptação dessa norma para o contexto das cidades brasileiras, NBR ISO 37120:2017, sendo a primeira norma no Brasil que objetiva promover sustentabilidade para as cidades, apresentando para isso uma série de indicadores que mensuram o desempenho de serviços urbanos, bem como a qualidade de vida dos cidadãos (ABNT, 2017).

Assim como as normas se utilizam de indicadores para mensurar sua eficiência quanto aos seus objetivos, os ODS também apresentam uma série de instrumentos para atingir suas metas. Um dos instrumentos mencionados é a Transferência de Tecnologia, sendo um meio de implementação dos objetivos (UN, 2015), mencionado especificamente no ODS 17, com foco em tecnologias.

A Transferência de Tecnologia é um processo no qual ocorre a transferência de bem tangível e/ou intangível, de uma entidade para outra, orientada por objetivos, promovendo desenvolvimento tecnológico (WINEBRAKE, 1992; ISMAIL; HAMZAH; BEBENROTH, 2018). Entretanto, ao ser utilizada como instrumento dos ODS, o fluxo da transferência, bem como as tecnologias que serão transferidas, devem estar alinhadas e orientadas à um objetivo comum, o do desenvolvimento sustentável.

Sendo assim, devido ao padrão de consumo insustentável, da necessidade do surgimento de estratégias para tratar os problemas resultantes das cidades, e da necessidade de promover o desenvolvimento tecnológico de forma sustentável, surgem as cidades inteligentes, denominadas *Smart Cities*. Essa configuração de cidades surgiu com o intuito de melhorar a gestão das cidades, considerando a população e os parâmetros de qualidade de vida (ADAPA, 2018).

As *Smart Cities* objetivam gerar soluções tecnológicas para melhorar a qualidade de vida dos cidadãos, compreendendo os conceitos da sustentabilidade (MARSAL-LLACUNA; COLOMER-LLINÀS; MELÉNDEZ-FRIGOLA, 2015). Embora

seja uma configuração de cidades do futuro, há autores que não as relacionem ao desenvolvimento sustentável (AHVENNIEMI *et al.*, 2017; PAGANI *et al.*, 2019), tornando-as modelos alheios aos problemas que emergiram devido à urbanização e práticas insustentáveis dos centros urbanos. Dessa forma, verifica-se a necessidade de alinhar os objetivos das *Smart Cities* com o desenvolvimento sustentável, tendo a Transferência de Tecnologia como uma ferramenta para atingir tanto os objetivos de desenvolvimento tecnológico e qualidade de vida das *Smart Cities* quanto promover a sustentabilidade, auxiliando no cumprimento dos 17 ODS.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Aglomerações urbanas são essenciais e crescentes em volume demográfico e geográfico. Diante do atual cenário econômico; dos padrões de consumo; e da crescente urbanização, problemas como esgotamento de recursos; mudanças climáticas; de contingente social e econômicos passam a afetar a população e o mundo. Com isso, emergem pressões por parte de governos; ONU e até mesmo da população, para o desenvolvimento de estratégias que visem minimizá-los ou mitigá-los.

A Transferência de Tecnologia auxilia no desenvolvimento tecnológico de países, indústrias e entidades governamentais. Conforme disposto pelo Objetivo do Desenvolvimento Sustentável 17, é necessário “promover o desenvolvimento, a transferência, a disseminação e a difusão de tecnologias ambientalmente corretas”, e essa transferência deve auxiliar os países em desenvolvimento e menos favorecidos, condição também mencionada em outros ODS (ODS 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 13 e 14) (UN, 2015). Assim, a Transferência de Tecnologia é um meio de implementação da sustentabilidade e deve ocorrer com o intuito de desenvolver os países em desenvolvimento. Entretanto, é necessário que os modelos de Transferência de Tecnologia englobem também a transferência entre cidades de um mesmo país, haja visto que existem disparidades, de ordem econômica, ambiental, de infraestrutura, tecnológica e social.

O processo de Transferência de Tecnologia para promoção do desenvolvimento sustentável nas cidades promove benefícios para o tripé da sustentabilidade e desenvolvimento tecnológico, resultando em serviços essenciais

mais eficientes aos cidadãos. Sendo assim, a Transferência de Tecnologias sustentáveis pode ser uma ferramenta tanto para atingir os ODS, mas também para auxiliar no desenvolvimento das *Smart Cities* sustentáveis.

Embora os temas Transferência de Tecnologia, *Smart Cities* e Desenvolvimento Sustentável se relacionem e abundem na literatura, podendo ser alinhados para atingir um objetivo em comum, verificou-se que não existe um modelo que os integre. Assim, o presente trabalho pretende responder a seguinte pergunta: **Como estruturar um modelo de Transferência de Tecnologia orientado para o desenvolvimento sustentável das *Smart Cities*?**

1.2 OBJETIVOS

A partir do contexto abordado e da problematização apresentada, erigem-se os objetivos desta pesquisa.

1.2.1 Objetivo Geral

Propor um modelo teórico de Transferência de Tecnologia orientado para o desenvolvimento sustentável de *Smart Cities*.

1.2.2 Objetivos Específicos

OE1) Fazer um levantamento dos aspectos referentes aos processos de Transferência de Tecnologia orientados para o desenvolvimento sustentável;

OE2) Caracterizar as tecnologias, requisitos e as estruturas, de forma generalizada, que compõem e movem as *Smart Cities* com foco na sustentabilidade;

OE3) Pesquisar as relações entre a Transferência de Tecnologia e as *Smart Cities*, com suas barreiras, oportunidades e benefícios para o tripé da sustentabilidade;

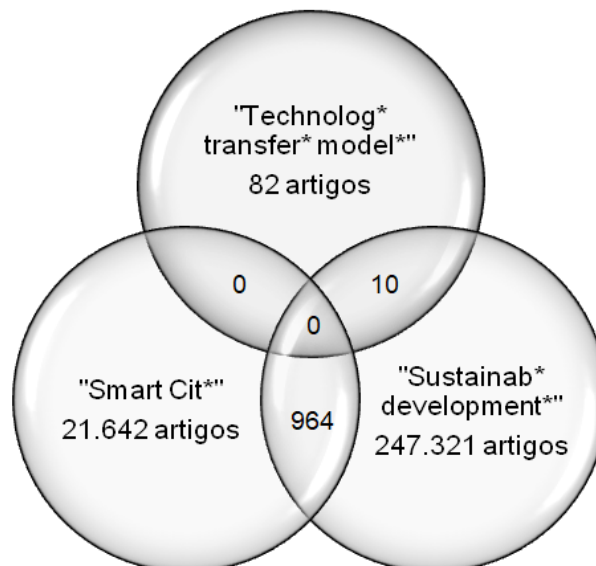
OE4) Correlacionar a Transferência de Tecnologia para o desenvolvimento sustentável das *Smart Cities*, em uma estrutura única.

1.3 JUSTIFICATIVA

Este trabalho justifica-se por sua contribuição em três grandes áreas: (i) acadêmica; (ii) social, e (iii) governamental.

(i) A Transferência de Tecnologia, que é uma das ferramentas citadas pelos ODS, que objetiva promover o desenvolvimento tecnológico entre as entidades participantes, sendo uma ferramenta a ser explorada também pelas *Smart Cities*. Entretanto, não foi verificado na literatura um modelo que correlacione a Transferência de Tecnologia, o Desenvolvimento Sustentável e as *Smart Cities*. Dessa forma, o trabalho contribui com a área acadêmica ao introduzir um modelo que preencha essa lacuna, relacionando a Transferência de Tecnologia para o desenvolvimento sustentável das cidades do futuro, denominadas de *Smart Cities*, não explorado anteriormente, conforme Figura 1. Esse modelo não somente irá resultar em novos conhecimentos, mas também auxiliar em futuras pesquisas e processos de transferência entre cidades.

Figura 1: Resultado da pesquisa dos temas e suas combinações nas bases de dados



Fonte: Elaborado pela autora (2020), a partir das bases de dados *Science Direct*, *Scopus* e *Web of Science*

(ii) Visto que é estimado que até 2050 mais de 65% da população estará residindo nas cidades (UN, 2018), e consumindo 75% dos recursos globais

(MADLENER; SUNAK, 2011), o trabalho justifica-se no âmbito social, já que objetiva a construção de um modelo teórico que busca auxiliar no desenvolvimento tecnológico e sustentável das cidades, dando suporte a Transferência de Tecnologia, melhorando assim a eficiência dos serviços prestados aos cidadãos, e a consequente melhora na qualidade de vida dos cidadãos.

(iii) Por fim, o trabalho justifica-se na área governamental, pois o modelo pode contribuir auxiliando em futuros processos de transferência entre cidades, promovendo desenvolvimento tecnológico e sustentável às atividades essenciais, como saneamento, distribuição de energia, esgoto, transporte, gestão de resíduos e outros, que são serviços públicos, ou seja, de responsabilidade dos órgãos governamentais das cidades, desde a lei Nº 7.783, sancionada em 1989 (BRASIL, 1989).

Ademais, o trabalho visa apoiar normas e outros regulamentos relacionados ao desenvolvimento sustentável das cidades, como os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) elaborado pela ONU, em 2015, como um plano de ações global para direcionar as pessoas, países e nações para o caminho sustentável e resiliente, equilibrando as dimensões social, econômica e ambiental, com ações para até 2030.

Além dos ODS, o trabalho também apoia a ISO 37120:2014, revisada em 2018, originando a ISO 37120:2018 (ISO, 2014; 2018), que tem como objetivo o desenvolvimento sustentável de qualquer cidade, utilizando-se para isso indicadores para os serviços municipais e qualidade de vida (MACHADO JUNIOR *et al.*, 2018). E, por fim, a primeira norma técnica do Brasil para cidades sustentáveis, a ABNT NBR ISO 37120:2017, sendo a adaptação da ISO 37120:2014 ao contexto das cidades brasileiras (ABNT, 2017).

As normas, regulamentações e iniciativas como a ISO e os ODS, voltadas para o desenvolvimento sustentável das cidades, demonstram que há demandas de criar estratégias específicas para lidar com os problemas de infraestrutura, sociais, ambientais, tecnológicos e econômicos das mesmas.

1.4 RELAÇÃO COM A ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

O trabalho se insere na área de Engenharia de Produção de acordo com a divisão em áreas propostas pela Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO, 2008) relacionando-se com a grande área Engenharia da Sustentabilidade, focando na subárea de desenvolvimento sustentável. O trabalho visa promover a sustentabilidade em *Smart Cities*, utilizando para isso a estratégia de Transferência de Tecnologia, tema principal do Grupo de Pesquisa ao qual a pesquisadora está vinculada.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está estruturado em seis seções. Primeiramente, a pesquisa é contextualizada, o problema de pesquisa, os objetivos e a justificativa são apresentados.

Na segunda seção, a referencial teórico é descrito, que trata das abordagens conceituais de Transferência de Tecnologia, Desenvolvimento Sustentável e *Smart Cities*.

Na terceira seção encontram-se os procedimentos metodológicos da pesquisa, delineando a construção do portfólio de artigos que foram utilizados para a coleta de dados e a posterior análise dos conteúdos.

Na quarta seção são apresentados os resultados e discussões da coleta e análise dos dados.

Na quinta seção, a partir da análise de conteúdos realizadas na seção anterior, foi construído o modelo de Transferência de Tecnologia para promoção do desenvolvimento sustentável de *Smart Cities*.

Por fim, na sexta seção são apresentadas as considerações finais acerca do trabalho.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Vê-se que os temas Transferência de Tecnologia, Desenvolvimento Sustentável e *Smart Cities* podem ser relacionados a fim de atingir tanto desenvolvimento tecnológico, quanto desenvolvimento sustentável. Embora exista essa relação, não existe um estudo que os correlacione. Assim, na subseção a seguir são apresentadas as discussões conceituais e as abordagens teóricas sobre Transferência de Tecnologia, Desenvolvimento Sustentável e *Smart Cities*, permitindo, posteriormente, as análises de conteúdos e a construção de uma estrutura única relacionando os três temas.

2.1 TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA

A terminologia Transferência de Tecnologia surgiu nos Estados Unidos, a partir de incentivos provenientes do governo federal, na década de 40 (SALAHALDEEN, 1995). Compreendida como um processo de disseminação ou retenção de tecnologias, conhecimento aplicável e/ou resultado de sua implementação, gerando produtos ou outros elementos, entre os envolvidos, que podem ser indústrias, indivíduos, instituições ou entidades (SILVA; KOVALESKI; PAGANI, 2018). Existem diferentes definições para o processo, conforme Quadro 1.

Quadro 1: Definições de Transferência de Tecnologia

AUTORES	DEFINIÇÃO
Winebrake (1992)	Processo no qual tecnologia, informação e/ou conhecimento, desenvolvidos em uma organização com um objetivo, é aplicado e utilizado em outra organização, por objetivo e área diferentes.
Autio e Laamanen (1995)	Processo ao qual a tecnologia é transportada de uma entidade a outra, podendo ser países, empresas ou indivíduos, orientada por objetivos, na qual o conjunto de conhecimento tecnológico pode permanecer inalterado ou aumentar através da transferência de um ou mais componentes tecnológicos.
Grosse (1996)	Caracterizada pela introdução de uma tecnologia em um mercado que não a criou.
Buratti e Penco (2001)	Processo unidirecional, que vai de um doador a um receptor, no qual a empresa receptora recebe uma tecnologia (<i>hardware</i> ou produto físico) que não a desenvolveu, por meio de contrato, patentes, licenças e outros modos.
Rogers, Takegami e Yin (2001)	Processo de movimentação de inovações tecnológicas, por meio de algum canal de comunicação, de um indivíduo ou organização, geralmente uma

AUTORES	DEFINIÇÃO
	organização de P&D, para outra, podendo ou não ser privada.
Jones e Ruffin (2008)	Pode ser a venda direta de tecnologias ou transferência dentro de uma organização multinacional. Pode ocorrer de forma ilegal, sem autorização previa.
Günzel (2015)	Fluxo da tecnologia de uma organização para outra, podendo ser entre empresas, universidades e organizações, de um país para outro.
Yoon e Han (2017)	A transferência de uma tecnologia desenvolvida por um grupo ou instituição específico, para outro grupo ou instituição, e pode referir-se à comercialização de tecnologias.
Ismail, Hamzah e Bebenroth (2018)	Processo de distribuir tecnologias de seu local de origem para mais pessoas e lugares, sendo influenciados pelas características da informação (conhecimento e tecnologia).

Fonte: Dados da pesquisa (2020)

Assim, a Transferência de Tecnologia é um processo de distribuição de tecnologia entre um fornecedor e um receptor, orientado por objetivos das partes, por meio de diferentes mecanismos, mercantis ou não mercantis.

Diante das definições da Transferência de Tecnologia, faz-se necessário definir o que compreende tecnologia neste meio. Existem diferentes formas de abordar a tecnologia, conforme apresentado no Quadro 2.

Quadro 2: Definições de tecnologia

AUTORES	DEFINIÇÃO
Lan e Young (1996)	O conhecimento para realizar e/ou produzir algo.
Kumar, Kumar e Persaud (1999); Tihanyi e Roath (2002)	Composta de dois componentes: a parte física, como os produtos, ferramentas, técnicas e processos, e a informação, como o <i>know how</i> em gestão, qualidade, produção, confiabilidade, mão de obra qualificada e áreas funcionais.
Radosevic (1999)	Pode se apresentar em forma de patentes e licenças, mas também como bem intangível, traduzido na forma de conhecimento tácito, incorporado em máquinas ou pessoas.
Bozeman (2000)	Um conhecimento científico, um dispositivo tecnológico, um processo, <i>know how</i> , e características específicas do objeto.
Buratti e Penco (2001)	Pode ser compreendida como <i>hardware</i> ou um produto físico.
Lin (2003)	É incorporada nas pessoas, materiais, processos cognitivos e físicos, <i>hardwares</i> , ferramentas. Produtos, processos e conhecimento.
Reddy e Zhao (1990); Maskus (2003)	É a informação necessária para a obtenção de um determinado produto, podendo também ser uma tecnologia específica ou então um conjunto de subprocessos.
Günzel (2015)	Integração de ferramentas ou técnicas, produtos ou processos, equipamentos ou metodologias de produção, as quais em conjunto

AUTORES	DEFINIÇÃO
	ampliam o potencial humano.
Ismail, Hamzah e Bebenroth (2018)	Ferramentas e invenções, definida como uma ideia ou inovação transformados em um produto viável.

Fonte: Dados da pesquisa (2020)

Assim como Reddy e Zhao (1990), os autores como Günsel (2015); Silva, Kovalski e Pagani (2018) e Ismail, Hamzah e Bebenroth (2018) corroboram a ideia de tecnologia como conhecimento ou informação aplicados. Em contrapartida, Radosevic (1999); Tihanyi e Roath (2002) e Lin (2003) defendem a ideia de que esses conhecimentos não são facilmente replicados ou transferidos, já que nenhuma técnica é a simples soma de etapas, informações ou entradas físicas.

Gopalakrishnan e Santoro (2004) buscaram diferenciar o conhecimento e a tecnologia, concluindo que o conhecimento é menos transferível que a tecnologia, sendo subjetivo, mais tácito, amorfo, contendo elementos de julgamento humano, tornando-o menos confiável, teórico e conceitual (ISMAIL; HAMZAH; BEBENROTH, 2018). Já a tecnologia tende a ser mais específica, tangível, e menos subjetiva, sendo mais transferível que o conhecimento (GOPALAKRISHNAN; SANTORO, 2004). Por outro lado, para Bozeman (2000), o conhecimento é inerente à tecnologia, ou seja, quando ocorre a difusão da tecnologia, o conhecimento é juntamente transferido.

Dessa forma, há autores que a definem como um bem tangível, produto ou *hardware* (BURATTI; PENCO, 2001; GOPALAKRISHNAN; SANTORO, 2004), e outros a associam a bens tangíveis e intangíveis, produto e conhecimento, *hardware* e *software* (GÜNSEL, 2015; SILVA; KOVALESKI; PAGANI, 2018; ISMAIL; HAMZAH; BEBENROTH, 2018). Neste trabalho tecnologia será compreendida como bem tangível e intangível, *hardware* e *software*, produto físico e conhecimento aplicado.

Além das diferentes abordagens quanto à tecnologia, também existem diferentes combinações de provedores e receptores desta. Pagani *et al.* (2016), a partir de uma revisão dos modelos de transferência existentes, propuseram quatro fluxos distintos, conforme Tabela 1.

Tabela 1: Provedores e Receptores da tecnologia

CATEGORIAS	PROVEDOR → RECEPTOR	
De instituição baseada no conhecimento para Instituição com fins comerciais	Universidades; laboratórios e instituições de pesquisa	Indústrias e Pequenas e Médias Empresas
De empresa de países desenvolvidos para Empresa do país anfitrião	Multinacionais	Subsidiárias, em países hospedeiros menos desenvolvidos
De empresa para empresa	Situadas no mesmo país; entre países diferentes ou internamente à empresa	Situadas no mesmo país; entre países diferentes ou internamente à empresa
Outras combinações	<ul style="list-style-type: none"> - Spin offs acadêmicos; - Universidades; - Agente de transferência genérico (instituição ou organização, agência governamental, universidade, empresa privada); - Iniciativas eletrônicas do governo (administração pública) 	<ul style="list-style-type: none"> - Empresas estabelecidas; - Estudantes; - Spin offs; - Receptor genérico (firma, agência, organização, consumidor, grupo informal); - Gestão de conhecimento (cidadãos)

Fonte: Pagani *et al.* (2016)

A partir da definição de Pagani *et al.* (2016) observa-se que as principais entidades provedoras e receptoras de tecnologias são as instituições de conhecimento, indústrias e instituições governamentais. Essa mesma relação foi inicialmente representada no Triângulo de Sábato, no qual se correlacionam os atores Governo-Empresa-Universidade para promover o desenvolvimento dos países em desenvolvimento (SÁBATO; BOTANA, 1968).

Desta forma, este trabalho define a Transferência de Tecnologia como sendo a promoção de desenvolvimento tecnológico por meio de mecanismos mercantis ou não mercantis, entre um provedor e um receptor, os quais, orientados por objetivos distintos, transferem tecnologia de um para o outro, compreendendo a tecnologia itens tangíveis e não tangíveis, sendo um produto físico e seu conhecimento aplicado.

Além das divergências quanto à tecnologia e aos fluxos de transferência, também existem diferentes pontos de vista acerca do que resulta em efetividade ao processo de transferência. Para Lan e Young (1996), a efetividade dependerá das características do país desenvolvedor e do país receptor da tecnologia, incluindo os fundos de investimento do governo, economia e políticas de tecnologia. Já Reddy e Zhao (1990) abordam os problemas de aceitação das tecnologias importadas devido à necessidade de adaptação às condições e características do país receptor, como barreiras ao processo.

Chege *et al.* (2019), corroborando Reddy e Zhao (1990), listaram elementos críticos do país ou organização receptora para o sucesso da Transferência de Tecnologia, sendo eles: Identificação e adoção de tecnologia apropriada; governo estável e sistemas políticos; gestão eficaz; objetivos claros do projeto; P&D; desenvolvimento de capacidades; educação e treinamento; e fatores estruturais (cultura organizacional e sistemas de valores). Conforme os autores, as principais barreiras influenciadoras na efetividade da Transferência de Tecnologia são: características dos países envolvidos no processo, incentivos políticos, distâncias, comunicação, características da tecnologia, e educação e treinamento.

Lin (2003) destaca que o crescimento econômico e progresso dos países desenvolvidos e em processo de desenvolvimento estão atrelados à eficiência da Transferência de Tecnologia. Também, Li-Hua (2006) concluiu que quanto maior o desenvolvimento econômico, maior a demanda por transferência de conhecimento. Por sua vez, Günsel (2015) demonstrou que há uma relação positiva entre o compartilhamento de conhecimento explícito e a efetividade da Transferência de Tecnologia. Sendo assim, o compartilhamento de conhecimentos promove efetividade ao processo de transferência, e este, por sua vez, torna-se imperativo com o desenvolvimento econômico, logo, quanto mais desenvolvido o país, maior a necessidade de transferências efetivas.

Outras versões para a efetividade da transferência foi a proposta por Osabutey e Jin (2016), que abordaram os fatores educação e incentivos políticos como atores na efetividade da Transferência de Tecnologia. Já para Lemley e Feldman (2016) e Chege *et al.* (2019), a Transferência de Tecnologia é efetiva quando resulta em comercialização da tecnologia, necessitando transferir além de patentes, as informações, *know how*, ativos complementares e outros recursos.

Visto que o processo de transferência acarreta custos, alguns autores focam nos custos envolvidos na Transferência de Tecnologia. Para Teece (1977) os custos para o processo são os relacionados à transmissão e absorção do conhecimento relevante não incorporado, ou seja, o custo do *know how* tecnológico. Já Reddy e Zhao (1990) consideram que os custos incluem o processo de transferência inicial, mas também os custos de adaptação contínua do ambiente receptor, influenciados pela distância entre as entidades, pela necessidade de comunicação, a tecnologia em si, e as características das entidades e dos países envolvidos.

Visto que a Transferência de Tecnologia é um processo custoso, cabe às entidades políticas reduzir os custos da difusão tecnológica, por meio de ações legais (MASKUS, 2003). Além disso, já que o processo promove desenvolvimento industrial e econômico, é necessário envolvimento ativo dos governos, nacionalmente, localmente e globalmente a fim de promover a transferência (YOON; HYUN, 2009).

Como visto, o processo de Transferência de Tecnologia pode apresentar variadas combinações de provedores, receptores, tecnologias e fatores que o afetam (PAGANI *et al.*, 2016). Portanto, os modelos se apresentam como uma forma de auxiliar na compreensão do processo, bem como evitar erros e superar as possíveis barreiras a transferência efetiva de tecnologia, sendo um balizador. Existem diversos modelos de Transferência de Tecnologia que se diferenciam por seus focos/objetivos. Estes serão descritos na próxima subseção.

2.1.1 Modelos de Transferência de Tecnologia

Souder, Nashar e Padmanabhan (1990) propuseram um modelo com foco no fluxo da tecnologia. É um modelo dinâmico, que depende do tipo de tecnologia, e tem seu início com a pesquisa da tecnologia e termina na adoção desta. O modelo baseou-se em quatro estágios, não necessariamente cronológicos, e devem ser repetidos até que a tecnologia esteja apropriada para o usuário, ou até que o usuário consiga implementá-la (SOUDER; NASHAR; PADMANABHAN, 1990). Os estágios são:

(1) *Prospecting* (Estágio de prospecção): Seleção de tecnologias ou conceitos que melhor se adequem aos requisitos do usuário, utilizando para isso pesquisas;

(2) *Developing* (Desenvolvimento): É a pesquisa e desenvolvimento físico e de laboratório focados no desenvolvimento e adaptação da tecnologia para atender aos requisitos do usuário;

(3) *Trial* (Teste): a tecnologia é testada em campo, e por fim;

(4) *Adoption* (Adoção): desenvolvimento final, modificação da tecnologia e atividades de implementação do usuário.

O modelo apresenta quatro atores que influenciam no processo. O disseminador, que objetiva informar o usuário sobre as tecnologias, aconselhar sobre suas necessidades, sendo um intermédio entre tecnologia e os possíveis usuários. O segundo papel é do patrocinador, responsável por apoiar política e financeiramente as atividades e os envolvidos. O terceiro papel é do desenvolvedor, com o objetivo de realizar pesquisa e desenvolver a tecnologia em laboratório e realizar os testes. Por fim, o último papel é do implementador, lida com vendas, desenvolvimento de clientes e resolução de problemas (SOUDER; NASHAR; PADMANABHAN, 1990).

Bozeman (2000) desenvolveu um modelo de indicadores para efetividade da Transferência de Tecnologia, identificando os possíveis provedores e receptores da tecnologia bem como os ambientes em que estão inseridos, e a tecnologia a ser transferida. O modelo foi denominado de "*Contingent Effectiveness Model of Technology Transfer*", e apresenta cinco dimensões que são determinantes para a efetividade do processo, baseando-se em estudos relacionados às atividades de transferência das universidades e governo, sendo:

(1) Características do agente transferidor, sendo instituições ou organizações que transferem tecnologia, como agências governamentais, universidades, e firmas privadas;

(2) Características do meio de transferência, que se caracteriza por ser o veículo de transferência, formal ou informal, como as licenças, direito autoral, CRADA, de pessoa para pessoa, ou por literatura formal;

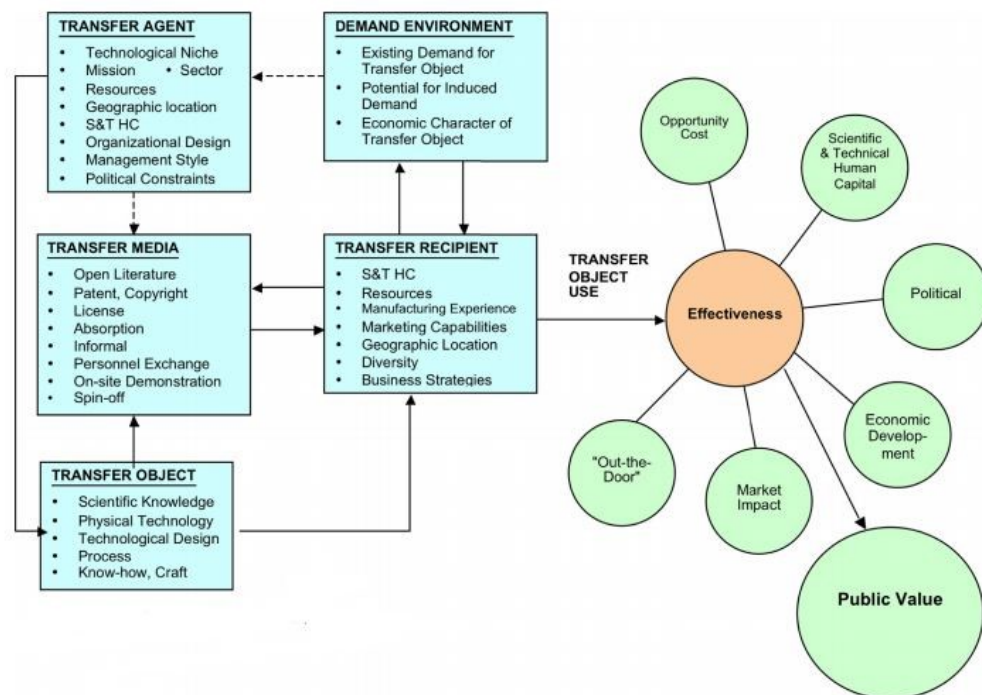
(3) Características do objeto a ser transferido, podendo ser conhecimento científico, dispositivo tecnológico, processos, *know how*, ou características específicas;

(4) O ambiente de demanda, representados pelos fatores (mercadológicos ou não) relativos à necessidade do objeto a ser transferido, como preço, substituíbilidade, relação com a tecnologia utilizada, subsídios, e o mercado, e

(5) As características do receptor da tecnologia, como firmas, agencias, organizações, consumidores, grupos informais, e instituições.

Além das cinco dimensões, Bozeman (2000) inseriu critérios ao modelo, a fim de garantir a efetividade do processo. São eles: tecnologias obtidas de fora da organização, definidas como “*Out-of-the-Door*” *Technologies*, Impactos no Mercado, Desenvolvimento Econômico, Recompensa política, Custo de Oportunidade, Capital Humano Científico e Técnico. Anos mais tarde, o modelo foi revisado, e Bozeman, Rimes e Youtie (2015) acrescentaram Valor público, visando incluir o valor social e público ao modelo, conforme Figura 2.

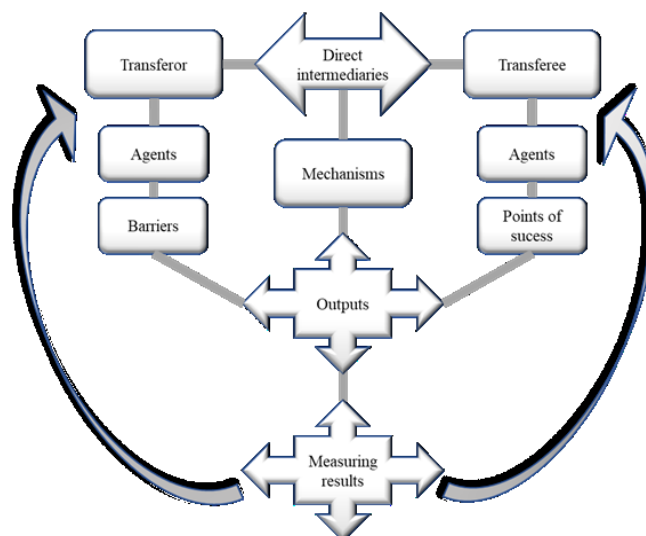
Figura 2: Modelo *Contingent Effectiveness Model of Technology Transfer* revisado



Fonte: Bozeman, Rimes e Youtie (2015)

Seguindo a evolução dos modelos de Transferência de Tecnologia, Pagani *et al.* (2016), por meio da comparação dos modelos de Transferência de Tecnologia existentes, propuseram um modelo baseado nos atores e atributos do processo. O modelo foi denominado como "*Knowledge and Technology Transfer Generic Model*" (KTTGM), representado conforme Figura 3.

Figura 3: Modelo genérico de Transferência de Tecnologia (KTTGM)



Fonte: Pagani et al. (2016)

O modelo tem o objetivo de facilitar a compreensão do processo entre os envolvidos, e permitindo que as organizações prevejam dificuldades e tracem estratégias a fim de minimizá-las, reduzindo os riscos operacionais. Assim como o modelo de Bozeman (2000), o modelo KTTGM abrange os mecanismos de transferência, os provedores e receptores da transferência, e os indicadores para mensurar efetividade do processo. O modelo apresenta nove elementos fundamentais, que conforme Pagani et al. (2016) são:

(1, 2) *Transferor e Transferee* (Provedor e Receptor): o processo inicia-se no provedor, ao ofertar uma tecnologia, ou no receptor, ao comprar uma tecnologia.

(3) *Direct Intermediaries* (Intermediários Diretos): ligados diretamente aos atores do processo. Colaborador responsável por passar os conhecimentos tácitos que serão transferidos juntamente com a tecnologia, artefato ou processo, deslocando-se até o receptor, ou ministrando cursos para transferência do conhecimento.

(4) *Agents* (Agentes): responsáveis por executar diferentes conexões, utilizando mecanismos de Transferência de Tecnologia e conhecimento. Podem ser empresa de Transferência de Tecnologia, organizações sem fins lucrativos, escritórios ligados a indústria, comunidades de prática, escritórios de Transferência de Tecnologia, agências federais, e outros.

(5, 6) *Barriers e Points of success* (Barreiras e Pontos de Sucesso): As barreiras, quando ausentes, se tornam pontos de sucesso quando presentes no

processo de Transferência de Tecnologia. Algumas barreiras que inibem o processo de transferência são: alto custo do processo de transferência; diferenças culturais entre os envolvidos; falta de cooperação entre as partes; relativas ao conhecimento; falta de interesse no projeto; ausência de benefícios para o mercado; falta de confiança entre as partes; complexidade da tecnologia, e outras (PAGANI, 2016).

(7) *Outputs* (Saídas): São os resultados do processo. Podem ser: novos produtos, produtos desenvolvidos, processos, licenças, *royalties*, patentes, acordos de pesquisa patrocinados, empresas *start-ups*, divulgações de invenções, desenvolvimento econômico.

(8) *Measuring results* (Mensuração dos Resultados): Demonstrados a partir de indicadores, podendo ser: aumento de vendas, melhor desempenho em processos, produção ou gerenciamento, consumo de energia, mercados, resultados econômicos, e outros.

(9) *Mechanisms* (Mecanismos): são canais por onde ocorrem as transferências, podendo ser responsáveis pelo sucesso da transferência (WINEBRAKE, 1992).

Os mecanismos se caracterizam como sendo a forma de interação entre entidades sociais por meio da qual a tecnologia é transferida (AUTIO; LAAMANEN, 1995), ou os canais de comunicação por onde ocorrem as transferências (ROGERS; TAKEGAMI; YIN, 2001). Conforme Rogers, Takegami e Yin (2001) (2001), os mecanismos de Transferência de Tecnologia são:

(1) *Spin-offs*: Um mecanismo eficaz de Transferência de Tecnologia, promovendo empregos e riquezas. São empresas, geralmente derivadas de uma matriz, formadas para comercializar uma inovação tecnológica desenvolvida em laboratórios governamentais, centro de pesquisa universitário, ou organização de P&D privada;

(2) Licenciamento: É a concessão do direito para produzir, utilizar um determinado produto ou conhecimento acerca deste;

(3) Publicações: Artigos publicados são meios mais utilizados para transferir tecnologia, embora não seja o meio mais eficaz;

(4) Encontros: Envolvem interação entre pessoas e troca de conhecimentos tecnológicos, e

(5) Acordos de cooperação para pesquisa e desenvolvimento: São acordos legais para compartilhamento de pesquisadores, equipamentos e direitos de propriedade intelectual em pesquisas em parceria entre o governo e indústrias.

Maskus (2003) apresentou os mecanismos de transferência separando-os por canais mercantis e não mercantis, descrevendo de forma alternativa como canais formais e não informais, respectivamente. Os mecanismos estão descritos no Quadro 3.

Quadro 3: Mecanismos mercantis e não mercantis

MECANISMOS MERCANTIS	MECANISMOS NÃO MERCANTIS
Comércio de bens e serviços.	Partida de empregados.
Licenças: Compras de direito de produção ou distribuição (protegido por algum direito de propriedade intelectual), e o conhecimento necessário para efetivar o bem adquirido.	Imitação: Forma como uma organização aprende ou descobre um segredo tecnológico de outra organização rival, por inspeção de produto, engenharia reversa, descompilação de <i>software</i> , ou por tentativa e erro, podendo ser legal ou não.
<i>Joint Ventures</i> : Acordos contratuais entre entidades em que cada uma apresenta alguma vantagem, resultando em uma redução de custos das operações conjuntas.	Migração temporária: podendo ser de estudantes, pesquisadores, técnicos de universidades, laboratórios e conferências, principalmente de países desenvolvido.
Movimentação transfronteiriça de pessoal, ou seja, movimentações de pessoas em locais que ultrapassam os limites das fronteiras de um país.	Dados em pedidos de patente e dados de teste.

Fonte: Adaptado de Maskus (2003)

Assim, percebe-se que existem diversos modelos para guiar o processo de Transferência de Tecnologia, diferenciando-se por seu foco, como em atores envolvidos, no processo de transferência, e outros na efetividade do processo, mas todos com o objetivo de facilitar a Transferência de Tecnologia.

A Transferência de Tecnologia é uma ferramenta a ser considerada na busca por desenvolvimento tecnológico, bem como econômico. Mas, além disso, é um meio de implementação dos 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. Portanto, a seção seguinte abordará os conceitos de Desenvolvimento sustentável.

2.2 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

O tópico sustentabilidade vem sendo discutido nas últimas três décadas devido às crises ambientais (WANG, 2017). O aumento de disparidade, desigualdade social, deterioração do meio ambiente e seus recursos, as crises

energéticas, alimentares e financeiras, são reflexo do atual modelo de desenvolvimento do mundo, se mostrando insustentável (UNESCO, 2011). Segundo a União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN, 1980), a deterioração do meio ambiente se permeará até que uma nova ordem econômica, uma nova ética ambiental e as relações com a população humana se estabilizem e tomem medidas que vão de encontro com a sustentabilidade, como regra, e não exceção.

O consumo é uma prática inevitável, mas deve haver um balanço entre o bem-estar humano, o consumo e os impactos ambientais que a prática irá gerar (SHAH, 2008), sendo essencial que se discuta a vulnerabilidade às mudanças ambientais, a responsabilidade pela degradação ambiental, a perda da biodiversidade e as prioridades políticas. Dessa forma, para viver de forma sustentável é necessário mudar os hábitos e a forma de pensar (WANG, 2017).

O termo desenvolvimento sustentável foi primeiramente introduzido no documento internacional “*World Conservation Strategy: Living Resource Conservation for Sustainable Development*”, traduzido como Estratégia Mundial de Conservação: Conservação dos Recursos Vivos para o Desenvolvimento Sustentável, em 1980 (IUCN, 1980), mas ganhou maior visibilidade ao ser definido em 1987, no relatório da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, denominado como “*Our Common Future*”, conhecido como Relatório de Brundtland (WCED, 1987; UNCED, 1992; SHAO; LI; TANG, 2011; BONNETT, 2013). Desde que o termo foi definido, vem sendo replicado nos debates ambientais, e por diversos autores, tornando-se um balizador para orientar sobre os problemas existentes e no planejamento das soluções (BONNETT, 2006).

Existem inúmeras definições para o desenvolvimento sustentável, com diferentes interpretações (WANG, 2017), entretanto a mais disseminada é a proposta pelo Relatório de Brundtland, em 1987, que definiu o desenvolvimento sustentável como o desenvolvimento que procura satisfazer as necessidades das gerações atuais, sem interferir e comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades, considerando para isso, que todas as gerações alcancem o desenvolvimento social, econômico, fazendo uso consciente dos recursos naturais, preservando as espécies e os *habitats* naturais (WCED, 1987). Kirli e Fahrioğlu (2018) abordam a sustentabilidade como a ligação entre consumo

energético e ambiente, buscando traçar estratégias para um consumo energético com menores impactos ambientais.

Para Bonnett (2006), desenvolvimento sustentável é um termo problemático, com diferentes interpretações e com muitas contradições internas. Bonnett (2013) e Stables (2013) atribuíram o valor de *slogan* político ao termo, não sendo um conceito baseado em um raciocínio lógico. Por sua vez, Stables (2013) acrescentou que é uma proposição que nunca será alcançada.

Para que ocorra o desenvolvimento sustentável, que é definido como a modificação da biosfera e a aplicação de recursos financeiros e humanos para satisfazer as necessidades humanas e promover melhor qualidade de vida, é necessário considerar os fatores sociais, ecológicos e econômicos (IUCN, 1980). A necessidade de considerar três eixos - o social, o ambiental e o econômico - surgiu com Elkington (1997), que sugere que para tomar decisões comerciais e políticas é necessário considerar, igualmente, os três eixos da sustentabilidade, chamado de "*Triple Bottom Line*" (TBL). Desde então, a abordagem TBL é defendida por diferentes estudiosos (SHAO; LI; TANG, 2011; WANG, 2017; KIRLI; FAHRIOĞLU, 2018).

Para Shao, Li e Tang (2011) os eixos do tripé da sustentabilidade são interdependentes e complementares. Assim, sustentabilidade compreende justiça social, aceitação ética, justiça moral e solidez econômica, ou seja, objetiva o progresso nos aspectos econômicos e sociais, sem destruir os recursos naturais (WANG, 2017). Embora haja a necessidade de se abordar igualmente os eixos do TBL, alguns estudos demonstram que existe uma supervalorização do eixo ambiental e econômico em detrimento do eixo social (SEURING, 2013; BHINGE *et al.*, 2015; CORSI *et al.*, 2020).

O desenvolvimento sustentável não será atingido apenas elevando-se as soluções técnicas, criando regulamentações políticas, ou a partir de instrumentos financeiros, mas sim mudando a cultura, o modo de pensar e agir. Para isso, deve-se investir em educação para todos os níveis, que é o pilar para sustentabilidade (WANG, 2017), contribuindo também para erradicação da pobreza, igualdade, inclusão, promovendo também crescimento da produtividade e da economia, melhoria da saúde, nutrição e renda, necessitando assim, investimento contínuo (UNESCO, 2011).

Conforme Bonnett (2006) há duas formas de a educação contribuir com a promoção do desenvolvimento sustentável. A primeira forma é a educação como veículo para promover atitudes positivas e padrões de conhecimento que vão de encontro com os objetivos do desenvolvimento sustentável. A segunda forma é encorajando e estimulando continuamente os alunos a se envolverem com as questões ambientais, assim, irão desenvolver capacidade crítica e interpretação das situações práticas que eles tratarem.

A preocupação da educação como ferramenta para promoção do desenvolvimento sustentável foi discutida em 1992, na Conferência da Cúpula da Terra, realizada no Rio de Janeiro, onde o acordo central foi a Agenda 21. Na conferência, se consolidou a proposta de inserir o desenvolvimento sustentável nos programas educacionais das nações signatários (UNCED, 1992). Assim, surgiu o programa Educação para o Desenvolvimento Sustentável (EDS), promovido pelas Nações Unidas. O programa proporciona as pessoas o desenvolvimento de habilidades, competências e conhecimentos necessários para práticas condizentes ao desenvolvimento sustentável, bem como, cria cidadãos e consumidores ecologicamente responsáveis e preparados para enfrentar os desafios globais e locais, como as mudanças climáticas (UNESCO, 2011).

Além da educação, a ciência, a tecnologia e a inovação (CT&I) devem ser aplicadas a fim de promover desenvolvimento mais igualitário e sustentável. Sua aplicação auxilia os países a construir capacidade; desenvolver políticas nacionais em ciência, tecnologia e engenharia; desenvolver inovação e soluções sustentáveis para o combate a diversos problemas (climáticos, crises de energia, alimento); promover crescimento econômico, criar empregos sustentáveis e impulsionar o desenvolvimento social (UNESCO, 2011). Assim, é necessário haver um fortalecimento dos incentivos para a promoção da educação, ciência, tecnologia e inovação e, para isso, as políticas e estratégias para criar um ambiente que apoie o desenvolvimento sustentável são vitais (UNCED, 1992).

As políticas podem surgir a fim de corrigir gastos públicos mal direcionados, déficits orçamentários, desequilíbrios macroeconômicos, mas também, podem surgir com o objetivo de gerar recursos que serão facilitadores na transição para o desenvolvimento sustentável. Wang (2017) faz críticas as políticas relacionadas à sustentabilidade, afirmando que essas existem para apoiar o mercado, não a

natureza. Essa abordagem afeta negativamente a progressão do meio ambiente, bem como a vida humana na natureza.

Embora o Desenvolvimento Sustentável seja de responsabilidade de todos, a ONU vem sendo a entidade que apresenta grande número de ações para o promover. Alguns atos para promoção do desenvolvimento sustentável estão descritos no Quadro 4.

Quadro 4: Ações para promoção do Desenvolvimento Sustentável

ATO	OBJETIVOS E PRINCIPAIS RESULTADOS
Criação da Organização das Nações Unidas (ONU) - 1945	Organização que visa enfrentar as questões relacionadas a humanidade no século 21, como paz, segurança, mudança climática, desenvolvimento sustentável, direito humanos, desarmamento, terrorismo, ajuda humanitária e emergências de saúde, igualdade de gênero, governança, produção alimentar e outros.
Cúpula mundial (<i>World Summit</i>) - 1972 - Estocolmo	Primeira grande conferência da ONU sobre questões ambientais internacionais e marcou o desenvolvimento de políticas ambientais internacionais. Abordou a preservação do meio ambiente e seus recursos, para garantir os direitos humanos a um mundo mais saudável e produtivo.
Cúpula mundial (<i>World Summit</i>) - 1982 - Nairóbi	Analisou os progressos desde a Conferência de Estocolmo, e reforçaram a necessidade de os governos nacionais intensificarem as ações para proteção do meio ambiente, bem como a necessidade de cooperação internacional.
Comissão das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (UNCED) - 1983	Criou-se a Comissão das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento, denominada " <i>United Nations Commission on Environment and Development</i> " (UNCED).
Relatório de Brundtland (" <i>Our common future</i> ") - 1987	O relatório destacou três elementos fundamentais do desenvolvimento sustentável: proteção ambiental, crescimento econômico e equidade social.
Cúpula da terra ou ECO-92 (<i>Earth Summit</i>) - 1992 - Rio de Janeiro - Brasil	Objetivou tratar os problemas relacionados a proteção ambiental e desenvolvimento socioeconômico, promovendo parceria global para conservação da integridade dos ecossistemas. Os líderes assinaram a Convenção sobre Mudança Climática, a Convenção sobre Biodiversidade, endossaram a Declaração do Rio e os Princípios da Floresta, e adotaram a Agenda 21.
Programa de Ação de Barbados (<i>BPOA Barbados Programme of Action</i>) - 1994 - Barbados	Reafirmou os princípios de Desenvolvimento Sustentável presentes na Agenda 21, e os traduziu em políticas, ações e medidas a serem tomadas em todos os níveis.
BPoA + 5 - 1999	Revisão do programa de Ação de Barbados de 1994, e a identificação de seis áreas de atenção urgencial. Também destacou a necessidade de promover estratégias para o Desenvolvimento Sustentável, capacitação, mobilização de recursos, globalização e liberação de comércio, Transferência de Tecnologias ambientalmente saudáveis, um índice de vulnerabilidade, gestão da informação, cooperação e parceria internacional.
Cúpula do Milênio das Nações Unidas - 2000	Definiu-se oito objetivos a serem alcançados até 2015, denominado os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (<i>Millennium Development Goals</i> - MDGs).
Cúpula mundial (<i>World Summit</i>) - 2002 -	Intuito de concentrar as atenções e direcionar ações para enfrentar desafios como melhora de vida das pessoas e conservar os recursos

ATO	OBJETIVOS E PRINCIPAIS RESULTADOS
Joanesburgo	naturais com uma população crescente, e os serviços essenciais (saneamento, alimento, água, energia, segurança e abrigo).
Estratégia de implementação das Maurícias. BPOA +10 (<i>Mauritius Strategy of Implementation</i> - MSI) - 2005 - Maurícias	Revisão dos dez anos do BPOA. Foram estabelecidas estratégias em 19 áreas prioritárias, baseando-se nas 14 áreas originais da BPOA.
MSI+5 - 2010 - Nova York	Revisão do Mauritius Strategy of Implementation (MSI).
Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável - RIO+20 - 2012 - Rio de Janeiro	Os estados membros adotaram o documento "O futuro que Queremos", e desenvolveram um conjunto de objetivos, denominado Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), como forma de dar continuidade nos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio.
Assembleia Geral criou um Grupo de Trabalho Aberto - 2013	Grupo de 30 membros para desenvolver uma proposta sobre os ODS. Abordam os desafios globais, como os relacionados a pobreza, desigualdade, clima, degradação ambiental, prosperidade, paz e justiça. É importante que sejam alcançadas as metas até 2030.
Assembleia geral (The 2030 Agenda for Sustainable Development) - 2015	Iniciou-se as discussões da agenda de desenvolvimento pós 2015, culminando na Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, com 17 ODSs, na Cúpula do Desenvolvimento Sustentável da ONU.

Fonte: Adaptado de UN (2019)

Conforme apresentado no Quadro 4, a ação em vigência para promoção do desenvolvimento sustentável é a Agenda 2030, com os 17 ODS, apresentando ações e resultados esperados para a evolução da sustentabilidade até 2030. A fim de auxiliar no cumprimento da Agenda 2030, e conseqüentemente promovendo o desenvolvimento sustentável, deve haver a apropriação dos ODS por todas as partes interessadas. Os ODS propostos pela UN (2015) estão descritos no Quadro 5.

Quadro 5: Objetivos do Desenvolvimento Sustentável

ODS	DESCRIÇÃO
1. Erradicação da pobreza	Acabar com a pobreza em todas as suas formas, em todos os lugares, com mobilização de recursos para proporcionar meios para que os países mais fragilizados implementem programas e políticas para acabar com a pobreza em todas as suas dimensões.
2. Fome zero e agricultura sustentável	Acabar com a fome, garantir segurança alimentar, melhoria da nutrição e agricultura sustentável. Aumentar investimento em infraestrutura rural, pesquisa e extensão de serviços agrícolas, desenvolvimento de tecnologias, e outros.
3. Saúde e bem-estar	Assegurar vida saudável e promover bem-estar para todos, em todas as idades, apoiando a pesquisa e desenvolvimento de vacinas e medicamentos, aumentando o financiamento de saúde e recrutamento, desenvolvimento e formação de profissionais da saúde.
4. Educação de qualidade	Assegurar a educação inclusiva e equitativa e de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem para todos, melhorando infraestrutura, aumento de bolsas de estudo principalmente para países em desenvolvimento e mais fragilizados e aumentar também o número de professores qualificados.
5. Igualdade	Alcançar a igualdade de gênero e empoderar todas as mulheres, acabando com a

ODS	DESCRIÇÃO
de gênero	discriminação, violência, dando direitos iguais nas mais diversas áreas, utilizar tecnologias para empoderamento das mulheres, e adotando políticas sólidas e legislações.
6. Água potável e saneamento	Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos, reduzindo a poluição, eliminação de despejo e minimizando a liberação de materiais perigosos, aumentando a reciclagem e reutilização, e a eficiência do uso dos recursos hídricos, implantar a gestão integrada desses recursos, ampliar a capacitação para os países em desenvolvimento, e ampliar cooperação internacional.
7. Energia limpa e acessível	Assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todos, reforçar cooperação internacional para facilitar acesso a pesquisa e tecnologias de energias limpas, tecnologias de combustíveis fósseis, e promover investimento em infraestrutura de energia e de tecnologias de energia limpa.
8. Trabalho decente e crescimento econômico	Promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo, e sustentável, emprego pleno e produtivo e trabalho decente para todos.
9. Indústria, inovação e infraestrutura	Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar inovação, modernizar infraestruturas tornando-as mais sustentáveis, com maior eficiência da utilização de recursos e adoção de tecnologia limpas, fortalecer pesquisa científica, melhorar capacidade tecnológica dos setores e incentivar inovação.
10. Redução das desigualdades	Reduzir as desigualdades dentro dos países e entre eles. Promover inclusão social, econômica e política a todos. Incentivar a assistência por meio de investimentos.
11. Cidades e comunidades sustentáveis	Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis, garantir acesso à transportes seguros, acessíveis e sustentáveis, aumentar a urbanização inclusiva e sustentável, reduzir o número de pessoas afetadas por catástrofes, reduzir impacto ambiental das cidades. Aumentar também o número de cidades e assentamentos humanos que implementem políticas de inclusão, eficiência dos recursos, mitigação e adaptação às mudanças climáticas, resiliência a desastres, implementar gerenciamento de riscos de desastres em todos os níveis.
12. Consumo e produção responsáveis	Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis. Alcançar a gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais, reduzir geração de resíduo, incentivar adoção de práticas sustentáveis conforme as políticas nacionais, apoiar os países em desenvolvimento a fortalecerem as capacidades científicas e tecnológicas para mudar padrões de produção e consumo insustentáveis, desenvolver e implementar ferramentas para monitorar os impactos do desenvolvimento sustentável.
13. Ação contra a mudança global do clima	Tomar medidas urgentes para combater a mudança climática e seus impactos.
14. Vida na água	Conservação e uso sustentável dos oceanos, dos mares e seus recursos para o desenvolvimento sustentável.
15. Vida terrestre	Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade.
16. Paz, justiça e instituições eficazes	Promover sociedades pacíficas e inclusivas para o desenvolvimento sustentável, proporcionar acesso à justiça para todos e construir instituições eficazes, responsáveis e inclusivas.
17. Parcerias e meios de implementação	Fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável, mobilizando recursos internos para melhorar capacidade nacional, assistência dos países desenvolvidos aos países em desenvolvimento, melhorar cooperação Norte-Sul, Sul-Sul e triangular regional e internacional e o acesso à ciência, tecnologia e inovação, aumentando o compartilhamento de conhecimentos, promover desenvolvimento e Transferência

ODS	DESCRIÇÃO
	de Tecnologias ambientalmente corretas para os países em desenvolvimento, aumentar coerência das políticas para a questão de desenvolvimento sustentável.

Fonte: UN (2015)

A partir da análise dos ODS, percebe-se o apoio à utilização de tecnologias sustentáveis, bem como sua transferência, e a cooperação para promover o desenvolvimento sustentável aos países mais vulneráveis e em desenvolvimento. Além disso, é apresentado um objetivo específico às cidades, ODS 11, que objetiva tornar as cidades e assentamentos humanos mais inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis. Considerando que o objetivo do presente trabalho é promover maior sustentabilidade as *Smart Cities*, utilizando para isso a Transferência de Tecnologia, se faz necessária a compreensão dos modelos de cidades que os ODS promovem, ou seja, as cidades sustentáveis.

2.2.1 Cidades Sustentáveis

Conforme Yang, Xu e Shi (2017), as cidades sustentáveis são aquelas que promovem ações para melhorar a renda econômica e a qualidade de vida dos residentes urbanos. Envolve a busca do máximo de benefícios sustentáveis, equilibrando os insumos ecológicos e os benefícios socioambientais, econômicos, e sociais urbanos. Preza pelo respeito pelas leis naturais, leis de desenvolvimento urbano e desenvolvimento social.

Já na perspectiva dos ODS, é necessário que ocorra uma transformação nos modelos de cidades, com a construção e a gestão desses espaços em direção à sustentabilidade, melhorando os serviços essenciais, como mobilidade, gestão de resíduos sólidos e saneamento, planejamento e aumento de resiliência dos assentamentos humanos, levando em conta as necessidades diferenciadas das áreas rurais, peri-urbanas e urbanas. As ações dispostas no ODS 11 para 2030, para promover a sustentabilidade das cidades (UN, 2015), e seus indicadores (IPEA, 2019), são:

- ODS 11.1. Acesso à habitação segura, adequada e a preço acessível, bem como aos serviços básicos, e urbanizar favelas. **Indicador:** Proporção de população urbana vivendo em assentamentos precários, assentamentos informais ou domicílios inadequados.

- ODS 11.2. Acesso a transporte acessível e seguro para todos, melhorando também a segurança rodoviária com a expansão dos transportes públicos. **Indicador:** Proporção de população que tem acesso adequado a transporte público, por sexo, idade e pessoas com deficiência.
- ODS 11.3. Aumentar urbanização inclusiva e sustentável. **Indicadores:** Razão da taxa de consumo do solo pela taxa de crescimento da população; Proporção de cidades com uma estrutura de participação direta da sociedade civil no planejamento e gestão urbana que opera de forma regular e democrática.
- ODS 11.4. Proteger e salvaguardar o patrimônio cultural e natural do mundo. **Indicador:** Total da despesa (pública e privada) per capita gasta na preservação, proteção e conservação de todo o patrimônio cultural e natural, por tipo de patrimônio (cultural, natural, misto e por designação do Centro do Patrimônio Mundial), nível de governo (nacional, regional e local), tipo de despesa (despesas correntes/de investimento) e tipo de financiamento privado (doações em espécie, setor privado sem fins lucrativos e patrocínios).
- ODS 11.5. Reduzir o número de mortes e afetados por catástrofes, diminuindo também as perdas econômicas causadas por elas. **Indicadores:** Número de mortes, pessoas desaparecidas e pessoas diretamente afetadas, atribuído a desastres por 100 mil habitantes; Perdas econômicas diretas em relação ao PIB, incluindo danos causados por desastres em infraestruturas críticas e na interrupção de serviços básicos.
- ODS 11.6. Reduzir impacto ambiental negativo per capita das cidades, (qualidade do ar, gestão de resíduos municipais e outros). **Indicadores:** Proporção de resíduos sólidos urbanos regularmente coletados e com destino final adequado no total de resíduos sólidos urbanos gerados, por cidades; Nível médio anual de partículas inaláveis nas cidades (população ponderada).
- ODS 11.7. Acesso universal a espaços públicos seguros, inclusivos, acessíveis e verdes. **Indicadores:** Proporção da área construída cidades que é espaço público aberto para uso de todos, por sexo, idade e pessoas com deficiência; Proporção da população vítima de assédio físico ou sexual, por sexo, grupo etário, pessoas com deficiência e local da ocorrência, nos últimos 12 meses.

- ODS 11.a. Apoiar as relações econômicas, sociais e ambientais positivas entre as áreas urbanas, Peri urbanas e rurais. **Indicador:** Proporção de população que reside em cidades que implementam planos de desenvolvimento urbano e regional que incluem projeções de população e avaliação de recursos, por tamanho da cidade.
- ODS 11.b. Aumentar o número de cidades e assentamentos humanos adotando e implementando políticas e planos integrados para a inclusão, a eficiência dos recursos, mitigação e adaptação à mudança do clima, a resiliência a desastres, até 2020. **Indicadores:** Número de países que adotam e implementam estratégias nacionais de redução de risco de desastres em linha com o Marco de Sendai para a Redução de Risco de Desastres 2015-2030; Proporção de governos locais que adotam e implementam estratégias locais de redução de risco de desastres em linha com as estratégias nacionais de redução de risco de desastres.
- ODS 11.c. Apoiar países menos desenvolvidos, inclusive por meio de assistência técnica e auxílio financeiro, para construções sustentáveis e robustas, utilizando para isso materiais locais. **Indicador:** Proporção do apoio financeiro aos países menos desenvolvidos, destinado à construção e modernização de edifícios sustentáveis, resistentes e eficientes em termos de recursos, utilizando materiais locais.

Além dos indicadores promovidos pelos ODS, a ISO 37120:2018 (ISO, 2018), denominada de “*Sustainable Cities and Communities - Indicators for City Services and Quality of Life*”, inicialmente formulada em 2014 e revisada em 2018, apresenta uma lista de indicadores para mensurar a sustentabilidade dos serviços das cidades, bem como a qualidade de vida dos cidadãos. O grupo de indicadores propostos pela ISO 37120:2018 é para ser implementado em conjunto com a ISO 37122 e a ISO 37123 para medir o progresso em direção às *Smart Cities* e as Cidades Resilientes, respectivamente (ISO, 2018).

Conforme a ISO 37120:2018 os indicadores estão de acordo com o cumprimento dos ODS 3, 4, 5, 6, 8, 10, 11, 13 e 16, e definem que as cidades sustentáveis englobam os aspectos: economia, educação, energia, meio ambiente, recreação, segurança, abrigo, lixo sólido, telecomunicações e inovação, finança, fogo e emergência, resposta, governança, saúde, transporte, planejamento urbano,

águas residuais, água e saneamento (ISO, 2018). A norma auxilia na sustentabilidade das cidades ao promover governança e prestação de serviços mais eficazes, planejamento local, tomada de decisão informada para formuladores de políticas e gestores municipais, aprendizagem entre cidades, planejamento para sustentabilidade, ajuda com a segurança de dados e *Big Data*.

Por conseguinte, a partir dos problemas decorrentes dos modelos de cidades atuais, do estudo dos ODS, e da revisão de literatura, vê-se que há a necessidade de estudar estratégias e criar soluções aos modelos urbanos, bem como, há a necessidade que esses modelos urbanos tenham objetivos alinhados aos objetivos sustentáveis vigentes, não sendo uma “solução” alheia aos problemas atuais.

Assim, ao analisar a literatura sobre cidades do futuro, surge o conceito de *Smart Cities*, as cidades inteligentes. Esses modelos de cidades apresentam foco na utilização de ferramentas tecnológicas, principalmente para comunicação e gestão de dados. Os autores divergem ao definir as *Smart Cities*, alguns as relacionam ao desenvolvimento sustentável, mas outros não, conforme a seção seguinte.

2.3 SMART CITIES

Com a industrialização, no início do Século XIX, veio a mobilidade, tecnologias e crescimento econômico, mas também a mudança da vida rural para urbana, atribuindo-se a industrialização o fator de maior influência para a formação das cidades (BAYULKEN; HUISINGH, 2015). As cidades são resultado da intenção dos seres humanos de viver em sociedade, motivados por fatores como religião, política e industrialização (MACHADO JUNIOR *et al.* 2018).

Desde 2007, mais da metade da população mundial vive em centros urbanos (MADLENER; SUNAK, 2011). Conforme o relatório desenvolvido pelas Nações Unidas (UN, 2018), na divisão populacional, constatou-se que até 2050 mais de 85% da população, nas regiões mais desenvolvidas, e 65,6% da população, nas regiões menos desenvolvidas, residirão áreas urbanas. Conforme Madlener e Sunak (2011) e Zhang (2016), o crescimento da urbanização se mostra maior em países menos desenvolvidos, esperando-se a taxa de crescimento médio de 3,3% ao ano entre 2010 e 2050.

A crescente urbanização resulta em aumento das demandas sociais por infraestrutura e serviços municipais (LI *et al.*, 2019), e com isso a demanda por recursos, que conforme Madlener e Sunak (2011), entre os anos de 2010 e 2050 pode chegar a 75% dos recursos globais, necessitando dessa forma uma melhor gestão. Mesmo representando apenas um por cento da massa terrestre total, as cidades são grandes contribuintes dos problemas ambientais, representando mais de 70% do consumo energético e das emissões de gases do efeito estufa (GEE). Assim, o modo de consumo e produção atual maximizam os riscos potenciais de mudança climática, necessitando ser readequados (AELENEI *et al.*, 2016), bem como, a economia global necessitará de sistemas produtivos mais sustentáveis, sendo as cidades parte da mudança necessária (COHEN; MUÑOZ, 2016).

Frente às consequências apresentadas, conceitos como desenvolvimento sustentável e modernização ecológica passam a ser utilizados para orientar a implementação de medidas que visem reduzir os impactos ambientais, políticas de crescimento e estratégias de desenvolvimento (BAYULKEN; HUISINGH, 2015). Conforme tratado no relatório das Nações Unidas (UN, 2014), as cidades e as áreas urbanas estão no centro dos processos econômicos, sociais e ambientais, afetando diretamente o desenvolvimento sustentável, e são responsáveis por promover o crescimento dos países (WONG, 2015). Sendo assim, é latente a necessidade de compreendê-las a fim de evidenciar novas estratégias para serem implementadas por meio de tecnologias emergentes (AELENEI *et al.*, 2016), sendo necessário também mensurar sua performance (WONG, 2015).

As cidades são elementos fundamentais no combate à mudança climática, implantando para isso tecnologias inteligentes, eficientes em relação aos recursos, integradas, enxutas e econômicas, contribuindo com o desenvolvimento sustentável e com o bem-estar da população (AHVENNIEMI *et al.*, 2017). Integrando também computação e as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), para promover infraestrutura as cidades, resultará em transformação em relação a sustentabilidade destas (BIBRI; KROGSTIE, 2017a).

As TICs, juntamente com os conceitos de IoT (*Internet of things*), promoveram o conceito de *Smart City*, ou Cidade Inteligente (STA, 2017), configuração de cidade que será fundamental para a transformação urbana (AELENEI *et al.*, 2016). Conforme Ahvenniemi *et al.* (2017), os problemas

relacionados a crescente urbanização, aliados ao conceito *Smart Cities*, resultaram em investimento e desenvolvimento de tecnologias.

O conceito de *Smart City* passou a ser estudado no século XX, mas ganhou maior visibilidade em 2010, quando surgiram projetos com o tema e o apoio da União Europeia (AHVENNIEMI *et al.*, 2017). Existem diferentes formas de abordar as *Smart Cities*. O Quadro 6 apresenta algumas definições.

Quadro 6: Definições de *Smart City*

AUTORES	DEFINIÇÃO
Hall (2000)	Monitora e integra todas suas infraestruturas críticas, podendo otimizar seus recursos e planejar suas ações preventivas e monitorar os aspectos de segurança, com objetivo de maximizar os níveis de serviço aos cidadãos.
Caragliu, Bo e Nijkamp (2011)	Foca em infraestrutura das TICs, embora também relacionem capital humano, capital social, interesse ambiental como impulsionadores do crescimento urbano.
Neirotti <i>et al.</i> (2014)	Pode otimizar bens tangíveis, como infraestrutura de transportes, redes de distribuição de energia e recursos naturais, mas também bens intangíveis, como capital humano, capital intelectual de empresa e capital organizacional em órgãos da administração pública.
Letaifa (2015)	Novo ambiente socioeconômico no qual os cidadãos, empresas e governos acessam serviços e recursos de forma mais eficiente. São impulsionadas pela necessidade de equilibrar crescimento econômico e desenvolvimento social em um contexto de acelerada urbanização.
Marsal-Llacuna, Colomer-Llinàs e Meléndez-Frigola (2015)	Compreende conceitos de sustentabilidade e qualidade de vida, acrescentando os componentes tecnológicos e informacionais.
Anthopoulos (2017)	Promovem planejamento dos espaços urbanos, a eficiência das concessionárias e a inteligência relacionada a criatividade, Wi-Fi e aplicativos de identificação, estações inteligentes, e outros.
Sta (2017)	Aplicam TICs para utilizar os recursos de forma mais inteligente e eficiente, maximizando a qualidade de vida da população urbana. Apresenta uma infraestrutura de informação distribuída, autônoma, com banco de dados aberto, utilizando-se sistemas de informação avançados.
Adapa (2018)	Solução para o melhor gerenciamento das cidades, a população global e os parâmetros de qualidade de vida.
Li <i>et al.</i> (2019)	Solução de tecnologia digital para melhorar competitividade e promover crescimento econômico. Promovem soluções mais eficientes para as áreas urbanas.

Fonte: Dados da pesquisa (2020)

Em suma, o foco dessa configuração de cidades está em promover melhor infraestrutura aos espaços urbanos, bem como gerenciamento otimizado. Seu objetivo é oferecer serviços essenciais e em melhorar os níveis de serviço, como transporte, mobilidade e segurança energética, e tem como objetivo promover qualidade de vida aos cidadãos. Intenta promover benefícios às três dimensões sustentáveis utilizando-se de componentes tecnológicos, como a aplicação de inovadoras TICs.

As *Smart Cities* surgiram com foco em infraestrutura das TICs (CARAGLIU; BO; NIJKAMP, 2011), que monitora e integra todas suas infraestruturas críticas, podendo otimizar seus recursos, planejar suas ações preventivas e monitorar os aspectos de segurança (HALL, 2000). Essas tecnologias também são consideradas como solução para o melhor gerenciamento das cidades, da população global e dos parâmetros de qualidade de vida (ADAPA, 2018).

As práticas previstas nas *Smart Cities* são: utilização de sensores tecnológicos e estruturas de controle computadorizados para controle e operações; desenvolvimento de sistemas alterados e remotos que permitem que os sensores e estruturas sejam associados, integrando os dados; melhoria da gestão de dados; e melhoria no tratamento matemático dos cálculos (STA, 2017). Yigitcanlar *et al.* (2018) definem que as práticas desse modelo de cidades são focadas na tecnologia, mas também pode apresentar foco na comunidade, política, produtividade, sustentabilidade, acessibilidade, bem-estar, habitabilidade, governança e outros.

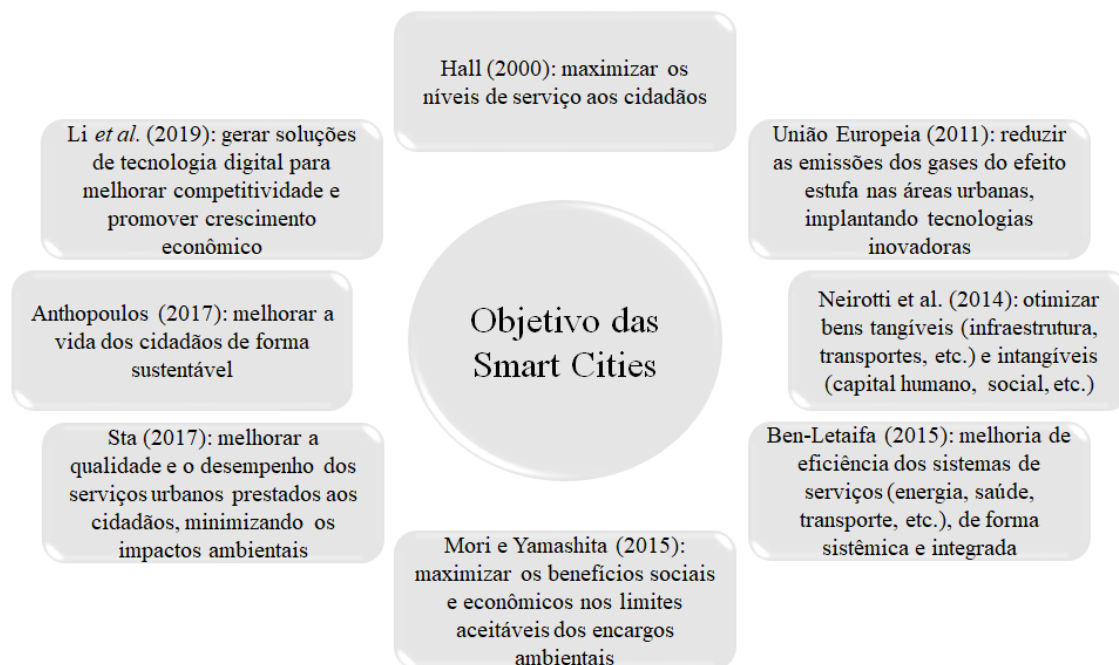
Giffinger e Gudrun (2010) listaram seis domínios das *Smart Cities*, sendo: Economia inteligente (competitividade); Pessoas inteligentes (capital social e humano); Governança inteligente (participação); Mobilidade inteligente (transporte e TICs); Ambientes inteligentes (recursos naturais), e Vida inteligente (qualidade de vida). Já Neirotti *et al.* (2014) abordaram os domínios das *Smart Cities* da seguinte forma: redes de energia; iluminação pública; recursos naturais; gerenciamento de água e de resíduos; ambiente; transporte; mobilidade e logística; escritórios e edifícios residenciais; cuidados de saúde; segurança pública; educação e cultura; inclusão social e bem-estar; administração pública e (e-) governo e economia. Embora os autores apresentem denominações diferentes, ambos englobam os mesmos domínios.

Yigitcanlar *et al.* (2018) definiram que os impulsionadores do desenvolvimento das *Smart Cities* são: comunidade, tecnologias e a política, e os resultados esperados são nos domínios: Econômico (produtividade e inovação); Social (habitabilidade e bem-estar); Ambiental (Sustentabilidade e acessibilidade); e de Governança (Governança e planejamento).

A partir das definições, observa-se que embora haja diferenças nas definições e seus domínios, os autores relacionam as *Smart Cities* às dimensões

social, econômica, ambiental, política e tecnológica. Além das diferentes definições, alguns autores divergem ao tratar dos objetivos das *Smart Cities*, conforme Figura 4.

Figura 4: Objetivos das *Smart Cities*



Fonte: Dados da pesquisa (2020)

Conforme Figura 4, vê-se que o foco das *Smart Cities* é promover bem-estar e qualidade de vida aos cidadãos. Além disso, vê-se que alguns autores relacionam as *Smart Cities* com os objetivos sustentáveis, como Marsal-Llacuna, Colomer-Llinàs e Meléndez-Frigola (2015); Anthopoulos (2017) e Sta (2017), entretanto, conforme Ahvenniemi *et al.* (2017) nem todos o fazem.

Fu e Zhang (2017) diferenciam os conceitos de Cidades Sustentáveis de *Smart Cities*, relacionando a primeira ao tripé da sustentabilidade (MORI; YAMASHITA, 2015), e as *Smart Cities* focando em tecnologias e abordando com mais intensidade as dimensões social e econômica. Corroborando os autores, Ahvenniemi *et al.* (2017) demonstraram que as *Smart Cities* apresentam foco nos aspectos sociais, com mais de 50% dos indicadores, e econômicos, com cerca de 30% dos indicadores, e, por último as questões ambientais, consideradas de menor importância (20%). Por outro lado, para as Cidades Sustentáveis, a sustentabilidade social e ambiental representou cerca de 45% de importância cada, já econômica representou somente 10% dos indicadores. Ou seja, ambos os modelos apresentam objetivos relacionados ao TBL, mas em diferentes proporções.

Alguns desafios podem surgir no desenvolvimento das *Smart Cities*. Conforme Neirotti *et al.* (2014), algumas características das cidades podem se tornar desafios no desenvolvimento das soluções inteligentes, sendo elas:

(1) Tamanho e densidade demográfica: Cidades maiores apresentam maior capital humano, necessitam de mais recursos, e apresentam mais usuários de TICs. Já as cidades menores são ideais para projetos pilotos, menor tempo para sua implantação, atrai mais facilmente fornecedores de tecnologias;

(2) Desenvolvimento econômico: Cidades com maiores taxas de crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) despendem de maiores recursos e investimentos em infraestrutura de transporte, serviços públicos e em educação, mas também desenvolvem melhor o capital humano, e conseqüentemente, desenvolvem mais usuários finais e contribuintes nas fases de desenvolvimento de tecnologias, ferramentas, softwares para promover melhora na qualidade de vida urbana;

(3) Desenvolvimento de tecnologias: Cidades e países com maiores investimentos em P&D de tecnologias são mais propensos a produzir e implantar efetivamente as tecnologias;

(4) Políticas favoráveis ao meio ambiente: Cidades mais poluídas enfrentam maiores custos para adotarem iniciativas inteligentes nas cidades, como transporte, energia e planejamento urbano, mas também, torna mais evidente os resultados provenientes da política, e

(5) Outros: Variáveis institucionais (tipo de liderança política, tipos de diretrizes e estratégias na agenda política), Variáveis culturais e Condições morfológicas e climáticas, Condições políticas, Instabilidade política, e outros.

Já conforme Yigitcanlar (2015) um dos maiores desafios das *Smart Cities* é o alto custo de adoção de tecnologias urbanas inteligentes. Assim, os responsáveis por financiar os projetos devem ser conscientizados dos benefícios socioeconômicos e ambientais que as tecnologias irão resultar. Já para Sta (2017), a infraestrutura de informação se caracteriza como um desafio desse modelo de cidades, já que pode se caracterizar como dados imperfeitos, gerando imprecisão; incerteza; ignorância; ambigüidade; e/ou incompletude. Essa configuração dos dados pode acarretar efeitos adversos sobre o desempenho dos serviços urbanos e na tomada de decisão.

Embora diversos autores atribuem principalmente a questão tecnológica às cidades inteligentes, a inteligência vai além da aplicação de tecnologias e soluções tecnológicas, como TICs (ANTTIROIKO; VALKAMA; BAILEY, 2014; YIGITCANLAR, 2015). Portanto, existem alguns requisitos para que uma cidade seja considerada *Smart*, conforme abordado a seguir.

2.3.1 Requisitos para uma *Smart City*

Alguns dos requisitos para que uma cidade seja considerada *Smart*, são:

- As cidades são inteligentes quanto investem em capital humano e social, infraestrutura, como de transporte e tecnologias modernas de comunicação (TICs), promovendo o desenvolvimento sustentável, beneficiando as dimensões social, econômica e ambiental, por meio de ações participatórias e engajamento dos cidadãos (CARAGLIU; BO; NIJKAMP, 2011);
- Uma cidade é inteligente quando ela consegue integrar e sincronizar a liderança formal e a participação democrática em ecossistemas baseados em tecnologias da informação, sendo modelos que combinam inovação aberta democratizada com apoio; coordenação e monitoramento da cidade central (LETAIFA, 2015);
- Para ocorrer a transição das cidades modernas para as *Smart Cities*, deve-se considerar três aspectos: (1) Compreender os sistemas urbanos no tempo e espaço, com as tecnologias modernas integradas para fornecer visão holística sobre o consumo dos recursos, principalmente de energia e materiais; (2) Necessidade de estruturas, redes de energia e sistemas de mobilidade inteligentes; (3) Necessidade de novos serviços e negócios urbanos, apropriados para o sistema sustentável (AELENEI *et al.*, 2016);
- Deve implementar tecnologias modernas, TICs e *Internet of Things*, no processo de planejamento e desenvolvimento da transformação urbana. Entretanto, somente a aplicação de tecnologias não é o suficiente para se tornar inteligente. A participação ativa e envolvimento do cidadão é fundamental para o desenvolvimento desse modelo de cidades, compartilhando conhecimentos e dados, para que resulte em melhorias no ambiente individual e social (RIZZON *et al.*, 2017);

- Deve conter agenda inteligente, dados abertos e disponíveis, serviços ou aplicativos ofertados, e algum tipo de infraestrutura inteligente para facilitar a vida dos cidadãos, sendo todos facilmente validados e perceptíveis (ANTHOPOULOS, 2017);
- Suas fontes de dados são patrimoniais, base de dados, sensores urbanos, sensores flutuantes, dados operacionais, IoT, registros passivos, plataformas, cartões inteligentes, nuvens computacionais, redes sociais, opiniões dos cidadãos, internet, mídias sociais, veículos e dispositivos móveis (STA, 2017);
- Compostas por dispositivos de tecnologia da informação, indústrias e negócios, governança, serviços urbanos, habitações, pessoas, educação, infraestrutura, transporte e o meio ambiente (LI *et al.*, 2019);
- Devem aplicar as TICs orientadas para promover melhorias e satisfação das necessidades básicas da população e dos serviços essenciais, como fornecimento de água, alimentos, eletricidade, saúde, transporte, educação e outras áreas de serviços essenciais (SÁNCHEZ-CORCUERA *et al.*, 2019).

Em suma, percebe-se que o requisito mais frequente é a aplicação de tecnologias inteligentes, como as TICs, para satisfação das necessidades humanas e melhor prestação dos serviços urbanos, com o cidadão participando ativamente no processo de desenvolvimento da cidade. Assim, como também evidenciado por outros autores, somente a aplicação de tecnologias não torna uma cidade inteligente. Para caracterizar uma *Smart City*, a aplicação de tecnologias deve ser orientada e centrada nas necessidades dos cidadãos, que por sua vez devem estar aptos a utilizar essa tecnologia de forma efetiva, participando e promovendo interação entre tecnologia-cidade-cidadãos, objetivando resolver um problema identificado pelos cidadãos e resultando em melhora na qualidade de vida, serviços mais eficientes e sustentáveis.

Assim, após a compreensão dos temas abordados, os procedimentos metodológicos da pesquisa serão descritos a seguir, a fim de possibilitar a replicação desta pesquisa.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O que caracteriza a pesquisa científica é a possibilidade de ser replicada. Assim, portanto, este capítulo é dedicado a indicar os caminhos percorridos para a construção deste trabalho.

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Tendo como base a proposta de classificação de pesquisas científicas, proposta por Gil (2008), quanto a abordagem do problema, a pesquisa classifica-se como qualitativa, pois visa, a partir da análise de conteúdos provenientes de outras publicações científicas, construir um modelo teórico de Transferência de Tecnologia para o desenvolvimento das *Smart Cities* sustentáveis.

Sob o ponto de vista dos objetivos, a pesquisa é classificada como exploratória, visto que objetiva tornar os temas mais claros, resultando em maior familiaridade com a temática. Além disso, a pesquisa irá envolver levantamento bibliográfico para a coleta de dados, método habitualmente aplicado em pesquisas exploratórias (GIL, 2008).

Por fim, a pesquisa é classificada como bibliográfica, do ponto de vista de seus procedimentos técnicos, visto que se utiliza de materiais já elaborados como suporte para elaborar outro trabalho (LAKATOS; MARCONI, 2001). Assim, a partir dos artigos científicos publicados em periódicos a relação entre os eixos Transferência de Tecnologia, Desenvolvimento Sustentável e *Smart Cities* foi construída, e então elaborado um modelo teórico.

Após classificar a pesquisa, foram definidos os procedimentos para atingir cada Objetivo Específico do trabalho, permitindo cumprir o objetivo geral, bem como responder ao problema da pesquisa. Os procedimentos adotados para a pesquisa estão descritos na seção seguinte.

3.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

Segundo Gil (2008), o método se faz necessário para que o conjunto de procedimentos intelectuais e técnicos sejam especificados, com o objetivo de chegar

a um determinado fim. Dessa forma, este capítulo descreve os procedimentos metodológicos da pesquisa, conforme estruturado na Figura 5.

Figura 5: Resumo dos procedimentos da pesquisa



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Assim, os procedimentos para a construção dos portfólios de artigos científicos, fontes da coleta de dados e análise de conteúdo, foram descritos, bem como os procedimentos para a construção do Modelo teórico.

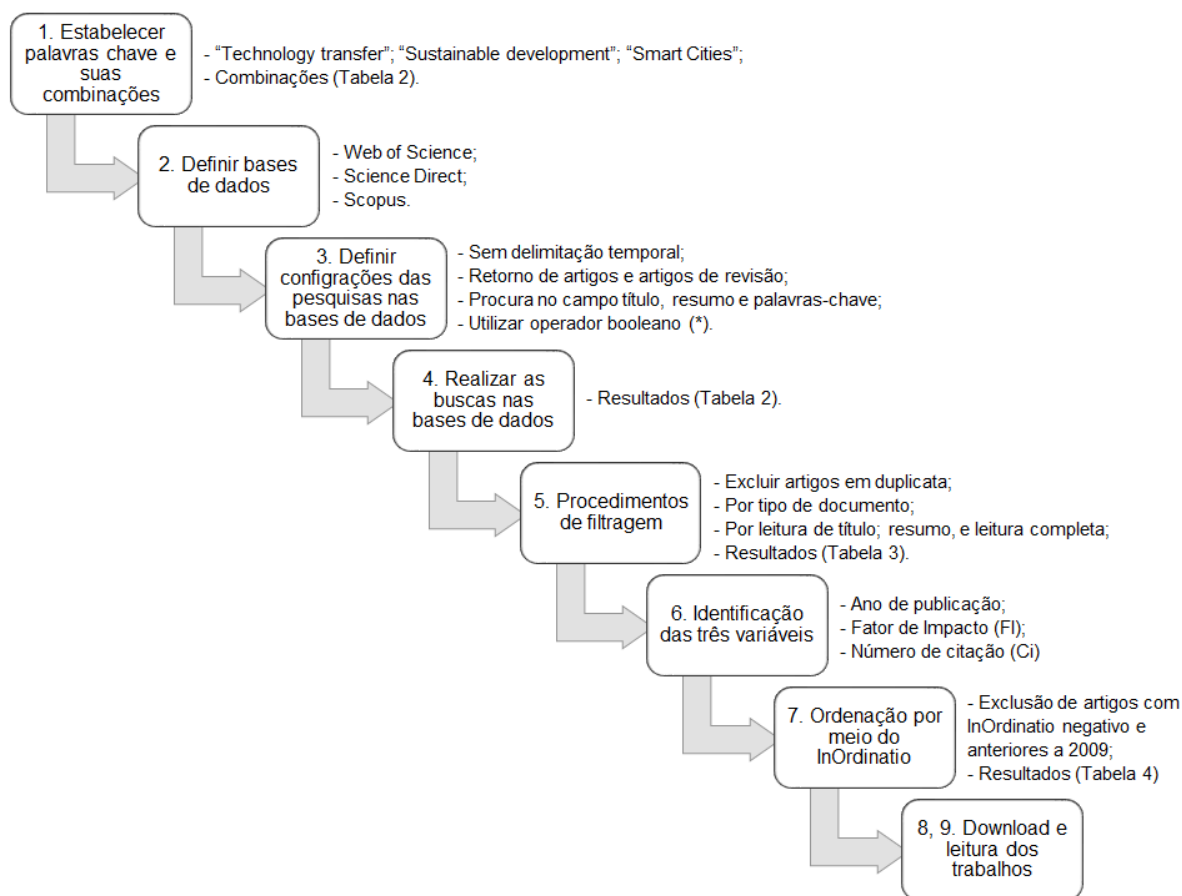
3.2.1 Construção do Portfólio de Artigos Científicos e do Modelo Teórico

Para realizar a construção do portfólio de artigos científicos para a Revisão Sistemática de Literatura, a metodologia *Methodi Ordinatio* foi empregada. A *Methodi Ordinatio* se caracteriza por ser uma metodologia genérica, ou seja, pode ser utilizada para estudos em qualquer área de conhecimento. Trata-se de uma ferramenta de decisão multicritério, permitindo a ordenação de artigos considerando três variáveis: Ano de publicação, Fator de impacto (Fi) e Número de citação (Ci) do artigo. A partir do ponderamento das três variáveis ocorre a ordenação de um portfólio de artigos, por meio do *InOrdinatio*, índice que indica a relevância científica do artigo em um portfólio.

Por meio da ordenação de artigos é possível classificar os trabalhos individualmente, o que, diante da grande quantidade de artigos, proporciona uma maneira de selecionar os trabalhos mais adequados para uma pesquisa com crivo científico, diminuindo a tarefa do pesquisador sem comprometer a qualidade científica. A comunidade científica considera essa combinação de fatores relevantes, como detalhado em Pagani, Kovaleski e Resende (2015; 2018) e validado por outros autores (GAO; MELERO; SESE, 2019; MULLER *et al.*, 2019; PINTO *et al.*, 2019; SOUZA *et al.*, 2019; CORSI *et al.*, 2020). Portanto, este estudo utilizará essa metodologia para a construção do portfólio de artigos científicos permitindo a revisão sistemática de literatura.

Considerando o protocolo proposto por Pagani, Kovaleski e Resende (2015; 2018), as etapas para a presente pesquisa foram construídas, conforme Figura 6.

Figura 6: Procedimentos para construção do portfólio de artigos científicos



Fonte: Adaptado de Pagani, Kovaleski e Resende (2015; 2018)

Conforme ilustrado na Figura 6, a construção do portfólio de artigos científicos baseou-se em nove Etapas, propostas por Pagani, Kovaleski e Resende (2015; 2018). As etapas estão detalhadas a seguir.

Etapa 1: Foi definida a intenção de pesquisa, bem como as possíveis palavras chave, e realizadas buscas exploratórias em diferentes bases de dados. A partir disso, foram definidas as três palavras chave centrais, e estas geraram oito combinações, conforme Tabela 2.

Etapa 2: As bases de dados selecionadas foram a *Scopus*, *Web of Science* e *Science Direct*, por retornarem o maior número de artigos nas buscas;

Etapa 3: Para realizar as buscas, as seguintes configurações foram estabelecidas nas bases de dados:

- *Web of Science*: Pesquisa por tópico, selecionando somente artigos e revisões, utilizando o operador (*) ao fim das palavras, e sem corte temporal;

- *Scopus*: Pesquisa por título, resumo e palavras-chave, selecionando somente artigos e revisões, utilizando o operador (*) ao fim das palavras e sem corte temporal, e
- *Science Direct*: Pesquisa por título, resumo e palavras-chave, selecionando somente artigos e revisões e sem corte temporal. A base não permite a utilização do operador booleano (*).

Etapa 4: A partir da definição das combinações de palavras chave, das bases de dados, bem como a configuração das buscas, a busca definitiva foi realizada, e o resultado obtido foi, conforme Tabela 2.

Tabela 2: Resultados das buscas nas bases de dados

COMBINAÇÕES DE PALAVRAS CHAVE	WEB OF SCIENCE		SCOPUS		SCIENCE DIRECT		TOTAL
	Artigo	Revisão	Artigo	Revisão	Artigo	Revisão	
1 "Technolog* transfer*" AND "Sustainab* development"	138	14	638	193	49	6	1038
2 "Technolog* transfer*" AND "Sustainab* development" AND "Smart cit**"	1	0	1	0	0	0	2
3 "Technolog**" AND "Sustainab* development" AND "Smart cit**"	58	6	123	21	21	4	233
4 "Technolog* transfer* model*" AND "Smart cit**"	0	0	0	0	0	0	0
5 "Technolog* transfer* model*" AND "Smart sustainable cit**"	0	0	0	0	0	0	0
6 "Technolog* transfer*" AND "Smart sustainable cit**"	0	0	0	0	0	0	0
7 "Technolog**" AND "Smart sustainable cit**"	14	2	15	3	8	1	43
8 "Technolog* transfer*" AND "Smart cit**"	5	0	8	1	2	0	16
Total de artigos							1332

Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Etapa 5: Após a busca nas bases de dados, iniciou-se o processo de filtragem dos artigos. Esse processo de exclusão de artigos tem como objetivo eliminar trabalhos em duplicidade e aqueles com temáticas não relacionadas ao tema central desta pesquisa. Para realizar a filtragem, inicialmente foram excluídas

as duplicatas em cada uma das oito combinações, separadamente. Após, foram excluídas as duplicatas entre as oito combinações, e então iniciou-se o procedimento de exclusão por tipo de documento (artigos de conferência e congresso) e, por fim, exclusão por conteúdo. A exclusão por conteúdo se deu, primeiramente, por meio da leitura de título, e em caso de dúvida por meio da leitura do resumo ou do artigo completo. O resultado obtido nesse processo foi, conforme Tabela 3.

Tabela 3: Procedimentos de filtragem

PROCEDIMENTO DE FILTRAGEM	COMBINAÇÕES							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Eliminação de duplicatas	149	1	58	0	0	0	23	6
Eliminação por tipo de documento	34	0	11	0	0	0	2	0
Eliminação por leitura de título	178	0	13	0	0	0	0	0
Eliminação por leitura de resumo	534	0	43	0	0	0	10	6
Eliminação por leitura completa	6	0	34	0	0	0	0	4
Total de artigos eliminados	901	1	159	0	0	0	35	16
Total de artigos por combinação no portfólio	137	1	74	0	0	0	8	0
Total de artigos no portfólio								220

Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Etapa 6: As variáveis Fator de impacto (Fi), Número de citação (Ci) e ano de publicação foram coletadas para cada artigo do portfólio. O fator de impacto (Fi) selecionado para julgar a importância do periódico foi o JCR (*Journal Citation Report*). Caso a revista não apresente essa métrica, a sequência de métricas utilizadas foram: CiteScore, Scimago (SJR) e Snipp. Em caso de não apresentar nenhuma das métricas, o valor atribuído ao Fi do artigo foi zero. Os anos de publicação dos artigos foram coletados, bem como os números de citações (Ci), presente no *Google Scholar*.

Etapa 7: Aplicação da Equação 1, denominada InOrdinatio, proposta por Pagani, Kovalski e Resende (2015; 2018).

$$InOrdinatio = \left(\frac{Fi}{1000}\right) + \alpha * [(10 - (AnoPesquisa - AnoPublicação))] + (Ci) \quad (1)$$

Legenda: α : Peso atribuído pelo pesquisador de 1 a 10, quando mais próximo do 10 maior importância da atualidade do tema; AnoPesquisa: Ano de realização da pesquisa; AnoPublicação: Ano de publicação do artigo.

Com os artigos ordenados, definiu-se o critério de leitura. Assim, artigos com InOrdinatio negativo e publicados anteriormente ao ano 2009 foram excluídos. Esse filtro justifica a utilização da metodologia Methodi Ordinatio, compondo um portfólio de artigos com relevância científica, por meio de três critérios aceitos pela comunidade científica. Os artigos excluídos nessa fase não foram lidos nem considerados nas análises, já que, conforme os três critérios, estes apresentam menor relevância científica em relação aos demais (dois ou mais dos três fatores não eram significativos a ponto de fazer com que esses artigos subissem no ranking). Após esta etapa, os resultados obtidos foram, conforme Tabela 4.

Tabela 4: Exclusão de artigos pós ordenação

COMBINAÇÃO	ARTIGOS EXCLUÍDOS PÓS ORDENAÇÃO	TOTAL DE ARTIGOS NO PORTFÓLIO
1	30	107
2	0	1
3	0	74
4	0	0
5	0	0
6	0	0
7	0	8
8	0	0
Total	30	190

Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Etapa 8 e 9: Assim, após os procedimentos descritos, o portfólio de artigos científicos ficou composto por 190 artigos. Os portfólios obtidos para as combinações 1, 2, 3 e 7 foram, conforme APÊNDICE A (Tabelas 5, 6, 7 e 8). As combinações 4, 5, 6 e 8 obtiveram um resultado de artigos igual a zero, sendo assim, foram excluídas das análises.

Após definir as fontes de coleta de dados, os procedimentos de coletas de dados foram descritos, conforme Quadro 7, definindo os objetivos de cada atividade, relacionando as atividades as fontes (combinação do portfólio), procedimentos esperados, objetivos a serem atingidos, e os principais autores a serem considerados para cada atividade.

Quadro 7: Procedimentos metodológicos da pesquisa

ETAPAS DAS ATIVIDADES	FONTES	PRINCIPAIS AUTORES	OBJETIVOS ATINGIDOS
1) Pesquisa Bibliográfica Exploratória (GIL, 2008)	Artigos científicos	-	Definição dos objetivos e da pergunta de partida
2) Revisão Sistemática de Literatura (Methodi Ordinatio). Coleta de dados: Auxílio do <i>software</i> NVivo	Artigos científicos: Combinação 1	Psarras, J.; Karakosta, C.; Doukas, H.; Flamos, A.	Identificar as tecnologias transferidas com o intuito de promover desenvolvimento sustentável, o fluxo das transferências, os mecanismos utilizados, as barreiras e oportunidades relatadas, e os benefícios para o TBL. (OE1)
2.1) Tabulação e Análise de Conteúdos (planilhas eletrônicas)	Dados coletados da Combinação 1		
3) Revisão Sistemática de Literatura (Methodi Ordinatio). Coleta de dados: Auxílio do <i>software</i> NVivo	Artigos científicos: Combinações 3 e 7	Bibli, S. E.; Evans, J.; Karvonen, A.; Yigitcanlar, T.	Mapear as definições, requisitos e domínios das <i>Smart Cities</i> sustentáveis, as tecnologias e suas aplicações em projetos <i>Smart</i> , os desafios de sua aplicação, e os impactos mencionados para o tripé da sustentabilidade (OE2)
3.1) Tabulação e Análise de Conteúdos (planilhas eletrônicas)	Dados coletados das Combinações 3 e 7		
4) Revisão Sistemática de Literatura (Methodi Ordinatio). Coleta de dados: Auxílio do <i>software</i> NVivo	Artigos científicos: Combinação 2	Catlett, C.; Cesario, E.; Foroonzanfa, M.	Pesquisar as entidades envolvidas no processo de Transferência de Tecnologia, as tecnologias, mecanismos, barreiras, oportunidades e benefícios esperados com o processo de transferência nesse modelo de cidades. (OE3)
4.1) Tabulação e Análise de Conteúdos (planilhas eletrônicas)	Dados coletados da Combinação 2		
5) Construção do Modelo teórico.	Conhecimentos anteriores (Fundamentação Teórica) e dados e análises das etapas 2, 2.1, 3, 3.1, 4, 4.1.	Baseando-se no Ciclo PDCA e nas tipologias propostas por Pagani <i>et al.</i> (2016)	Relacionar o processo de Transferência de Tecnologia, o desenvolvimento sustentável e as <i>Smart Cities</i> em uma única estrutura, utilizando para isso os dados de bibliográficos e documentais coletados. (OE4 e Objetivo Geral)

Fonte: Elaborado pela autora (2020)

A seguir cada uma das Etapas será descrita em detalhes.

1. Pesquisa Bibliográfica exploratória: o primeiro procedimento realizado foi a busca exploratória acerca das temáticas envolvidas, que são: Transferência de Tecnologia, Desenvolvimento Sustentável, e *Smart Cities*, conforme Etapa 1, objetivando identificar o *gap* de pesquisa. Como resultado, evidenciou-se a necessidade de um modelo que correlacione os três temas, permitindo também a definição dos objetivos da pesquisa e da definição do problema de pesquisa: **Como estruturar um modelo de Transferência de Tecnologia orientado para o desenvolvimento sustentável das *Smart Cities*?**

2. Revisão Sistemática de Literatura e coleta de dados: Para responder ao problema de pesquisa, e cumprir com os objetivos da pesquisa, foi realizada uma Revisão Sistemática de Literatura, utilizando a metodologia *Methodi Ordinatio*. A partir da aplicação da *Methodi Ordinatio* foi construído o portfólio de artigos científicos (portfólio da Combinação 1), o qual foi fonte das coletas de dados.

Já para auxiliar na coleta de dados, o *software* NVivo 12, utilizado em pesquisas com dados qualitativos, que permite melhor gestão, organização e análise dos dados, foi empregado. A ferramenta de codificação manual do *software* NVivo 12 foi utilizada, auxiliando na coleta e mapeamento dos dados. Essa configuração permite que ocorram as buscas por palavras anteriormente estabelecidas, obtendo resultados focados nos objetivos. Além disso, a codificação manual gera maior confiabilidade nos dados, visto que passa pelo crivo do pesquisador, gerando, por conseguinte, análises mais confiáveis. Os procedimentos de coletas de dados foram aplicados também nas Etapas 3 e 4.

2.1 Tabulação e Análise de Conteúdos: Após as coletas, os dados foram tabulados em planilhas eletrônicas e analisados, com o intuito de transformar os dados em informações e conhecimentos que serão úteis para a construção do modelo, atingindo assim o Objetivo Específico OE1.

3. Revisão Sistemática de Literatura e coleta de dados: Os procedimentos adotados foram conforme descritos na Etapa 2, no entanto, resultando no portfólio das Combinações 3 e 7. A partir da definição dos portfólios foram realizados os procedimentos de coletas de dados, conforme descritos na Etapa 2.

3.1 Tabulação e Análise de Conteúdos: Os procedimentos adotados nessa Etapa são conforme os descritos na Etapa 2.1, entretanto, analisando os conteúdos dos portfólios 3 e 7, e atingindo o Objetivo Específico OE2.

4. Revisão Sistemática de Literatura e coleta de dados: Os procedimentos adotados foram conforme descritos na Etapa 2, no entanto, resultando no portfólio da Combinação 2. A partir da definição dos portfólios foram realizados os procedimentos de coletas de dados, conforme descritos na Etapa 2.

4.1 Tabulação e Análise de Conteúdos: Os procedimentos adotados nessa Etapa são conforme os descritos na Etapa 2.1, entretanto, analisando os conteúdos do portfólio e, e atingindo o Objetivo Específico OE3.

5. Construção do Modelo teórico: A partir da coleta de dados e análise de conteúdo, o modelo foi construído. Para isso, as informações obtidas a partir da Revisão de Literatura (Etapa 1) e das análises de conteúdo (Etapas 2.1, 3.1 e 4.1) foram relacionadas em um modelo teórico, atingindo o Objetivo Específico 4 (OE4), e, por fim, o Objetivo Geral da pesquisa.

Visto que o modelo teórico é referente ao processo de Transferência de Tecnologia, e que busca evidenciar os aspectos do processo, o modelo proposto por Pagani *et al.* (2016), que é resultado de uma revisão extensa de literatura de outros modelos, foi utilizado como parâmetro. Entretanto, dado que o processo deve promover o desenvolvimento sustentável, os aspectos serão mapeados em processo de Transferência de Tecnologia orientado para o desenvolvimento sustentável, diferenciando-se do modelo de Pagani *et al.* (2016), que se caracteriza como um modelo genérico.

Inicialmente foi construído um Macroprocesso, baseado nos atores propostos por Pagani *et al.* (2016), mas com adaptações para o contexto deste trabalho. Foram identificados os fluxos da transferência (provedor e receptor); tecnologias; barreiras; oportunidades e mecanismos, acrescentando os impactos para o *Triple Bottom Line*, sendo característica do desenvolvimento sustentável. No Macroprocesso, as tecnologias que serão transferidas devem ser relacionadas ao domínio *Smart* para que, posteriormente, na etapa de seleção de tecnologias e fornecedores, as ações sejam direcionadas para esse domínio. Por fim, o Macroprocesso demonstrará os possíveis resultados do processo de transferência, sendo relacionados ao desenvolvimento tecnológico; benefício ambiental; econômico e social.

Após a definição dos aspectos da Transferência de Tecnologia para o desenvolvimento sustentável, serão inseridas as informações referentes aos três eixos da pesquisa, acrescentando as informações das *Smart Cities*. O eixo *Smart City* também será estudado juntamente com o desenvolvimento sustentável, visto que o intuito do presente trabalho é em *Smart Cities* sustentáveis. Os aspectos necessários para desenvolver o modelo são as

tecnologias e projetos *Smart*; domínios; requisitos; definições, para a compreensão dos objetivos desse modelo de cidades e resultados esperados; os desafios dessas cidades; e os resultados esperados para o TBL.

A partir da identificação dos resultados para o TBL, gerados pela transferência e implementação de tecnologias sustentáveis nos domínios *Smart*, esses impactos foram relacionados aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), visando evidenciar quais os benefícios sustentáveis podem ser atingidos com a prática.

Por fim, os aspectos referentes à relação entre os três temas devem ser analisados, visando identificar especificidades da Transferência de Tecnologia para o desenvolvimento sustentável das *Smart Cities*, para que possa ser inserido no modelo teórico.

Após a identificação destes aspectos o Modelo teórico de Transferência de Tecnologia para o Desenvolvimento Sustentável de *Smart Cities* pôde ser desenvolvido. O Modelo se baseou em fases e etapas que irão balizar a transferência, promovendo maior efetividade, permitindo se antecipar a possíveis barreiras, possibilitando identificar oportunidades ao processo, utilizando-se dos mecanismos de transferência, e, assim, objetivando resultar em maiores benefícios sustentáveis para as *Smart Cities*.

Para a construção do modelo teórico, o ciclo PDCA, do inglês *Plan-Do-Check-Act* (Planejar-Executar-Verificar-Agir), foi adaptado. O PDCA é uma ferramenta de gestão da qualidade, creditado à Deming, desenvolvida para avaliar ciclos e promover melhoria contínua e que visa estabelecer metas e processos para atingir um objetivo, executar esses processos e, ao longo de todo o processo, deve monitorar sua execução, comparando os resultados com as metas, quando houver divergências deve agir a fim de corrigi-las (CALÔBA; KLAES, 2016).

Assim, visto que o modelo de transferência se baseia em processos e melhoria contínua desses processos, o ciclo PDCA se faz conveniente.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Considerando os Procedimentos metodológicos da pesquisa, descritos no Quadro 7, esta Seção tem como objetivo apresentar os dados coletados bem como as discussões dos resultados das análises de conteúdo, extraídos dos artigos selecionados para leitura.

Os resultados encontrados a partir do Nvivo 12 e as análises realizadas foram:

- 4.1 Transferência de Tecnologia orientada para o Desenvolvimento sustentável, visando identificar as tecnologias mencionadas no processo, resultados para o tripé da sustentabilidade, os fluxos das transferências, e as barreiras e oportunidades mencionadas nesse processo;
- 4.2 *Smart Cities* focadas no Desenvolvimento Sustentável, com o intuito de mapear as tecnologias, requisitos e domínios das *Smart Cities*, bem como os projetos *Smart* descritos, os benefícios que essas tecnologias e projetos resultaram para o tripé da sustentabilidade, e as dificuldades encontradas no desenvolvimento das *Smart Cities* com foco sustentável;
- 4.3 Transferência de Tecnologia em *Smart Cities* sustentáveis, objetivando identificar os atores mencionados em processo de Transferência de Tecnologia nesses modelos de cidades, as tecnologias propriamente ditas, os mecanismos de transferência mencionados, as barreiras e oportunidades do processo, e, por fim, os benefícios para o tripé da sustentabilidade esperados com o processo de transferência nas *Smart Cities*.

4.1 TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Visto que o processo de Transferência de Tecnologia, quando orientado para o desenvolvimento sustentável, deve alinhar seus objetivos aos objetivos sustentáveis, este apresenta particularidades em relação a processos de transferência genéricos. Assim, é necessário identificar essas particularidades, permitindo que o modelo seja desenvolvido.

Portanto, essa seção objetiva identificar as tecnologias mencionadas no processo (4.1.1), os fluxos das transferências (4.1.2), os mecanismos citados (4.1.3), as barreiras e oportunidades mencionadas nesse processo (4.1.4), e, por fim, os resultados obtidos para o tripé da sustentabilidade (4.1.5). A partir da identificação destes aspectos, o Objetivo específico 1 (OE1) do trabalho será atingido. Para isso, conforme descrito no Quadro 7, somente a combinação 1 do portfólio de artigos científicos foi utilizada, composto por 107 artigos.

4.1.1 Tecnologias Transferidas com Objetivo Sustentável

A partir do portfólio de artigos científicos resultantes da combinação 1, foram identificadas as tecnologias mencionadas nos estudos. Primeiramente, a funcionalidade de busca de palavras do *software* NVivo 12 foi utilizada, buscando por tecnologias. A partir de um filtro, as referências resultantes sem conexão com o tema foram eliminadas. Por fim, as tecnologias identificadas foram agrupadas conforme sua classificação. Os resultados obtidos estão descritos no Quadro 8.

Quadro 8: Tecnologias

TECNOLOGIAS DE ENERGIAS RENOVÁVEIS (RET)	AUTORES
Solar; Tecnologia fotovoltaica (PV); Energia solar concentrada (CSP)	O'Brien, O'Keefe e Rose (2007); Karakosta, Doukas e Psarras (2008); Karakosta e Psarras (2009); Doukas, Karakosta e Psarras (2009); Karakosta, Doukas e Psarras (2009); Shukla, Dhar e Fujino (2010); Karakosta, Doukas e Psarras (2010a); Karakosta, Doukas e Psarras (2010b); Flamos (2010); Stambouli (2011); Pearce <i>et al.</i> (2012); Karakosta, Doukas e Psarras (2012); Doukas <i>et al.</i> (2012); Shi e Lai (2013); Eaton (2013); Blohmke (2014); Bayer, Urpelainen e Xu (2014); Boudghene Stambouli <i>et al.</i> (2014); Belmonte, Escalante e Franco (2015); Mehta, Shankar e Bandopadhyay (2016); Lema e Lema (2016); Verdolini e Bosetti (2017); Lema <i>et al.</i> (2018)
Energia Eólica	O'Brien, O'Keefe e Rose (2007); Karakosta, Doukas e Psarras (2008); Karakosta e Psarras (2009); Doukas, Karakosta e Psarras (2009); Karakosta, Doukas e Psarras (2009); Lybæk e Andersen (2010); Kua (2010); Flamos (2010); Shukla, Dhar e Fujino (2010); Da <i>et al.</i> (2011); Karakosta, Doukas e Psarras (2012); Shi e Lai (2013); Bayer, Urpelainen e Xu (2014); Blohmke (2014); Boudghene Stambouli <i>et al.</i> (2014); Belmonte, Escalante e Franco (2015); Karakosta (2016); Mehta, Shankar e Bandopadhyay (2016); Verdolini e Bosetti (2017); Lema <i>et al.</i> (2018)
Biomassa; Bioenergia	Disch (2010); Karakosta, Doukas e Psarras (2008); Karakosta (2016); Flamos, Georgallis e Psarras (2010); Vac, e Fitiu (2017); Karakosta, Doukas e Psarras (2012); O'Brien, O'Keefe e Rose (2007); Lybæk e Andersen (2010); Verdolini e Bosetti (2017);

	Bayer, Urpelainen e Xu (2014); Karakosta e Psarras (2009); Doukas <i>et al.</i> (2012); Shukla, Dhar e Fujino (2010); Belmonte, Escalante e Franco (2015); Karakosta, Doukas e Psarras (2009); Parnphumeesup e Kerr (2011); Ravindranath e Balachandra (2009); Bruckman <i>et al.</i> (2018); Sarkodie e Strezov (2019)
Hidrelétricas; Small Hydropower Plants (SHP)	Karakosta, Doukas e Psarras (2008); Stambouli (2011); Karakosta, Doukas e Psarras (2012); Verdolini e Bosetti (2017); Bayer, Urpelainen e Xu (2014); Mehta, Shankar e Bandopadhyay (2016); Liu, Eesser e Whiting (2013); Lema <i>et al.</i> (2018); Shukla, Dhar e Fujino (2010); Doukas, Karakosta e Psarras (2009); Karakosta, Doukas e Psarras (2009); Urban <i>et al.</i> (2015); Flamos (2010)
Energia Geotérmica	Karakosta, Doukas e Psarras (2008); Verdolini e Bosetti (2017); Karakosta e Psarras (2009); Adenle, Azadi e Arbiol (2015); Ma (2012); Mehta, Shankar e Bandopadhyay (2016); Doukas, Karakosta e Psarras (2009); Karakosta, Doukas e Psarras (2009); Flamos (2010)
Tecnologia de aquecimento	Pearce <i>et al.</i> (2012); Karakosta, Doukas e Psarras (2012); Escalante, Belmonte e Gea (2013); Lybæk e Andersen (2010); Belmonte, Escalante e Franco (2015); Karakosta, Doukas e Psarras (2009); Flamos (2010)
Tecnologia de combustão	Ravindranath e Balachandra (2009); Disch (2010); Karakosta, Doukas e Psarras (2008); Bayer, Urpelainen e Xu (2014); Karakosta e Psarras (2009); Dorn <i>et al.</i> (2012)
Biogás: Tecnologia de combustão de metano	Karakosta, Doukas e Psarras (2008); Flamos, Georgallis e Psarras (2010); Karakosta e Psarras (2009); Ravindranath e Balachandra (2009); Bruckman <i>et al.</i> (2018)
Tecnologia da água	Holm <i>et al.</i> (2016); Ferreira, Fernandes e Ratten (2018); Inbal e Tzachor (2013); Imaz e Sheinbaum (2017); Belmonte, Escalante e Franco (2015)
Tecnologia da Onda; Oceano	Mehta, Shankar e Bandopadhyay (2016); Doukas, Karakosta e Psarras (2009); Flamos (2010)
Biocombustíveis	Mehta, Shankar e Bandopadhyay (2016); Shukla, Dhar e Fujino (2010)
Gasificação para eletricidade	Ravindranath e Balachandra (2009); Flamos, Georgallis e Psarras (2010)
Gás de aterro sanitário	Karakosta e Psarras (2009); Ma (2012)
Cogeração - bioenergia	Flamos, Georgallis e Psarras (2010)
Tecnologia de cozinha	Ravindranath e Balachandra (2009)
Tecnologia de refrigeração	Karakosta, Doukas e Psarras (2009)
TECNOLOGIA PARA MELHORA AMBIENTAL	AUTORES
Tecnologia de Energia Renovável, Limpa, Favorável ao clima, Ecológica, Ambientalmente favorável, Sustentável, de baixo carbono, Baixa emissão, Verde, de redução de gases do efeito estufa (GEE), Redução de poluição	Disch (2010); Karakosta, Doukas e Psarras (2008); Karakosta (2016); Pearce <i>et al.</i> (2012); Paulsson (2009); Torvanger <i>et al.</i> (2013); Mulamula e Amadi-Echendu (2017); Menon-Choudhary e Shukla (2009); Khan, Haleem e Husain (2017); Flamos, Georgallis e Psarras (2010); Vac, e Fitiu (2017); Karakosta, Doukas e Psarras (2012); Azam (2011); Osunoyomi, Redlich e Wulfsberg (2016); Sarkodie e Strezov (2019); Lybæk e Andersen (2010); Verdolini e Bosetti (2017); Ferreira, Fernandes e Ratten (2018); Karakosta, Doukas e Psarras (2010); Aggarwal e Aggarwal (2017); Bayer, Urpelainen e Xu (2014); Karakosta e Psarras (2009); Adenle, Azadi e Arbiol (2015); Basu (2018); Shi e Lai (2013); Bakhtina (2011); Ma (2012); Tschiggerl e Wolf (2012); Gallagher (2006); Morgera e Ntona (2018); Mehta, Shankar e Bandopadhyay (2016); Kostevsek <i>et al.</i> (2016); Inbal e Tzachor (2013); Kruckenberg (2015a); Manyuchi (2017); Doukas <i>et al.</i> (2012); Liu, Eesser e Whiting (2013); Nhamo (2011); Lema <i>et al.</i>

	(2018); Shukla, Dhar e Fujino (2010); Kruckenberg (2015b); Doukas, Karakosta e Psarras (2009); Brodhag (2013); Lovett <i>et al.</i> (2009); Imaz e Sheinbaum (2017); Belmonte, Escalante e Franco (2015); Karakosta, Doukas e Psarras (2009); Urban <i>et al.</i> (2015); Ravindranath e Balachandra (2009); Silva Jr. <i>Et al.</i> (2013); Brent e Kruger (2009); Agboola (2014); Eaton (2013); Blohmke (2014); Flamos e Begg (2010); Karakosta, Doukas e Psarras (2010); Flamos (2010); Shrivastava (1995); Mickwitz, Hyvättinen e Kivimaa (2008); Fasehun (2015); Dorn <i>et al.</i> (2012); Sarr e Swanson (2017); Stambouli (2011)
Carbon Capture and Storage (CCS); de armazenamento	Mehta, Shankar e Bandopadhyay (2016); Kostevsek <i>et al.</i> (2016); Lovett <i>et al.</i> (2009); Flamos (2010); Sarkodie e Strezov (2019); Shukla, Dhar e Fujino (2010)
Tecnologia térmica	Disch (2010); Karakosta, Doukas e Psarras (2009); Parnphumeesup e Kerr (2011); Bayer, Urpelainen e Xu (2014)
Tecnologias de carvão para gás	Karakosta (2016); Karakosta, Doukas e Psarras (2012); Karakosta, Doukas e Psarras (2010); Karakosta e Psarras (2009)
Tecnologia de Carvão Limpo	Karakosta, Doukas e Psarras (2008); Karakosta e Psarras (2009); Karakosta, Doukas e Psarras (2009)
TECNOLOGIA DA COMPUTAÇÃO/ INFORMAÇÃO	AUTORES
Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC)	Pearce <i>et al.</i> (2012); Mulamula e Amadi-Echendu (2017); Adenle, Azadi e Arbiol (2015); Gallagher (2006); Morgera e Ntona (2018); Zhang, Xie e Li (2017); Imaz e Sheinbaum (2017); Bliznets, Kartskhiya e Smirnov (2018)
Tecnologia da Informação (TI)	Karakosta (2016); Pearce <i>et al.</i> (2012); Menon-Choudhary e Shukla (2009); Tschiggerl e Wolf (2012); Li, Zhang e Jin (2018); Bliznets, Kartskhiya e Smirnov (2018); Boudghene Stambouli <i>et al.</i> (2014)
Hardware; Software	Manyuchi (2017); Lema <i>et al.</i> (2018); Eaton (2013)
Hi-tech	Bliznets, Kartskhiya e Smirnov (2018); Bayer, Urpelainen e Xu (2014); Waswa e Juma (2012)
Internet of Things (Iot)	Bliznets, Kartskhiya e Smirnov (2018); Vac, e Fitiu (2017)
Smart, Cloud Computing, Big Data, artificial intelligence (AI)	Bliznets, Kartskhiya e Smirnov (2018)
TECNOLOGIA DA AGRICULTURA	AUTORES
Tecnologias agrícolas	Inbal e Tzachor (2013); Imaz e Sheinbaum (2017); Adenle, Azadi e Arbiol (2015)
Tecnologias de irrigação	Azam (2011); Adenle, Azadi e Arbiol (2015); Boudghene Stambouli <i>et al.</i> (2014)
Tecnologias de conservação de energia	Karakosta e Psarras (2009); Karakosta, Doukas e Psarras (2009)
Tecnologias de dessalinização	Karakosta e Psarras (2009); Boudghene Stambouli <i>et al.</i> (2014)
Projetos de aterro	Disch (2010)
Monitoramento de culturas alimentares	Rochon <i>et al.</i> (2010)
Agricultura inteligente baseada em soluções de TI	Vac, e Fitiu (2017)
Compostagem	Adenle, Azadi e Arbiol (2015)
Economia de terras	Adenle, Azadi e Arbiol (2015)
TECNOLOGIAS DE ENERGIAS NÃO RENOVÁVEIS	AUTORES
Combustível fóssil	Sarkodie e Strezov (2019); Verdolini e Bosetti (2017); Ma (2012); Kruckenberg (2015a); Doukas, Karakosta e Psarras (2009); Ravindranath e Balachandra (2009); Fasehun (2015); Eaton (2013)

Mina de carvão	Karakosta (2016); Karakosta e Psarras (2009); Makarewicz-Marcinkiewicz (2013); Ravindranath e Balachandra (2009)
Nuclear	Sarkodie e Strezov (2019); Shukla, Dhar e Fujino (2010)
Óleo	Karakosta, Doukas e Psarras (2008); Karakosta (2016)
Gás natural	Karakosta, Doukas e Psarras (2008)
TECNOLOGIAS SOCIAIS	AUTORES
Tecnologia sustentável socialmente viável	Pearce <i>et al.</i> (2012); Osunyomi, Redlich e Wulfsberg (2016); Lybæk e Andersen (2010); Karakosta e Psarras (2009); Brodhag (2013); Belmonte, Escalante e Franco (2015); Karakosta, Doukas e Psarras (2009); Agboola (2014); Flamos (2010)
TECNOLOGIAS DE GESTÃO HÍDRICA	AUTORES
Constructed wetlands (cws) - para gerenciamento sustentável de águas residuais	Agboola (2014)
Tecnologia de bomba manual	Zhang, Xie e Li (2017)
Reciclagem de água e tecnologias resilientes	Agboola (2014)
Sistema de gerenciamento de água baseado em SIG	Soutter <i>et al.</i> (2009)
Bomba de água movida a bicicleta	Osunyomi, Redlich e Wulfsberg (2016)
Tecnologia de pesca	Agboola (2014)
TECNOLOGIAS AUTOMOTIVAS	AUTORES
Veículos com células de combustível (FCVs)	Gallagher (2006)
Tecnologia de controle eletrônico	Gallagher (2006)
Veículos híbridos e elétricos	Mehta, Shankar and Bandopadhyay (2016)
TECNOLOGIAS ESPACIAIS	AUTORES
Sistemas de informação geográfica (SIG)	Soutter <i>et al.</i> (2009); Adenle, Azadi e Arbiol (2015)
Tecnologia espacial; sensoriamento remoto	Jason <i>et al.</i> (2010)
Disaster Monitoring Constellation (DMC)	Jason <i>et al.</i> (2010)
Tecnologia espacial e de comunicação	Waswa e Juma (2012)
Imagens remotamente detectadas para a seca; Satélite	Rochon <i>et al.</i> (2010)
TECNOLOGIAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	AUTORES
Tecnologias CAD; CAM	Tschiggerl e Wolf (2012)
Tecnologia de vedação Otta	Pinard (2013)
Projeto de construção sustentável; ENEF	Karakosta, Doukas e Psarras (2012)
OUTRAS TECNOLOGIAS	AUTORES
Biotecnologia	Adenle, Azadi e Arbiol (2015); Shi e Lai (2013); Ignatavičius, Tvaronavičiene e Piccinetti (2015); Agboola (2014); Bliznets, Kartskhiya e Smirnov (2018)
Tecnologia estrangeira	Tschiggerl e Wolf (2012); Bayer, Urpelainen e Xu (2014)
Nanotecnologia	Bliznets, Kartskhiya e Smirnov (2018)
Sistema Enabling Innovation (EI)	Pearce <i>et al.</i> (2012)
Sistema Appropedia	Pearce <i>et al.</i> (2012)

Tecnologia de base

Agboola (2014)

Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Ao analisar o Quadro 8, pode-se concluir que as tecnologias mais abordadas no portfólio de artigos científicos (Combinação 1) são as tecnologias para beneficiamento ambiental, sendo as tecnologias renováveis, abordadas de forma genérica, mencionada em 63 artigos do portfólio. Conforme Karakosta, Doukas e Psarras (2009), existem diferentes oportunidades para que as tecnologias de fontes renováveis sejam implantadas, como por meio de legislação e por meio de projetos de financiamento do CDM. Entretanto, também existem os bloqueios para essa adoção, como alto custo de obtenção e implementação; investimento inadequado; falta de estrutura institucional e legal e a falta de conhecimento das novas tecnologias.

Seguido das tecnologias renováveis abordadas de forma genérica, algumas tecnologias de energias renováveis (RET) específicas foram abordadas com maior frequência, como as tecnologias de energia solar; tecnologias de energia proveniente do vento ou turbinas; tecnologias provenientes da biomassa, a bioenergia; tecnologias de energia hídrica, as usinas hidroelétricas e *Small Hydropower Plants* (SHP); e as tecnologias de energias geotérmicas. As tecnologias de energia provenientes das águas e ondas foram menos frequentes.

A partir da identificação das frequências de abordagem das tecnologias, conclui-se que o foco dos artigos que abordam Transferência de Tecnologia para o Desenvolvimento Sustentável é a melhora ambiental, ou seja, há um maior foco em tecnologias para benefício ambiental, corroborando o estudo de Bhingé *et al.* (2015) que aborda a valorização do eixo ambiental juntamente com o eixo econômico.

Já em relação às tecnologias com foco em setores, ou seja, específicas à um tipo de serviço/atividade, vê-se que as mais recorrentes são as tecnologias da computação e/ou informação, com as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC e TI), demonstrando o interesse entre as partes por esse tipo de tecnologia, também apresentada como um dos elementos precursores das *Smart Cities*, juntamente com os conceitos da IoT, por diferentes autores (CARAGLIU; BO; NIJKAMP, 2011; STA, 2017).

4.1.2 Fluxos da Transferência de Tecnologia Orientada para o Desenvolvimento Sustentável

O processo de Transferência de Tecnologia ocorre entre duas entidades, orientado por objetivos dos participantes. Entretanto, para que a transferência ocorra de forma a promover o desenvolvimento sustentável, ou seja, conforme encorajado pelos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), a transferência deve ocorrer de forma a promover o desenvolvimento aos países menos desenvolvidos e vulneráveis (UN, 2015). Assim, foram verificados os fluxos mencionados no portfólio de artigos. Os resultados obtidos foram, conforme Quadro 9.

Quadro 9: Fluxos das transferências

FLUXO	AUTORES
Norte-Sul	Menon-Choudhary e Shukla (2009); Disch (2010); Karakosta, Doukas e Psarras (2008); Karakosta (2016); Paulsson (2009); Torvanger <i>et al.</i> (2013); Mulamula e Amadi-echendu (2017); Corradini <i>et al.</i> (2016); Kang e Park (2013); Flamos <i>et al.</i> (2010); Karakosta, Doukas e Psarras (2012); Karakosta, Doukas e Psarras (2011); Teng e Zhang (2010); Azam (2011); Osunyomi <i>et al.</i> (2016); Karakosta e Askounis (2010); Spalding-Fecher <i>et al.</i> (2005); Lybæk e Andersen (2010); Karakosta, Doukas e Psarras (2010); Aggarwal e Aggarwal (2017); Bayer e Urpelainen (2013); Adenle, Azadi e Arbiol (2015); Basu (2018); Kua (2010); Chege <i>et al.</i> (2019); Bakhtina (2011); Popp (2011); Nasri <i>et al.</i> (2010); Morgera e Ntona (2017); Gallagher (2006); Dasgupta e Taneja (2011); Mehta <i>et al.</i> (2016); Lema e Lema (2016); Inbal e Tzachor (2013); Pinard (2013); Kruckenberg (2015a); Manyuchi (2017); van der Gaast <i>et al.</i> (2009); Liu <i>et al.</i> (2013); Lema <i>et al.</i> (2018); Shukla <i>et al.</i> (2010); Doukas <i>et al.</i> (2009); Brodhag (2013); Lovett <i>et al.</i> (2009); Imaz e Sheinbaum (2017); Karakosta, Doukas e Psarras (2009); Makarewicz-Marcinkiewicz (2013); Silva Jr. <i>et al.</i> (2013); Agboola (2014); Eaton (2013); Blohmke (2014); Bliznets, Kartskhiya e Smirnov (2018); Flamos e Begg (2010); Tvaronavičienė e Černevičiūtė (2015); Karakosta, Doukas e Psarras (2010a); Flamos (2010); Ma (2012); Lucci <i>et al.</i> (2015); Luken e Grof (2006); Fasehun (2015); Shrivastava (1995); Sarr e Swanson (2017)
Para países em desenvolvimento (Sul)	Khan, Haleem e Husain (2017); Rochon <i>et al.</i> (2010); Escalante, Belmonte e Gea (2013); Sarkodie e Strezov (2019); Bayer <i>et al.</i> (2014); Karakosta e Psarras (2009); Tschiggerl e Wolf (2012); Doukas <i>et al.</i> (2012); George <i>et al.</i> (2017); Nhamo (2011); Belmonte <i>et al.</i> (2015); Eitzel <i>et al.</i> (2018); Uddin <i>et al.</i> (2015); Brent e Kruger (2009); Baraki e Brent (2013); Moikaogoa (2000)
Sul-Sul	Azam (2011); Lema e Lema (2016); Manyuchi (2017); Liu <i>et al.</i> (2013); Lema <i>et al.</i> (2018); Shukla <i>et al.</i> (2010); Waswa e Juma (2012); Aggarwal e Aggarwal (2017); Urban <i>et al.</i> (2016); Flamos e Begg (2010); Flamos (2010); Lucci <i>et al.</i> (2015)
Entre indústrias/empresas	Ma <i>et al.</i> (2018); Chege <i>et al.</i> (2019); Gallagher (2006); Mehta <i>et al.</i> (2016); Flamos e Begg (2010); Aggarwal e Aggarwal (2017); Manyuchi (2017)
Parceria entre Universidades/Laboratórios e	Trencher <i>et al.</i> (2013); Vac e Fitiu (2017); Mehta <i>et al.</i> (2016); Stambouli (2011); Brodhag (2013); Li <i>et al.</i> (2018); Pearce <i>et al.</i> (2012)

FLUXO	AUTORES
Indústrias	
Sul-Norte	Waswa e Juma (2012); Aggarwal e Aggarwal (2017); Flamos e Begg (2010); Stambouli (2011)
Parceria entre setor Público e Privado	Pinard (2013); Nhamo (2011); Gerstlberger (2004); Lucci <i>et al.</i> (2015)
Entre comunidades e populações locais em países em desenvolvimento	Pearce <i>et al.</i> (2012); Holm <i>et al.</i> (2016); Soutter <i>et al.</i> (2009)
Entre países do OECD e não-OECD	Verdolini e Bosetti (2017)
Entre Organizações não governamentais	Kruckenberg (2015a)
Entre órgãos governamentais	Flamos e Begg (2010)
Parceria entre Universidade - Industria - Sociedade	Hajrizi, Stapleton e Kopacek (2010)
Parceria entre Universidade - Industria - Entidades governamentais	Dorn <i>et al.</i> (2012)

Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Conforme demonstrado no Quadro 9, a maior ocorrência de transferência é de países desenvolvidos para países em desenvolvimento, abordado em 62 artigos do portfólio, corroborando a ideia disseminada pelos ODS (UN, 2015). Entre as transferências mencionadas nesse fluxo, Karakosta, Doukas e Psarras (2011) abordaram a transferência de Israel para países que não constam no Anexo I; e Nasri *et al.* (2010) abordaram a transferência da Alemanha para o Irã.

O segundo fluxo mais abordado foi para países em desenvolvimento, sem especificar a entidade que transferiu a tecnologia, mencionado em 16 artigos. Entre os países em desenvolvimento citados estão alguns países da África (MOIKAOGOA, 2000; BRENT; KRUGER, 2009; NHAMO, 2011; BARAKI; BRENT, 2013; EITZEL *et al.*, 2018; SARKODIE; STREZOV, 2019); Argentina (ESCALANTE; BELMONTE; GEA, 2013; BELMONTE; ESCALANTE; FRANCO, 2015); China; Índia; Irã; Indonésia (SARKODIE; STREZOV, 2019); e Tajiquistão (DOUKAS *et al.*, 2012), evidenciando o foco principalmente em países em desenvolvimento, especialmente países situados no continente Africano, considerados os mais vulneráveis.

Outro fluxo mencionado é a Transferência de Tecnologia entre países em desenvolvimento, abordado em 12 artigos do portfólio. Conforme Flamos e Begg (2010), essa configuração de transferência ocorre quando o país menos desenvolvido é tanto o produtor da tecnologia quanto o usuário. Os fluxos

mencionados foram entre países da África (MANYUCHI, 2017); de países da África (Quênia) para outro país em desenvolvimento (WASWA; JUMA, 2012) e da China para o Camboja (URBAN *et al.*, 2016). Ainda que as entidades envolvidas sejam consideradas em desenvolvimento, uma pode promover o desenvolvimento à outra, sendo assim, corroboram o desenvolvimento sustentável.

Além das transferências entre Norte-Sul e Sul-Sul, também foram abordadas transferências de países em desenvolvimento para países desenvolvidos, como mencionado por Flamos e Begg (2010) da transferência da indústria de veículos elétricos, fluindo de forma contrária ao mencionado nos ODS. Conforme Aggarwal e Aggarwal (2017) a transferência não deve exclusivamente ser transferida de países desenvolvidos para os em desenvolvimento, deve ocorrer também entre países em desenvolvimento e de países em desenvolvimento para os desenvolvidos. Para Lema *et al.* (2018), as transferências provenientes dos países em desenvolvimento podem apresentar vantagens em relação à tradicional transferência Norte-Sul. Nesta configuração, Stambouli (2011) abordou a transferência da região do Oriente Médio e norte da África para Europa.

Outros fluxos de transferência mencionados foram: a parcerias/colaborações entre diferentes agentes, como entre indústrias ou entre universidades e indústrias, mencionados em 7 artigos cada; entre o setor público e privado, abordado em 4 artigos; entre Organizações não governamentais (ONGs), ou entre Órgãos Governamentais, mencionados em um artigo cada; e parcerias entre mais agentes, como entre Universidade - Indústria - Sociedade, abordado por Hajrizi, Stapleton e Kopacek (2010), e a relação da Triplice Hélice para inovação, entre Universidade - Indústria - Entidades governamentais, abordado por Dorn *et al.* (2012), como já identificado por Pagani *et al.* (2016).

A partir do estudo dos fluxos de Transferência de Tecnologia abordados no portfólio de artigos, concluiu-se que os principais transferidores de tecnologia são os países desenvolvidos, indústrias e universidades. Já os principais receptores de tecnologia são os países em desenvolvimento e comunidades ou locais menos desenvolvidos. Os resultados obtidos demonstram que o portfólio está de acordo com o esperado pelos objetivos sustentáveis.

4.1.3 Mecanismos para Promover a Transferência de Tecnologia

Para Pagani *et al.* (2016), os mecanismos de transferência conectam as entidades para atingir os resultados desejados. Bozeman, Rimes e Youtie (2015) listaram os meios pelos quais ocorrem a transferência, como: literatura; patentes e direitos autorais; licenciamento; absorção; meio informal; troca de pessoas; demonstrações e *Spin Offs*. Embora diferentes mecanismos tenham sido abordados na literatura, é necessário identificar os mecanismos que possibilitem atingir o desenvolvimento sustentável, visto que o foco do trabalho é a Transferência de Tecnologia orientada para a sustentabilidade. Assim, os mecanismos identificados no portfólio de artigos científicos foram, conforme Quadro 10.

Quadro 10: Mecanismos para Transferência de Tecnologia

MECANISMOS	AUTORES
Treinamento; capacitação; educação; informação; pesquisa; troca de experiências; desenvolvimento de recursos humanos	Spalding-Fecher <i>et al.</i> (2005); van der Gaast <i>et al.</i> (2009); Ravindranath e Balachandra (2009); Karakosta, Doukas e Psarras (2009); Karakosta, Doukas e Psarras (2010a); Flamos e Begg (2010); Karakosta, Doukas e Psarras (2010b); Jason <i>et al.</i> (2010); Azam (2011); Parnphumeesup e Kerr (2011); Nhamo (2011); Ma (2012); Baraki e Brent (2013); Inbal e Tzachor (2013); Agboola (2014); Blohmke (2014); Kruckenberg (2015b); Urban <i>et al.</i> (2015); Adenle, Azadi e Arbiol (2015); Holm <i>et al.</i> (2016); Corradini <i>et al.</i> (2016); Mulamula e Amadi-Echendu (2017); Verdolini e Bosetti (2017); Khan, Haleem e Husain (2017); George <i>et al.</i> (2017); Chege <i>et al.</i> (2019); Morgera e Ntona (2018); Lema <i>et al.</i> (2018); Eitzel <i>et al.</i> (2018); Bruckman <i>et al.</i> (2018)
Colaboração e parcerias (aumentando a rede e trocas de informações), entre funcionários; nacional e internacional; parque industriais e tecnológicos; simbiose industrial	Spalding-Fecher <i>et al.</i> (2005); van der Gaast <i>et al.</i> (2009); Ravindranath e Balachandra (2009); Lybæk e Andersen (2010); Flamos e Begg (2010); Karakosta, Doukas e Psarras (2010a); Karakosta, Doukas e Psarras (2010b); Hajrizi, Stapleton e Kopacek (2010); Ma (2012); Kang e Park (2013); Eaton (2013); Trencher <i>et al.</i> (2013); Agboola (2014); Kruckenberg (2015a); Kruckenberg (2015b); Urban <i>et al.</i> (2015); Ignatavičius <i>et al.</i> (2015); Tvaronavičienė e Černevičiūtė (2015); Mehta <i>et al.</i> (2016); Morgera e Ntona (2018); Bruckman <i>et al.</i> (2018); Li <i>et al.</i> (2018); Sarkodie e Strezov (2019)
Foreign Direct Investment (FDI)	Gallagher (2006); Paulsson (2009); Rochon <i>et al.</i> (2010); Flamos e Begg (2010); Karakosta, Doukas e Psarras (2010a); Azam (2011); Nhamo (2011); Popp (2011); Ma (2012); Eaton (2013); Makarewicz-Marcinkiewicz (2013); Blohmke (2014); Ignatavičius <i>et al.</i> (2015); Tvaronavičienė e Černevičiūtė (2015); Verdolini e Bosetti (2017); Aggarwal e Aggarwal (2017); Manyuchi (2017); Basu (2018); Bliznets, Kartschiya e Smirnov (2018); Lema <i>et al.</i> (2018); Sarkodie e Strezov (2019)
Transferência de conhecimentos e <i>know how</i>	Gerstlberger (2004); Ravindranath e Balachandra (2009); Lybæk e Andersen (2010); Flamos e Begg (2010); Parnphumeesup e Kerr (2011); Ma (2012); Inbal e Tzachor (2013); Pinard (2013); Baraki e Brent (2013); Makarewicz-Marcinkiewicz (2013); Blohmke (2014); Urban <i>et al.</i> (2015); Holm <i>et al.</i> (2016); Mulamula e Amadi-Echendu (2017); Aggarwal e Aggarwal (2017); Basu (2018); Chege <i>et al.</i> (2019); Morgera e Ntona (2018); Li <i>et al.</i> (2018); Bliznets, Kartschiya e Smirnov (2018)

MECANISMOS	AUTORES
Acordos de pesquisa e desenvolvimento; melhorar ou promover P & D	Ravindranath e Balachandra (2009); Karakosta, Doukas e Psarras (2010a); Flamos e Begg (2010); Hajrizi, Stapleton e Kopacek (2010); Azam (2011); Da <i>et al.</i> (2011); Ma (2012); Liu <i>et al.</i> (2013); Baraki e Brent (2013); Escalante, Belmonte e Gea (2013); Inbal e Tzachor (2013); Pinard (2013); Urban <i>et al.</i> (2015); Mehta <i>et al.</i> (2016); Aggarwal e Aggarwal (2017); Li <i>et al.</i> (2018); Bliznets, Kartskhiya e Smirnov (2018)
<i>Intellectual Property Rights</i> (IPR)	Karakosta, Doukas e Psarras (2009); Lovett <i>et al.</i> (2009); Flamos e Begg (2010); Karakosta, Doukas e Psarras (2010a); Azam (2011); Da <i>et al.</i> (2011); Ma (2012); Eaton (2013); Blohmke (2014); Tvaronavičienė e Černevičiūtė (2015); Adenle, Azadi e Arbiol (2015); Mehta <i>et al.</i> (2016); Verdolini e Bosetti (2017); George <i>et al.</i> (2017); Basu (2018); Bliznets, Kartskhiya e Smirnov (2018)
Licenciamento (método de concessão do direito de usar a tecnologia em virtude de um contrato de licença exclusivo)	Chendo (1994); Gallagher (2006); Lovett <i>et al.</i> (2009); Ravindranath e Balachandra (2009); Flamos e Begg (2010); Da <i>et al.</i> (2011); Ma (2012); Trencher <i>et al.</i> (2013); Eaton (2013); Shi e Lai (2013); Makarewicz-Marcinkiewicz (2013); Mehta <i>et al.</i> (2016); Aggarwal e Aggarwal (2017); Vac e Fitiu (2017); Bliznets, Kartskhiya e Smirnov (2018)
Histórico e resultados existentes; demonstração de projetos bem-sucedidos	van der Gaast <i>et al.</i> (2009); Ravindranath e Balachandra (2009); Karakosta, Doukas e Psarras (2010a); Karakosta, Doukas e Psarras (2010b); Pearce <i>et al.</i> (2012); Plataforma online para colaboração tecnológica: Doukas <i>et al.</i> (2012); Tschiggerl e Wolf (2012); OKOPROFIT: Pinard (2013); Kruckenberg (2015b); Chege <i>et al.</i> (2019)
<i>Joint ventures</i> (parceria, desenvolvimento conjunto e cooperação tecnológica)	Spalding-Fecher <i>et al.</i> (2005); Gallagher (2006); Paulsson (2009); Ravindranath e Balachandra (2009); Flamos e Begg (2010); Da <i>et al.</i> (2011); Ma (2012); Urban <i>et al.</i> (2015); Mehta <i>et al.</i> (2016); Bliznets, Kartskhiya e Smirnov (2018)
Conferências, workshops e seminários	Doukas <i>et al.</i> (2012); Trencher <i>et al.</i> (2013); Pinard (2013); Belmonte <i>et al.</i> (2015); Eitzel <i>et al.</i> (2018)
Compra direta de tecnologia, concessão comercial	Lovett <i>et al.</i> (2009); Flamos e Begg (2010); Ma (2012); Mehta <i>et al.</i> (2016); Bliznets, Kartskhiya e Smirnov (2018)
<i>Technology Transfer Office</i> (TTO)	Trencher <i>et al.</i> (2013); Kostevšek <i>et al.</i> (2016); Vac e Fitiu (2017); Chege <i>et al.</i> (2019)
Patentes (tecnologias abertas)	Trencher <i>et al.</i> (2013); Shi e Lai (2013); Bliznets, Kartskhiya e Smirnov (2018); Ferreira <i>et al.</i> (2018)
<i>Spin-Offs</i>	Chendo (1994); Trencher <i>et al.</i> (2013); Vac e Fitiu (2017)
Consultorias	Trencher <i>et al.</i> (2013); Vac e Fitiu (2017); Bliznets, Kartskhiya e Smirnov (2018)
Apropriação de tecnologia através da aquisição de conhecimentos técnicos ou fluxo de recursos humanos	Lovett <i>et al.</i> (2009); Ravindranath e Balachandra (2009); Bliznets, Kartskhiya e Smirnov (2018)
Publicações, pesquisas e artigos científicos	Trencher <i>et al.</i> (2013); Pinard (2013); Escalante, Belmonte e Gea (2013)
Relatórios técnicos	Pinard (2013); Doukas <i>et al.</i> (2012)
Aquisição ou recrutamento de pessoal treinado e qualificado	Trencher <i>et al.</i> (2013); Aggarwal e Aggarwal (2017)
Projetos Turnkey	Mehta <i>et al.</i> (2016); Bliznets, Kartskhiya e Smirnov (2018)
Importação de equipamentos ou tecnologia	Ravindranath e Balachandra (2009)
Engenharia reversa e cópia legal	Lovett <i>et al.</i> (2009)
Franchising (franquias)	Bliznets, Kartskhiya e Smirnov (2018)

Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Assim, conforme Quadro 10, os principais mecanismos para Transferência de Tecnologia são por meio de desenvolvimento de capital humano, com treinamentos, capacitação e educação, mencionados em 30 artigos do portfólio; cooperação entre diferentes entidades, mencionado em 23 artigos; *Foreign Direct Investment* (FDI), que é um investimento externo, mencionado em 21 artigos; e a transferência do conhecimento e *know how*, mencionado em 20 artigos do portfólio.

Foram mencionados mecanismos comerciais para Transferência de Tecnologia, como já mencionado por Maskus (2003), como a compra direta da tecnologia; a importação dos equipamentos ou tecnologia (RAVINDRANATH; BALACHANDRA, 2009); a compra de direitos da tecnologia, como o licenciamento; e a prática de franquias, que ao obter o direito a tecnologia utilizada também é transferida (BLIZNETS; KARTSKHIYA; SMIRNOV, 2018).

Além da transferência por meio comercial, também foram mencionados mecanismos da obtenção tecnológica por meio da obtenção do conhecimento ou *know how* envolvido, como por meio da transferência de *know how*, mencionado em 20 artigos; a apropriação da tecnologia por meio da obtenção dos conhecimentos técnicos ou por meio do fluxo dos recursos humanos; por meio dos conhecimentos transferidos em pesquisas e publicações científicas; consultorias; ou por meio da aquisição de pessoas especializadas.

Além dos mecanismos mencionados, a utilização de histórico de projetos bem-sucedidos como uma forma de promover a Transferência de Tecnologia foi mencionada em 10 artigos. Conforme Doukas *et al.* (2012) e Tschiggerl e Wolf (2012) a utilização de plataformas *online* para capacitação, comunicação e colaboração tecnológica é um canal para promover a Transferência de Tecnologia. Já Pinard (2013), Kruckenberg (2015b) e Chege *et al.* (2019) mencionaram o sistema OKOPROFIT, sendo uma plataforma para transferência ativa de experiências e *know-how* entre empresas, autoridades e especialistas.

Dessa forma, conclui-se que os meios para transferir tecnologia podem ser classificados na forma de obtenção dos direitos da tecnologia; a comercialização desta; por meio de parcerias ou colaboração entre diferentes entidades, como universidades/laboratórios e a indústria; ou por meio da obtenção do conhecimento internalizado nas pessoas, equipamentos ou estudos.

4.1.4 Barreiras e Oportunidades no Processo de Transferência

Visto que a Transferência de Tecnologia é um processo complexo, é compreensível que barreiras a sua efetividade ocorram (PAGANI *et al.*, 2016). Dessa forma, as barreiras no processo de Transferência de Tecnologia orientada para o desenvolvimento sustentável foram mapeadas, conforme Quadro 11.

Quadro 11: Barreiras ao processo de transferência

BARREIRAS		AUTORES
Barreiras políticas	Condições políticas	O'Brien <i>et al.</i> (2007); Karakosta, Doukas e Psarras (2008); Karakosta e Psarras (2009); Karakosta, Doukas e Psarras (2009); Karakosta, Doukas e Psarras (2010a); Flamos (2010); Flamos <i>et al.</i> (2010); Blohmke (2014); Belmonte <i>et al.</i> (2015); Mehta <i>et al.</i> (2016); Mulamula e Amadi-Echendu (2017); Khan, Haleem e Husain (2017); Morgera e Ntona (2018)
	Falta de apoio político	Karakosta, Doukas e Psarras (2009); Karakosta e Psarras (2009); Flamos <i>et al.</i> (2010); Karakosta, Doukas e Psarras (2010a); Flamos (2010); Jason <i>et al.</i> (2010); Doukas <i>et al.</i> (2012); Silva Jr. <i>et al.</i> (2013)
	Intellectual Property Rights (IPR)	Lovett <i>et al.</i> (2009); Karakosta, Doukas e Psarras (2010a); Dasgupta e Taneja (2011); Azam (2011); Karakosta, Doukas e Psarras (2012); Ma (2012); Torvanger <i>et al.</i> (2013); Morgera e Ntona (2018)
	Falta ou excesso de regulamentação, política, leis ou burocracia	Flamos <i>et al.</i> (2010); Flamos (2010); Karakosta, Doukas e Psarras (2011); Doukas <i>et al.</i> (2012); Silva Jr. <i>et al.</i> (2013); Khan, Haleem e Husain (2017); Manyuchi (2017)
	Instabilidade política	Jason <i>et al.</i> (2010); Kruckenberg (2015b); Chege <i>et al.</i> (2019)
Barreiras Econômicas	Indisponibilidade ou burocracia para obter incentivos financeiros ou subsídio	Karakosta e Psarras (2009); Karakosta, Doukas e Psarras (2009); Ravindranath e Balachandra (2009); Flamos <i>et al.</i> (2010); Karakosta (2010); Karakosta, Doukas e Psarras (2011); Azam (2011); Parnphumeesup e Kerr (2011); Doukas <i>et al.</i> (2012); Escalante, Belmonte e Gea (2013); Belman e Tzachor (2013); Silva Jr. <i>et al.</i> (2013); Blohmke (2014); Adenle, Azadi e Arbiol (2015); Fasehun (2015); Urban <i>et al.</i> (2015); Mulamula e Amadi-Echendu (2017)
	Alto custo de investimento para obtenção da tecnologia	Karakosta e Psarras (2009); Karakosta, Doukas e Psarras (2009); Ravindranath e Balachandra (2009); Karakosta, Doukas e Psarras (2010a); Karakosta, Doukas e Psarras (2010b); Flamos (2010); Flamos <i>et al.</i> (2010); Jason <i>et al.</i> (2010); Parnphumeesup e Kerr (2011); Karakosta, Doukas e Psarras (2011); Doukas <i>et al.</i> (2012); Silva Jr. <i>et al.</i> (2013); Kruckenberg (2015b); Mulamula e Amadi-Echendu (2017); Khan, Haleem e Husain (2017)
	Barreira econômica genérica	Flamos <i>et al.</i> (2010); Karakosta, Doukas e Psarras (2010a); Flamos (2010); Azam (2011); Doukas <i>et al.</i> (2012); Ma (2012); Torvanger <i>et al.</i> (2013); Belmonte <i>et al.</i> (2015); Urban <i>et al.</i> (2015)
	Disponibilidade de tecnologias mais baratas, mas menos sustentáveis	Shrivastava (1995); Karakosta e Psarras (2009); Karakosta, Doukas e Psarras (2009); Flamos (2010); Flamos <i>et al.</i> (2010); Doukas <i>et al.</i> (2012)
	Benefícios financeiros (subsídios) para tecnologias	O'Brien <i>et al.</i> (2007); Ravindranath e Balachandra (2009); Flamos (2010); Karakosta, Doukas e Psarras (2010a); Doukas <i>et al.</i> (2012)

BARREIRAS		AUTORES
	convencionais menos sustentáveis	
	Restrição ao Foreign Direct Investment (FDI)	Karakosta, Doukas e Psarras (2010a); Dasgupta e Taneja (2011); Doukas <i>et al.</i> (2012); Karakosta, Doukas e Psarras (2012)
	Falta de proteção ao investimento	Flamos (2010); Flamos <i>et al.</i> (2010); Azam (2011); Doukas <i>et al.</i> (2012)
Barreiras de conhecimento	Falta de conhecimento, treinamento ou capacidade de absorção para uso da tecnologia	Karakosta e Psarras (2009); Karakosta, Doukas e Psarras (2009); Ravindranath e Balachandra (2009); Flamos <i>et al.</i> (2010); Jason <i>et al.</i> (2010); Karakosta, Doukas e Psarras (2010a); Flamos (2010); Nhamo (2011); Doukas <i>et al.</i> (2012); Escalante, Belmonte e Gea (2013); Blohmke (2014); Adenle, Azadi e Arbiol (2015); Urban <i>et al.</i> (2015); Mehta <i>et al.</i> (2016); Mulamula e Amadi-Echendu (2017); Khan, Haleem e Husain (2017); Morgera e Ntona (2018)
	Falta de confiança, conhecimento ou conscientização sobre a tecnologia e seus benefícios	Karakosta e Psarras (2009); Van der Gaast <i>et al.</i> (2009); Karakosta, Doukas e Psarras (2009); Ravindranath e Balachandra (2009); Karakosta, Doukas e Psarras (2010a); Flamos <i>et al.</i> (2010); Karakosta, Doukas e Psarras (2011); Parnphumeesup e Kerr (2011); Pearce <i>et al.</i> (2012); Doukas <i>et al.</i> (2012); Khan, Haleem e Husain (2017)
	Falta de especialistas ou pessoas com habilidades adequadas	Blohmke (2014); Urban <i>et al.</i> (2015); Mulamula e Amadi-Echendu (2017)
	P&D ausente ou limitado	Karakosta, Doukas e Psarras (2009); Ravindranath e Balachandra (2009); Khan, Haleem e Husain (2017)
Barreiras humanas ou culturais	Resistência à mudança	Karakosta, Doukas e Psarras (2009); Karakosta e Psarras (2009); Ravindranath e Balachandra (2009); Silva Jr. <i>et al.</i> (2013); Khan, Haleem e Husain (2017); Chege <i>et al.</i> (2019)
	Barreira cultural genérica	Escalante, Belmonte e Gea (2013); Belmonte <i>et al.</i> (2015); Mulamula e Amadi-Echendu (2017)
	Falta de confiança entre parceiros	Ravindranath e Balachandra (2009); Khan, Haleem e Husain (2017)
	Falta de apoio público	Parnphumeesup e Kerr (2011)
Barreiras organizacionais	Barreiras organizacionais genéricas	O'Brien <i>et al.</i> (2007); Torvanger <i>et al.</i> (2013); Escalante, Belmonte e Gea (2013); Belmonte <i>et al.</i> (2015); Urban <i>et al.</i> (2015); Khan, Haleem e Husain (2017)
	Falta de cooperação ou parceria	Karakosta, Doukas e Psarras (2011); Belman e Tzachor (2013)
	Falta de suporte da alta gerência	Khan, Haleem e Husain (2017)
	Condições de trabalho	Mulamula e Amadi-Echendu (2017)
	Cultura organizacional	Khan, Haleem e Husain (2017)
	Falta de participação do setor privado	Ravindranath e Balachandra (2009)
Barreiras comerciais	Leis, regulamentações ou tarifas sobre comércio de tecnologia	Karakosta, Doukas e Psarras (2009); Flamos <i>et al.</i> (2010); Karakosta, Doukas e Psarras (2010a); Dasgupta e Taneja (2011); Karakosta, Doukas e Psarras (2012); Blohmke (2014); Lucci <i>et al.</i> (2015); Mulamula e Amadi-Echendu (2017); Morgera e Ntona (2018)
	Barreiras mercadológicas (incentivo e estrutura)	Paulsson (2009); Karakosta, Doukas e Psarras (2009); Karakosta e Psarras (2009); Karakosta, Doukas e Psarras (2010a); Azam (2011); Agboola (2014); Kruckenberg (2015a); Kruckenberg (2015b)

BARREIRAS		AUTORES
Barreiras à comunicação	Falta de comunicação, de informação ou de compreensão	Ravindranath e Balachandra (2009); Karakosta, Doukas e Psarras (2010a); Baraki e Brent (2013); Belman e Tzachor (2013); Khan, Haleem e Husain (2017); Vac e Fitiu (2017); Chege <i>et al.</i> (2019); Morgera e Ntona (2018)
	Linguagem/idioma	Nasri <i>et al.</i> (2010); Pearce <i>et al.</i> (2012); Vac e Fitiu (2017); Manyuchi (2017); Eitzel <i>et al.</i> (2018); Chege <i>et al.</i> (2019)
	Meio de comunicação ineficiente	Ravindranath e Balachandra (2009); Nasri <i>et al.</i> (2010); Khan, Haleem e Husain (2017)
Barreiras de infraestrutura (física e matéria primas)	Falta de infraestrutura ou inadequada (energia, transporte, localização, serviços básicos)	Ravindranath e Balachandra (2009); Karakosta, Doukas e Psarras (2010a); Jason <i>et al.</i> (2010); Adenle, Azadi e Arbiol (2015); Fasehun (2015); Kruckenberg (2015a); Mulamula e Amadi-Echendu (2017); Khan, Haleem e Husain (2017)
	Matéria-prima insuficiente ou não disponível localmente	Karakosta e Psarras (2009); Karakosta, Doukas e Psarras (2009); Flamos <i>et al.</i> (2010); Flamos (2010); Parnphumeesup e Kerr (2011); Kruckenberg (2015b); Mulamula e Amadi-Echendu (2017)
	Nenhum local de demonstração	Flamos e Begg (2010); Belman e Tzachor (2013)
	Qualidade dos insumos	Silva Jr. <i>et al.</i> (2013); Mulamula e Amadi-Echendu (2017)
	Fornecedores não acessíveis	Baraki e Brent (2013)
Barreiras de planejamento e tomada de decisão	Riscos à adoção da tecnologia	Karakosta e Psarras (2009); Karakosta, Doukas e Psarras (2009); Karakosta, Doukas e Psarras (2010a); Silva Jr. <i>et al.</i> (2013)
	Processos de tomada de decisão não transparentes	Ravindranath e Balachandra (2009); Flamos (2010); Flamos <i>et al.</i> (2010); Doukas <i>et al.</i> (2012)
	Monopólio de eletricidade	Karakosta e Psarras (2009); Karakosta, Doukas e Psarras (2009)
	Falta de demanda clara e planejamento ineficiente	Khan, Haleem e Husain (2017)
	Projetos de demonstração malsucedidos	Kruckenberg (2015b)
Barreiras ambientais	Impactos ambientais	Karakosta, Doukas e Psarras (2010a); Flamos <i>et al.</i> (2010); Parnphumeesup e Kerr (2011); Agboola (2014)
Barreiras sociais	Impactos sociais	Flamos <i>et al.</i> (2010); Flamos (2010); Jason <i>et al.</i> (2010); Parnphumeesup e Kerr (2011); Doukas <i>et al.</i> (2012); Escalante, Belmonte e Gea (2013); Belmonte <i>et al.</i> (2015)
Barreiras tecnológicas	Relacionadas à tecnologia	Gallagher (2006); Ravindranath e Balachandra (2009); Flamos <i>et al.</i> (2010); Flamos (2010); Doukas <i>et al.</i> (2012); Torvanger <i>et al.</i> (2013); Blohmke (2014); Belmonte <i>et al.</i> (2015); Khan, Haleem e Husain (2017)
Barreiras relacionadas as condições do país	Condições e características do país	Karakosta, Doukas e Psarras (2010a); Azam (2011); Escalante, Belmonte e Gea (2013); Mulamula e Amadi-Echendu (2017); Morgera e Ntona (2018)
	Barreira geográfica (impedindo a adoção de tecnologia ou gerando problemas logísticos)	Flamos <i>et al.</i> (2010); Karakosta, Doukas e Psarras (2011); Pearce <i>et al.</i> (2012)
	Identificação incorreta das necessidades do país	Karakosta, Doukas e Psarras (2010a); Escalante, Belmonte e Gea (2013); Belman e Tzachor (2013)

BARREIRAS		AUTORES
	Dívidas externas	Jason <i>et al.</i> (2010)
	Melhores condições no exterior ou Produto Interno Bruto (PIB) baixo	Jason <i>et al.</i> (2010)
Barreiras do processo de transferência	Relacionadas ao processo/metodologia	Ravindranath e Balachandra (2009); Flamos <i>et al.</i> (2010); Escalante, Belmonte e Gea (2013); Pinard (2013); Blohmke (2014)
	Falta de transferência de conhecimento, experiência ou <i>know how</i>	Blohmke (2014); Urban <i>et al.</i> (2015); Mehta <i>et al.</i> (2016); Lema e Lema (2016)

Fonte: Elaborado pela autora (2020)

A partir do Quadro 11, pode-se concluir que as barreiras relacionadas às questões econômicas foram as mais discutidas. Suas principais barreiras foram a falta de disponibilidade ou burocracia em excesso para se obter recursos financeiros ou subsídios para tecnologias, dificultando a transferência ou adoção das mesmas. Também o alto custo de investimento para a obtenção de novas tecnologias, bem como a disponibilidade de tecnologias convencionais mais baratas e subsídios fornecidos à essas se apresentam como grandes empecilhos. Conforme Mulamula e Amadi-Echendu (2017), o alto custo para se obter uma tecnologia é uma das maiores barreiras a sua adoção, sendo as políticas uma forma de superar essas barreiras econômicas.

Outro grupo de barreiras mais recorrentes foram as relacionadas ao conhecimento, assim como identificado em mapeamento realizado por Pagani *et al.* (2016). A falta de conhecimento ou capacidade de absorção para uso da tecnologia foi a segunda barreira mais mencionada no portfólio, como uma barreira à seleção da tecnologia para sua transferência, ou se apresentando como uma justificativa para a não implementação integral da tecnologia. Conforme Baraki e Brent (2013), a falta de informação, ou comunicação eficiente entre os envolvidos no processo, ocasionaram a falta de conhecimento de operacionalizar tecnologias, resultando em um processo de transferência ineficiente e em uma tecnologia ociosa.

O não conhecimento das tecnologias e dos benefícios sustentáveis é uma barreira à seleção/adoção de tecnologias e sua transferência, bem como a promoção de financiamento para o desenvolvimento destas, influenciando diretamente no objetivo de atingir o desenvolvimento sustentável (KARAKOSTA; PSARRAS, 2009; DOUKAS *et al.*, 2012; KARAKOSTA; DOUKAS; PSARRAS, 2011). Além disso, o não conhecimento das tecnologias alternativas e sustentáveis gera a

escolha de tecnologias convencionais, independente dos impactos que essas acarretam (FLAMOS, 2010).

Juntamente com as barreiras econômicas e de conhecimento, as barreiras políticas são incluídas nas barreiras mais frequentes no portfólio. A falta de apoio político, juntamente com o excesso de leis ou burocracia para a obtenção de tecnologias, como o IPR, se apresenta como um impedimento da obtenção ou difusão de tecnologias.

Outra barreira indireta da falta de apoio político, que influencia diretamente no desenvolvimento sustentável, é a falta de regulamentação ou leis que proíbam o crescimento de tecnologias convencionais e insustentáveis em detrimento das tecnologias limpas (FLAMOS, 2010). Limitando o crescimento das tecnologias não sustentáveis, e incentivando o desenvolvimento de tecnologias mais limpas e renováveis, haverá oportunidades para que essas tecnologias sejam adotadas com maior frequência.

Após identificar as barreiras, as possíveis oportunidades, ou facilitadores, relacionadas a essas barreiras foram identificadas, e estão descritas no Quadro 12.

Quadro 12: Oportunidades ao processo de transferência

OPORTUNIDADES	AUTORES
Políticas, regulamentos, leis e legislação favoráveis; processos transparentes, envolvimento do governo; menos burocracia e estabilidade política	Spalding-Fecher <i>et al.</i> (2005); Gallagher (2006); Mickwitz <i>et al.</i> (2008); Karakosta e Psarras (2009); Karakosta, Doukas e Psarras (2009); Ravindranath e Balachandra (2009); Karakosta, Doukas e Psarras (2010a); Flamos e Begg (2010); Karak'osta <i>et al.</i> (2010); Flamos <i>et al.</i> (2010); Jason <i>et al.</i> (2010); Nhamo (2011); Parnphumeesup e Kerr (2011); Azam (2011); Ma (2012); Dorn <i>et al.</i> (2012); Inbal e Tzachor (2013); Silva Jr. <i>et al.</i> (2013); Shi e Lai (2013); Brodhag (2013); Agboola (2014); Urban <i>et al.</i> (2015); Adenle, Azadi e Arbiol (2015); Mehta <i>et al.</i> (2016); Mulamula e Amadi-Echendu (2017); Khan, Haleem e Husain (2017); Manyuchi (2017); George <i>et al.</i> (2017); Verdolini e Bosetti (2017); Chege <i>et al.</i> (2019); Morgera e Ntona (2018); Bruckman <i>et al.</i> (2018); Bliznets, Kartskhiya e Smirnov (2018); Ferreira <i>et al.</i> (2018); Intellectual Property Rights (IPR) : Karakosta, Doukas e Psarras (2009); Flamos e Begg (2010); Karakosta, Doukas e Psarras (2010b); Azam (2011); Blohmke (2014); Adenle, Azadi e Arbiol (2015); Mehta <i>et al.</i> (2016); Verdolini e Bosetti (2017); Basu (2018); Strategic Energy Technology Plan (SET-Plan) : Kostevšek <i>et al.</i> (2016); Sustainable Development Goals (SDGs) : Lucci <i>et al.</i> (2015); Morgera e Ntona (2017); Imaz e Sheinbaum (2017); Protocolo de Kyoto : Flamos e Begg (2010); Karakosta, Doukas e Psarras (2010a); Flamos (2010); Ma (2012); Blohmke (2014); Mehta <i>et al.</i> (2016); United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) : Flamos e Begg (2010); Karakosta e Askounis (2010); Karakosta, Doukas e Psarras (2010b); Ma (2012); Lucci <i>et al.</i> (2015); Adenle, Azadi e Arbiol (2015); Mehta <i>et al.</i> (2016)
Incentivos financeiros: créditos, subsídios para apoiar adoção	Foreign Direct Investment (FDI) : Gallagher (2006); Paulsson (2009); Rochon <i>et al.</i> (2010); Flamos e Begg (2010); Karakosta, Doukas e Psarras (2010a); Azam (2011); Nhamo (2011); Popp (2011); Ma (2012); Eaton (2013); Makarewicz-Marcinkiewicz (2013); Blohmke (2014); Ignatavičius <i>et al.</i> (2015);

OPORTUNIDADES	AUTORES
de novas tecnologias	Tvaronavičienė e Černevičiūtė (2015); Verdolini e Bosetti (2017); Aggarwal e Aggarwal (2017); Manyuchi (2017); Basu (2018); Bliznets, Kartschiya e Smirnov (2018); Lema <i>et al.</i> (2018); Sarkodie e Strezov (2019); Global Environment Facility (GEF) : Luken e Grof (2006); van der Gaast <i>et al.</i> (2009); Lovett <i>et al.</i> (2009); Karakosta, Doukas e Psarras (2010b); Karakosta, Doukas e Psarras (2011); Popp (2011); Nhamo (2011); Inbal e Tzachor (2013); Blohmke (2014); Khan, Haleem e Husain (2017); Basu (2018); Mercado/crédito de carbono para apoiar a Transferência de Tecnologia sustentável : Karakosta e Psarras (2009); Karakosta, Doukas e Psarras (2009); Karakosta, Doukas e Psarras (2012); Bayer e Urpelainen (2013); Silva Jr. <i>et al.</i> (2013); Green Climate Fund (GCF) : Bakhtina (2011); Nhamo (2011); Ma (2012); Fasehun (2015); Adenle, Azadi e Arbiol (2015); Official Development Assistance (ODA) : Spalding-Fecher <i>et al.</i> (2005); Karakosta, Doukas e Psarras (2010a); Adenle, Azadi e Arbiol (2015); Khan, Haleem e Husain (2017); Multilateral Development Banks (MDB) : Spalding-Fecher <i>et al.</i> (2005); Karakosta, Doukas e Psarras (2010); Reducing emissions from deforestation and forest degradation (REDD+) : Nhamo (2011); International Financing Corporation (IFC) : Khan, Haleem e Husain (2017); World Bank for Climate Investment Fund (CIF) e Clean Technology Funds (CTF) : Rochon <i>et al.</i> (2010); Garantir capital de risco : Karakosta, Doukas e Psarras (2009); Inbal e Tzachor (2013); Mulamula e Amadi-Echendu (2017); Selecionar tecnologias de baixo investimento : Karakosta, Doukas e Psarras (2011); Escalante, Belmonte e Gea (2013); Instituições públicas para promover oportunidades de comercializar ou financiar tecnologias e inovações : Silva Jr. <i>et al.</i> (2013); Crédito para inovação : Bakhtina (2011)
Colaboração e parcerias para aumentar o envolvimento, troca de informações e conhecimentos (simbiose industrial; redes; parques industriais ou tecnológicos; entre funcionários; nacional e internacional)	Spalding-Fecher <i>et al.</i> (2005); van der Gaast <i>et al.</i> (2009); Ravindranath e Balachandra (2009); Lybæk e Andersen (2010); Flamos e Begg (2010); Karakosta, Doukas e Psarras (2010a); Karakosta, Doukas e Psarras (2010b); Hajrizi, Stapleton e Kopacek (2010); Ma (2012); Kang e Park (2013); Eaton (2013); Trencher <i>et al.</i> (2013); Agboola (2014); Kruckenberg (2015a); Kruckenberg (2015b); Urban <i>et al.</i> (2015); Ignatavičius <i>et al.</i> (2015); Tvaronavičienė e Černevičiūtė (2015); Mehta <i>et al.</i> (2016); Morgera e Ntona (2018); Bruckman <i>et al.</i> (2018); Li <i>et al.</i> (2018); Sarkodie e Strezov (2019); Acordos de P&D : Ravindranath e Balachandra (2009); Karakosta, Doukas e Psarras (2010); Flamos e Begg (2010); Hajrizi, Stapleton e Kopacek (2010); Azam (2011); Da <i>et al.</i> (2011); Ma (2012); Liu <i>et al.</i> (2013); Baraki e Brent (2013); Escalante, Belmonte e Gea (2013); Inbal e Tzachor (2013); Pinard (2013); Urban <i>et al.</i> (2015); Mehta <i>et al.</i> (2016); Aggarwal e Aggarwal (2017); Li <i>et al.</i> (2018); Bliznets, Kartschiya e Smirnov (2018); Ações de organizações multilaterais (ONG, Nações Unidas, Empresas privadas) : Karakosta, Doukas e Psarras (2010a); Bruckman <i>et al.</i> (2018); Parceria público-privado : Azam (2011); Compartilhamento de riscos : Ravindranath e Balachandra (2009)
Clean Development Mechanism (CDM)	O'Brien <i>et al.</i> (2007); Muller (2007); Karakosta, Doukas e Psarras (2008); Paulsson (2009); Karakosta e Psarras (2009); van der Gaast <i>et al.</i> (2009); Doukas <i>et al.</i> (2009); Karakosta, Doukas e Psarras (2009); Menon-Choudhary e Shukla (2009); Lybæk e Andersen (2010); Shukla <i>et al.</i> (2010); Flamos <i>et al.</i> (2010); Karakosta, Doukas e Psarras (2010); Karakosta, Doukas e Psarras (2010); Flamos (2010); Kua (2010); Disch (2010); Teng e Zhang (2010); Karakosta e Askounis (2010); Flamos e Begg (2010); Karakosta, Doukas e Psarras (2011); Parnphumeesup e Kerr (2011); Popp (2011); Dasgupta e Taneja (2011); Da <i>et al.</i> (2011); Nhamo (2011); Karakosta, Doukas e Psarras (2012); Ma (2012); Silva Jr. <i>et al.</i> (2013); Torvanger <i>et al.</i> (2013); Bayer e Urpelainen (2013); Kang e Park (2013); Liu <i>et al.</i> (2013); Bayer <i>et al.</i> (2014); Blohmke (2014); Fasehun (2015); Uddin <i>et al.</i> (2015); Mehta <i>et al.</i> (2016); Karakosta (2016); Lema e Lema (2016); Corradini <i>et al.</i> (2016); Aggarwal e Aggarwal (2017)
Desenvolver	Spalding-Fecher <i>et al.</i> (2005); van der Gaast <i>et al.</i> (2009); Ravindranath e

OPORTUNIDADES	AUTORES
capacidade e recursos humanos: treinamento; educação; comunicação; informação	Balachandra (2009); Karakosta, Doukas e Psarras (2009); Karakosta, Doukas e Psarras (2010); Flamos e Begg (2010); Karakosta, Doukas e Psarras (2010); Jason <i>et al.</i> (2010); Azam (2011); Parnphumeesup e Kerr (2011); Nhamo (2011); Ma (2012); Baraki e Brent (2013); Inbal e Tzachor (2013); Agboola (2014); Blohmke (2014); Kruckenberg (2015b); Urban <i>et al.</i> (2015); Adenle, Azadi e Arbiol (2015); Holm <i>et al.</i> (2016); Corradini <i>et al.</i> (2016); Mulamula e Amadi-Echendu (2017); Verdolini e Bosetti (2017); Khan, Haleem e Husain (2017); George <i>et al.</i> (2017); Chege <i>et al.</i> (2019); Morgera e Ntona (2018); Lema <i>et al.</i> (2018); Eitzel <i>et al.</i> (2018); Bruckman <i>et al.</i> (2018)
Criar ambiente favorável (infraestrutura) ou selecionar tecnologias cabíveis ao contexto receptor	Karakosta, Doukas e Psarras (2008); Flamos e Begg (2010); Karakosta, Doukas e Psarras (2010); Popp (2011); Ma (2012); Dorn <i>et al.</i> (2012); Escalante, Belmonte e Gea (2013); Agboola (2014); Blohmke (2014). Promover infraestrutura física adequada: Ravindranath e Balachandra (2009); Karakosta, Doukas e Psarras (2010); Adenle, Azadi e Arbiol (2015); Mulamula e Amadi-Echendu (2017); Khan, Haleem e Husain (2017); Morgera e Ntona (2018); Promover a conscientização pública: Van der Gaast <i>et al.</i> (2009); Doukas <i>et al.</i> (2009); Karakosta, Doukas e Psarras (2009); Flamos (2010); Karakosta, Doukas e Psarras (2010); Karakosta, Doukas e Psarras (2011); Azam (2011); Bruckman <i>et al.</i> (2018); Suprimentos fornecidos localmente: Escalante, Belmonte e Gea (2013); Mulamula e Amadi-Echendu (2017); Melhorar a experiência ou conhecimento local: Chege <i>et al.</i> (2019); Lema <i>et al.</i> (2018); Diversificar matriz energética: van der Gaast <i>et al.</i> (2009); Silva Jr. <i>et al.</i> (2013)
Promover ou facilitar um processo de transferência eficaz	Transferência de know how e conhecimento: Gerstlberger (2004); Ravindranath e Balachandra (2009); Lybæk e Andersen (2010); Flamos e Begg (2010); Parnphumeesup e Kerr (2011); Ma (2012); Inbal e Tzachor (2013); Pinard (2013); Baraki e Brent (2013); Makarewicz-Marcinkiewicz (2013); Blohmke (2014); Urban <i>et al.</i> (2015); Holm <i>et al.</i> (2016); Mulamula e Amadi-Echendu (2017); Aggarwal e Aggarwal (2017); Basu (2018); Morgera e Ntona (2018); Li <i>et al.</i> (2018); Bliznets, Kartschiya e Smirnov (2018); Chege <i>et al.</i> (2019); Incubadora tecnológicas e start ups: Mulamula e Amadi-Echendu (2017); Bliznets, Kartschiya e Smirnov (2018); Expert Group on Technology Transfer (EGTT): Flamos e Begg (2010); Ma (2012); Decision Support System for Effective Technology Transfer (DSS-ETT): Karakosta (2016); Technology Seeding: Moseson, Lama e Tangorra (2012); National Bioenergy Development Plans (NBDPs): Bruckman <i>et al.</i> (2018)
Compreensão e adaptação às condições e necessidades locais; envolvimento da população local	Karakosta e Psarras (2009); Karakosta, Doukas e Psarras (2009); Karakosta e Askounis (2010); Jason <i>et al.</i> (2010); Parnphumeesup e Kerr (2011); Inbal e Tzachor (2013); Kruckenberg (2015a); Belmonte <i>et al.</i> (2015); Lema e Lema (2016); Mulamula e Amadi-Echendu (2017); Lema <i>et al.</i> (2018). Projeto ENTTRANS: Karakosta, Doukas e Psarras (2008); Van der Gaast <i>et al.</i> (2009); Karakosta, Doukas e Psarras (2009); Karakosta e Psarras (2009); Flamos <i>et al.</i> (2010); Flamos e Begg (2010); Karakosta, Doukas e Psarras (2010); Karakosta e Askounis (2010); Karakosta, Doukas e Psarras (2011); Technology Needs Assessments (TNA): Lovett <i>et al.</i> (2009); Karakosta e Askounis (2010); Flamos e Begg (2010); Blohmke (2014); Aggarwal e Aggarwal (2017); Basu (2018)
Promover informações e conhecimentos sobre tecnologia: benefícios e implementação	Histórico de métodos e resultados existentes e demonstração de projetos bem-sucedidos (criar confiança): van der Gaast <i>et al.</i> (2009); Ravindranath e Balachandra (2009); Karakosta, Doukas e Psarras (2010); Karakosta, Doukas e Psarras (2010); Pearce <i>et al.</i> (2012); Best Management Practices (BMPs): Rochon <i>et al.</i> (2010); Plataformas Online para capacitação, comunicação e colaboração tecnológica: Doukas <i>et al.</i> (2012); Tschiggerl e Wolf (2012); Por meio de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC): Kostevšek <i>et al.</i> (2016); Mulamula e Amadi-echendu (2017); OKOPROFIT: Pinard (2013); Kruckenberg (2015b); Chege <i>et al.</i> (2019); Sistema Enabling Innovation (EI): Pearce <i>et al.</i> (2012); Promover assistência técnica: Ravindranath e Balachandra (2009); Karakosta, Doukas e Psarras (2010); Bayer e Urpelainen

OPORTUNIDADES	AUTORES
	(2013); Mulamula e Amadi-Echendu (2017); Morgera e Ntona (2018); Bliznets, Kartskhiya e Smirnov (2018); Certificação de tecnologia para transmitir confiança: Karakosta, Doukas e Psarras (2010); Pearce <i>et al.</i> (2012); Manyuchi (2017); Teste de viabilidade do projeto: Chege <i>et al.</i> (2019)
Reformas e apoio comercial para remover barreiras (abertura de mercado e redução de tarifas)	Menon-Choudhary e Shukla (2009); Ravindranath e Balachandra (2009); Karakosta, Doukas e Psarras (2010); Flamos e Begg (2010); Karakosta, Doukas e Psarras (2010); Azam (2011); Popp (2011); Dasgupta e Taneja (2011); Eaton (2013); Blohmke (2014); Verdolini e Bosetti (2017); Basu (2018); Bliznets, Kartskhiya e Smirnov (2018)
Informar e promover canal eficaz de comunicação	Spalding-Fecher <i>et al.</i> (2005); Ravindranath e Balachandra (2009); Karakosta, Doukas e Psarras (2010); Karakosta, Doukas e Psarras (2010); Inbal e Tzachor (2013); Mulamula e Amadi-Echendu (2017); Khan, Haleem e Husain (2017); Morgera e Ntona (2018); Chege <i>et al.</i> (2019); Tradução de software para remover a barreira da comunicação: Pearce <i>et al.</i> (2012)
Benefícios sustentáveis	Benefícios ambientais: Ravindranath e Balachandra (2009); Lybæk e Andersen (2010); Karakosta, Doukas e Psarras (2010); Flamos (2010); Popp (2011); Nhamo (2011); Karakosta, Doukas e Psarras (2011); Escalante, Belmonte e Gea (2013); Silva Jr. <i>et al.</i> (2013); Benefícios sociais: Karakosta, Doukas e Psarras (2010); Flamos e Begg (2010); Nhamo (2011); Karakosta, Doukas e Psarras (2011); Escalante, Belmonte e Gea (2013)
Oportunidades organizacionais	Valores organizacionais e condições de trabalho: Mulamula e Amadi-Echendu (2017); Chege <i>et al.</i> (2019); Suporte da alta gerência: Khan, Haleem e Husain (2017)

Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Analisando as oportunidades mapeadas, conclui-se que a principal oportunidade é o desenvolvimento de leis e regulamentações que apoiem a adoção de tecnologias sustentáveis, citada em 60 artigos, ou seja, oportunidade abordada em mais de 55% do portfólio. Como abordado por Karakosta e Psarras, (2009), uma das principais barreiras da adoção de tecnologias sustentáveis é a disponibilidade de tecnologias convencionais mais baratas e o monopólio do fornecimento de eletricidade. Dessa forma, as políticas governamentais são essenciais. Conforme Ravindranath e Balachandra (2009), as políticas públicas podem incentivar a adoção de tecnologias alternativas e mais sustentáveis ao limitar o crescimento das tecnologias convencionais, promovendo adaptação tecnológica; capacidade tecnológica; medidas de incentivo; medidas de controle e educação do consumidos e *marketing*.

Dentre as políticas e regulamentações mencionadas, o *Intellectual Property Rights* (IPR) foi amplamente discutido, dividindo opiniões entre os autores, sendo abordado por alguns como facilitador/oportunidade (9 artigos), e por outros como barreira ao processo de Transferência de Tecnologia (8 artigos).

No estudo proposto por Gallagher (2006), o IPR se torna uma barreira quando se trata de tecnologias revolucionárias. Já para Karakosta, Doukas e

Psarras (2012), o IPR pode se tornar uma barreira a Transferência de Tecnologia para mudança climática. Por outro lado, Lovett *et al.* (2009) discutem que o inventor precisa da proteção do IPR para que possa colher os benefícios da invenção ao disseminá-la. A ausência do IPR pode resultar em um desincentivo as empresas estrangeiras a transferirem suas tecnologias (EATON, 2013). Da mesma forma, Adenle, Azadi e Arbiol (2015) abordam que o IPR permite o compartilhamento e acessibilidade a tecnologias privadas por países em desenvolvimento. Por fim, para Verdolini e Bosetti (2017), proteções mais fortes da Propriedade Intelectual apresentam impactos positivos na Transferência de Tecnologias estrangeiras. Embora não haja um acordo se o IPR facilita ou dificulta a Transferência de Tecnologia, há um consenso de que o IPR afeta de alguma forma este processo (DASGUPTA; TANEJA, 2011; KARAKOSTA; DOUKAS; PSARRAS, 2012; GEORGE *et al.*, 2017).

A segunda oportunidade mais abordada foi a promoção de incentivos financeiros, subsídios, esquemas de créditos para apoiar a adoção de novas tecnologias, visto que a adoção de novas tecnologias é considerada um risco, mencionada em 58 artigos do portfólio. Algumas oportunidades foram mencionadas, sendo: Garantir capital de risco; Instituições públicas para promover oportunidades de comercializar/ financiar tecnologias e inovações, e Crédito à Inovação. Além destas, foram identificadas oportunidades para se obter recursos financeiros, como:

- *Foreign Direct Investment* (FDI): Principal fonte de financiamento externo para os países em desenvolvimento. O investimento deve fluir com Transferência de Tecnologias limpas (SARKODIE; STREZOV, 2019);
- *Global Environment Facility* (GEF): Mecanismo financeiro da UNFCCC que promove a Transferência de Tecnologias de energias sustentáveis (BASU, 2018). Investe em projetos de mitigação, promove a difusão de tecnologia e contribui com a capacidade do país receptor a implementar a tecnologia (KARAKOSTA; DOUKAS; PSARRAS, 2010b);
- *Clean Development Mechanism* (CDM): Investimentos em projetos de mitigação de mudança climática nos países em desenvolvimento (UNFCCC, 2019), apoia o desenvolvimento sustentável fomentando tanto a Transferência de Tecnologia como a capacitação de países em desenvolvimento (BARRERA; SCHWARZE, 2004);

- *Green Climate Fund* (GCF): Mecanismo financeiro, conectado à UNFCCC, tem como objetivo apoiar países em desenvolvimento no combate a mudança climática, por meio de financiamento à projetos para mitigação climática; políticas e ações (ADENLE; AZADI; ARBIOL, 2015);
- *Official Development Assistance* (ODA): Mecanismo para mobilizar recursos financeiros e facilitar a Transferência de Tecnologia para países em desenvolvimento (KARAKOSTA; DOUKAS; PSARRAS, 2010b), promovendo benefícios ao processo de transferência, além de promover o desenvolvimento tecnológico sustentável;
- *Multilateral Development Banks* (MDB): Promove empréstimos a projetos que geram benefícios ambientais, facilitando o processo de Transferência de Tecnologia (KARAKOSTA; DOUKAS; PSARRAS, 2010b);
- *Reducing emissions from deforestation and forest degradation* (REDD+): Incentivo proposto pelo UNFCCC para recompensar financeiramente ações de mitigação de emissões de gases do efeito estufa resultantes do desmatamento e degradação florestal, adotadas por países em desenvolvimento (REDD, 2019);
- *International Financing Corporation* (IFC): Mecanismo de financiamento de inovação (KHAN; HALEEM; HUSAIN, 2017), com objetivo de acabar com a pobreza extrema e promover prosperidade compartilhada em todos os países (IFC, 2019);
- *Climate Investment Fund* (CIF) e *Clean Technology Funds* (CTF): Recebem doações de diferentes países para apoiar ações de mitigação em países em desenvolvimento (CIF, 2019).

Em seguida, outras oportunidades recorrentes focaram no conhecimento e informação, os canais pelos quais ocorrem; a capacitação dos recursos humanos e a colaboração entre diferentes entidades para construção de conhecimento e capacidade. A colaboração e parcerias para aumentar o envolvimento, troca de informações e conhecimentos foi mencionada em 44 artigos; sendo a terceira oportunidade mais frequente no portfólio; o desenvolvimento de capacidade dos recursos humanos, com educação, treinamentos; a promoção de informação e conhecimento acerca da tecnologia e seus benefícios, por meio de dados históricos e demonstração de projetos bem-sucedidos da tecnologia, por plataformas *online*

para comunicação e transferência de conhecimentos, por meio da certificação da tecnologia, foi discutida em 24 artigos; e, por fim, informação e promoção de canais de comunicação eficazes foram abordadas em 10 artigos, como uma forma de reduzir os erros no processo de transferência, por meio da comunicação e troca de informação de forma eficiente.

O *Clean Development Mechanism* (CDM) como uma oportunidade de promover Transferência de Tecnologia sustentável também foi uma oportunidade frequente no portfólio, mencionado em 42 artigos. Sem o CDM, as empresas não seriam recompensadas por fornecer benefícios ambientais, resultantes de um menor consumo de energia (POPP, 2011). Conforme Aggarwal e Aggarwal (2017), a Transferência de Tecnologia está implícita em projetos CDM e se concentra em atender às necessidades tecnológicas dos projetos.

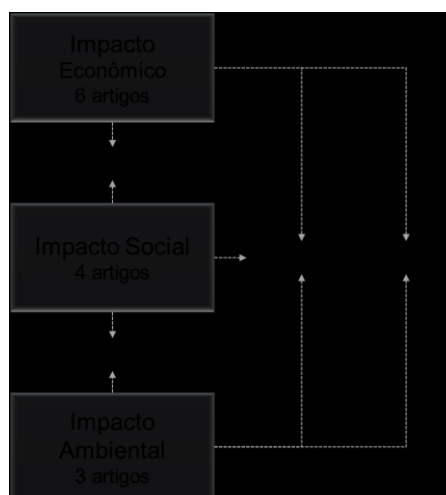
A partir da identificação das oportunidades provenientes de projetos CDM, pode-se listar algumas barreiras que podem ser tratadas por meio do CDM, como: o não conhecimento da tecnologia e seus benefícios, visto que o CDM pode viabilizar projetos de demonstração de tecnologias que cumprem com a necessidade local (FLAMOS, 2010), promovendo conhecimento e conseqüentemente tornar a tecnologia uma opção de adoção (KARAKOSTA; DOUKAS; PSARRAS, 2011); a falta de capacidade ou conhecimento para implementação da tecnologia, visto que o CDM não transfere somente equipamentos, mas também promove a capacitação; conhecimento e transferência do *know how* para implementação da tecnologia (UNFCCC, 2012); a falta de financiamento e subsídio para adoção de novas tecnologias e o alto custo dessas tecnologias, já que o CDM promove recursos financeiros para que esses projetos sejam implementados em países menos desenvolvidos, além da concessão de créditos aos países desenvolvidos ao realizarem projetos de redução de emissões (CERs) (UNFCCC, 2012).

4.1.5 Resultados do Processo de Transferência para o Tripé da Sustentabilidade

Por fim, foram identificados os impactos que os processos de Transferência de Tecnologia orientado para o desenvolvimento sustentável geram no tripé da sustentabilidade (Ambiental, Econômico, Social). A partir do mapeamento dos

impactos, concluiu-se que cerca de 51% do portfólio final (combinação 1), composto por 107 artigos, citaram impactos para pelo menos um dos eixos sustentáveis. Por outro lado, 49% dos artigos não mencionadas os impactos para o TBL. Os artigos apresentaram impactos para somente um eixo, dois eixos, ou para os três eixos. A distribuição de impactos entre os três eixos foi, conforme Figura 7.

Figura 7: Distribuição dos impactos no tripé da sustentabilidade



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Conforme representado na Figura 7, pode-se concluir que dos 54 artigos que apresentaram impactos para pelo menos um eixo do TBL, cerca de 56% abordaram impactos para os três eixos. Além disso, pode-se concluir que o eixo Econômico é o mais abordado, presente em 45 dos 54 artigos, seguido do eixo Ambiental, citado em 43 dos 54 artigos, e, por fim, o Social, presente em 37 dos 54 artigos. O resultado obtido corrobora outros autores identificados na literatura, que discutem a valorização dos eixos ambiental e econômico em detrimento do eixo social, como Seuring (2013) e Bhinge *et al.* (2015).

Posteriormente, foram coletados dados sobre os impactos mencionados. Inicialmente foram coletados os impactos presentes no grupo de artigos que mencionaram somente impactos para um dos eixos, seguido dos artigos que citaram impactos para dois eixos, e por fim, do grupo de artigos que apresentaram impactos para o tripé da sustentabilidade. Os resultados obtidos foram, conforme Quadros 14, 15 e 16, respectivamente, disponibilizados no APÊNDICE B.

Após o mapeamento detalhados dos impactos, foram identificados os impactos mais recorrentes para o tripé da sustentabilidade. Os impactos econômicos mapeados foram, conforme Quadro 16.

Quadro 16: Impactos Econômicos

IMPACTOS ECONÔMICOS	AUTORES
Crescimento/ desenvolvimento econômico	Karakosta, Doukas e Psarras (2008); Doukas, Karakosta e Psarras (2009); Karakosta, Doukas e Psarras (2010); Hajrizi, Stapleton e Kopacek (2010); Jason <i>et al.</i> (2010); Flamos, Georgallis e Psarras (2010); Nasri <i>et al.</i> (2010); Da <i>et al.</i> (2011); Karakosta, Doukas e Psarras (2011); Waswa e Juma (2012); Doukas <i>et al.</i> (2012); Pearce <i>et al.</i> (2012); Liu, Eesser e Whiting (2013); Pinard (2013); Bayer, Urpelainen e Xu (2014); Boudghene Stambouli <i>et al.</i> (2014); Uddin <i>et al.</i> (2015); Urban <i>et al.</i> (2015); Osunyomi, Redlich e Wulfsberg (2016); Corradini <i>et al.</i> (2016); Karakosta (2016); Mulamula e Amadi-Echendu (2017); Chege <i>et al.</i> (2019); Proveniente do FDI: Sarkodie e Strezov (2019)
Redução/economia de custos	Shrivastava (1995); Ravindranath e Balachandra (2009); Menon-Choudhary e Shukla (2009); Nasri <i>et al.</i> (2010); Lybæk e Andersen (2010); Karakosta, Doukas e Psarras (2010); Dorn <i>et al.</i> (2012); Tschiggerl e Wolf (2012); Pinard (2013); Zhang, Xie e Li (2017); Chege <i>et al.</i> (2019)
Criar oportunidades de negócios	Lybæk e Andersen (2010); Dorn <i>et al.</i> (2012); Urban <i>et al.</i> (2015); Oportunidades para o comércio: Karakosta, Doukas e Psarras (2011)
Gerar ou melhorar renda/valor	Muller (2007); Shukla, Dhar e Fujino (2010); Parnphumeesup e Kerr (2011); Osunyomi, Redlich e Wulfsberg (2016)
Estímulo à economia local	Pearce <i>et al.</i> (2012); Pinard (2013); Liu, Eesser e Whiting (2013); Corradini <i>et al.</i> (2016)
Estabilidade em preços das energias	Shrivastava (1995); Doukas, Karakosta e Psarras (2009); van der Gaast, Begg e Flamos (2009); Parnphumeesup e Kerr (2011)
Produtividade	Nasri <i>et al.</i> (2010); Adenle, Azadi e Arbiol (2015); Ma <i>et al.</i> (2018)
Diversificação da matriz energética	Karakosta e Psarras (2009); van der Gaast, Begg e Flamos (2009); Flamos, Georgallis e Psarras (2010)
Igualdade econômica; crescimento equitativo	Rochon <i>et al.</i> (2010); Belmonte, Escalante e Franco (2015)
Geração de empregos	Pinard (2013); Chege <i>et al.</i> (2019)
Criar vantagem competitiva	Shrivastava (1995)

Fonte: Elaborado pela autora (2020)

A partir do Quadro 16, conclui-se que os principais benefícios mencionados são o desenvolvimento econômico, mencionado em 24 artigos; seguido da redução de custos, e a criação de novas oportunidades de negócios, como empreendimentos e comercialização de um novo produto.

Além dos benefícios mencionados, alguns impactos econômicos negativos foram abordados, como o custo das tecnologias de energia renovável como fator limitante à transferência destas tecnologias (SHUKLA; DHAR; FUJINO, 2010); a falta de políticas que limitem emissões de gases, permitindo que empresas sub invistam

em tecnologias de eficiência energética, visto que os benefícios ambientais das tecnologias limpas não geram impactos econômicos para a organização (POPP, 2011); o subsídio à tecnologias não sustentáveis, limitando o desenvolvimento e adoção de tecnologias limpas (DOUKAS *et al.*, 2012); e a falta de resultados econômicos benéficos da Transferência de Tecnologia de aquecedores solares de água na Argentina (ESCALANTE; BELMONTE; GEA, 2013).

Em seguida, os impactos ambientais mais recorrentes foram identificados, conforme Quadro 17.

Quadro 17: Impactos Ambientais

IMPACTOS AMBIENTAIS	AUTORES
Mitigação ou resiliência às mudanças climáticas.	Ravindranath e Balachandra (2009); Doukas, Karakosta e Psarras (2009); Menon-Choudhary e Shukla (2009); Karakosta, Doukas e Psarras (2010); Flamos, Georgallis e Psarras (2010); Jason <i>et al.</i> (2010); Azam (2011); Dasgupta e Taneja (2011); Doukas <i>et al.</i> (2012); Liu, Eesser e Whiting (2013); Boudghene Stambouli <i>et al.</i> (2014); Adenle, Azadi e Arbiol (2015); George <i>et al.</i> (2016).
Melhora ambiental.	Karakosta, Doukas e Psarras (2008); Menon-Choudhary e Shukla (2009); Nasri <i>et al.</i> (2010); Rochon <i>et al.</i> (2010); Pinard (2013); Adenle, Azadi e Arbiol (2015); Belmonte, Escalante e Franco (2015); Mehta, Shankar e Bandopadhyay (2016); Karakosta (2016); Eitzel <i>et al.</i> (2018); Chege <i>et al.</i> (2019).
Redução ou sequestro de CO2.	Karakosta, Doukas e Psarras (2008); Doukas, Karakosta e Psarras (2009); Ravindranath e Balachandra (2009); Lybæk e Andersen (2010); Popp (2011); Liu, Eesser e Whiting (2013); Adenle, Azadi e Arbiol (2015); Karakosta (2016); Chege <i>et al.</i> (2019).
Gestão e proteção da terra; recuperação de terras; conservação do solo.	Ravindranath e Balachandra (2009); Karakosta e Psarras (2009); Doukas, Karakosta e Psarras (2009); Flamos, Georgallis e Psarras (2010); Waswa e Juma (2012); Uddin <i>et al.</i> (2015); Corradini <i>et al.</i> (2016); Eitzel <i>et al.</i> (2018).
Redução do consumo de recursos, os preservando.	Shrivastava (1995); Karakosta e Psarras (2009); Liu, Eesser e Whiting (2013); Corradini <i>et al.</i> (2016); Zhang, Xie e Li (2017); Por meio de eficiência energética: Adenle, Azadi e Arbiol (2015); Não renováveis: Pinard (2013).
Redução da poluição.	Ravindranath e Balachandra (2009); Menon-Choudhary e Shukla (2009); Shukla, Dhar e Fujino (2010); Waswa e Juma (2012); Pinard (2013); Zhang, Xie e Li (2017); Ma <i>et al.</i> (2018)
Redução dos Gases do Efeito Estufa (GEE) que ocasionam as mudanças climáticas.	Menon-Choudhary e Shukla (2009); van der Gaast, Begg e Flamos (2009); Flamos, Georgallis e Psarras (2010); Shukla, Dhar e Fujino (2010); Parnphumeesup e Kerr (2011); Doukas <i>et al.</i> (2012); George <i>et al.</i> (2016).
Melhora das condições e gestão do ar.	Doukas, Karakosta e Psarras (2009); Flamos, Georgallis e Psarras (2010); Shukla, Dhar e Fujino (2010); Pinard (2013); Uddin <i>et al.</i> (2015); Zhang, Xie e Li (2017).
Redução de emissões (limitando, políticas, ou por implementação de tecnologias).	Ravindranath e Balachandra (2009); van der Gaast, Begg e Flamos (2009); Popp (2011); Tschiggerl e Wolf (2012); George <i>et al.</i> (2016).
Melhora das condições e gestão das águas.	Doukas, Karakosta e Psarras (2009); Flamos, Georgallis e Psarras (2010); Waswa e Juma (2012); Uddin <i>et al.</i> (2015); Redução das

IMPACTOS AMBIENTAIS	AUTORES
	águas residuais: Tschiggerl e Wolf (2012).
Gerenciamento de resíduos.	Shrivastava (1995); Doukas, Karakosta e Psarras (2009); Flamos, Georgallis e Psarras (2010).
Proibir ou reduzir as emissões deliberadas de substâncias que empobrecem a camada de ozono.	Doukas, Karakosta e Psarras (2009); George <i>et al.</i> (2016).
Redução de desperdício.	Shrivastava (1995).
Gestão e resposta à desastres (inundações, secas).	Waswa e Juma (2012).
Gestão dos recursos naturais.	Waswa e Juma (2012).

Fonte: Elaborado pela autora (2020)

A partir do Quadro 17, conclui-se que o principal benefício esperado é a mitigação da mudança climática, mencionado em 13 artigos, e a redução de fatores que a afeta, como emissão de CO₂, mencionado em 9 artigos, de Gases do Efeito Estufa (GEE) em geral, mencionado em 7 artigos; a emissão de gases em geral, mencionado em 5 artigos; e a emissão de gases que destroem a camada de ozônio, mencionado em 2 artigos. Além disso, outros benefícios recorrentes é a melhora ambiental, com melhor gestão dos recursos, como da terra, mencionado em 8 artigos; do ar, mencionado em 6 artigos; e das águas, mencionado em 5 artigos.

Além dos benefícios citados, alguns impactos ambientais negativos foram discutidos. Parnphumeesup e Kerr (2011) abordaram a geração de poluição, impactando a qualidade do ar, que a utilização da biomassa da casca de arroz gera. Urban *et al.* (2015) abordaram os impactos gerados pela transferência e instalação de grandes represas hidrelétricas entre China e Camboja, resultando em perda de *habitats* e ameaçando uma variedade de espécimes. Por fim, Sarkodie e Strezov (2019) concluíram que embora o FDI resulte em desenvolvimento econômico, pode acarretar a emissão do dióxido de carbono, um dos gases responsáveis pela mudança climática.

Por fim, os impactos sociais mais recorrentes foram, conforme Quadro 18.

Quadro 18: Impactos Sociais

IMPACTOS SOCIAIS	AUTORES
Geração de empregos	van der Gaast, Begg e Flamos (2009); Flamos, Georgallis e Psarras (2010); Lybæk e Andersen (2010); Shukla, Dhar e Fujino (2010); Parnphumeesup e Kerr (2011); Doukas <i>et al.</i> (2012); Torvanger <i>et al.</i> (2013); Pinard (2013); Uddin <i>et al.</i> (2015); Corradini <i>et al.</i> (2016);

IMPACTOS SOCIAIS	AUTORES
	Karakosta (2016)
Alívio da pobreza	Doukas, Karakosta e Psarras (2009); Karakosta, Doukas e Psarras (2009); Flamos, Georgallis e Psarras (2010); Rochon <i>et al.</i> (2010); Karakosta, Doukas e Psarras (2011); Pearce <i>et al.</i> (2012); Liu, Eesser e Whiting (2013); Pinard (2013); Eitzel <i>et al.</i> (2018);
Qualidade de vida	Pearce <i>et al.</i> (2012); Belmonte, Escalante e Franco (2015); Mehta, Shankar e Bandopadhyay (2016); Proveniente da melhora de um recurso natural : Soutter <i>et al.</i> (2009); Menon-Choudhary e Shukla (2009); Holm <i>et al.</i> (2016); Piora a qualidade de vida ao piorar a qualidade de algum recurso natural (Ar) : Parnphumeesup e Kerr (2011); Redução da poeira, melhorando a qualidade do ar e consequentemente a qualidade de vida : Pinard (2013)
Melhora na saúde	Shrivastava (1995); van der Gaast, Begg e Flamos (2009); Doukas, Karakosta e Psarras (2009); Flamos, Georgallis e Psarras (2010); Pearce <i>et al.</i> (2012); Pinard (2013); Uddin <i>et al.</i> (2015)
Geração de conhecimentos e educação	Doukas, Karakosta e Psarras (2009); van der Gaast, Begg e Flamos (2009); Hajrizi, Stapleton e Kopacek (2010); Pinard (2013); Uddin <i>et al.</i> (2015)
Independência ou segurança energética	Karakosta, Doukas e Psarras (2008); Karakosta, Doukas e Psarras (2009); Shukla, Dhar e Fujino (2010); Karakosta, Doukas e Psarras (2011); Karakosta (2016)
Promove bem-estar	Doukas, Karakosta e Psarras (2009); van der Gaast, Begg e Flamos (2009); Flamos, Georgallis e Psarras (2010); Uddin <i>et al.</i> (2015); Chege <i>et al.</i> (2019)
Segurança	Pinard (2013); Uddin <i>et al.</i> (2015); Corradini <i>et al.</i> (2016)
Justiça e estabilidade social	Moseson, Lama e Tangorra (2012); Pearce <i>et al.</i> (2012)
Envolvimento da população local ou comunidade	Pinard (2013); Corradini <i>et al.</i> (2016)
Mobilidade	Pinard (2013); Chege <i>et al.</i> (2019)
Segurança alimentar	Jason <i>et al.</i> (2010)
Respeito ao habitat e a cultura local	Ma <i>et al.</i> (2018)
Moradias seguras	Nasri <i>et al.</i> (2010)
Eliminação do preconceito de gênero	Pinard (2013)

Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Conforme Quadro 18, os principais benefícios sociais mencionados foram a geração de empregos, mencionado em 11 artigos; o alívio da pobreza, mencionado em 9 artigos; e a melhora na qualidade de vida, mencionado em 8 artigos. Os benefícios de melhora na qualidade de vida e saúde podem ser decorrentes da redução da poluição por exemplo, como mencionado por Pinard (2013); ou devido à melhora de algum recurso natural (SOUTTER *et al.*, 2009; MENON-CHOUDHARY; SHUKLA, 2009; HOLM *et al.*, 2016). Além dos benefícios mencionados, Urban *et al.* (2015) abordou também os impactos sociais negativos que a instalação de grandes represas hidrelétricas ocasionou, mencionando que cerca de 22.000 pessoas

tiveram seus meios de subsistência afetados negativamente, além do fato da falta de eletricidade para parte da população.

Além dos benefícios e impactos negativos mencionados, foi discutida a questão da distribuição desigual dos benefícios entre os eixos econômico, ambiental e social. Conforme Karakosta e Psarras (2009) e Karakosta, Doukas e Psarras (2009) há uma valorização dos eixos econômico e ambiental em relação ao eixo social. Já para Imaz e Sheinbaum (2017) o eixo econômico cresce em detrimento dos eixos ambiental e social. Por fim, Aggarwal e Aggarwal (2017) discutem que o eixo ambiental apresenta um maior número de benefícios em projetos CDM, seguido do eixo econômico, e por fim o eixo social, concluindo que há uma considerável negação dos benefícios sociais resultantes dos projetos de CDM. Conforme discutido anteriormente, há um consenso de que o eixo social é negligenciado, sendo assim, há a necessidade de focar nesse eixo.

Assim, após as análises de conteúdo provenientes da combinação 1, relacionado a Transferência de Tecnologia para promoção do desenvolvimento sustentável, iniciaram-se as análises de conteúdo inserindo também o eixo *Smart Cities*. Os resultados obtidos da relação das *Smart Cities* e suas tecnologias com o Desenvolvimento Sustentável, e da relação entre Transferência de Tecnologia e *Smart Cities* Sustentáveis, foram apresentados na seção 4.2 e 4.3, respectivamente.

4.2 TECNOLOGIAS E AS *SMART CITIES* SUSTENTÁVEIS

Conforme descrito na seção de Fundamentação Teórica, existe uma diversidade de definições para as *Smart Cities*, bem como diferentes opiniões em relação aos objetivos destas. Embora alguns autores relacionem os objetivos deste modelo de cidades aos objetivos sustentáveis, como Anthopoulos (2017) e Sta (2017), outros autores não o fazem, conforme identificado por Ahvenniemi *et al.* (2017). Visto que este trabalho objetiva associar as *Smart Cities* ao Desenvolvimento Sustentável em uma única estrutura, faz-se necessário compreender como os dois eixos se relacionam.

Assim, esta seção apresentará definições das *Smart Cities*, seus requisitos e domínios (4.2.1); as tecnologias que são implementadas nas *Smart Cities* sustentáveis, e suas aplicações (4.2.2); quais os desafios mencionados para o

desenvolvimento das *Smart Cities* com foco sustentável (4.2.3), e quais os impactos que essas tecnologias geram para o tripé da sustentabilidade (4.2.4). A partir das análises, o Objetivo específico 2 (OE2) do trabalho será atingido. Para realizar as coletas de dados e posteriormente a análise de conteúdo, conforme Quadro 7, serão utilizadas as combinações 3 e 7 do portfólio de artigos científicos, totalizando 81 artigos.

4.2.1 Definições, Requisitos e Domínios das *Smart Cities* Sustentáveis

Visto que existe uma gama de definições de *Smart Cities*, esta seção irá apresentar quais as definições e requisitos das *Smart Cities*, quando relacionadas ao eixo desenvolvimento sustentável. Os resultados obtidos estão detalhados no Quadro 19.

Quadro 19: Definições e requisitos das *Smart Cities* sustentáveis

DEFINIÇÕES
Inovação aberta e as Tecnologias da Comunicação e Inovação (TIC) são elementos necessários na construção das <i>Smart Cities</i> , permitindo que os tomadores de decisão utilizem os conhecimentos e experiências dos cidadãos para desenvolver serviços relevantes às necessidades dos usuários no meio urbano, resultando em melhoria nos serviços urbanos e na qualidade de vida (PASKALEVA, 2011).
Quanto mais alto os níveis de tecnologias aplicadas, mais inteligente e competitiva a cidade pode se tornar. Entretanto, essas tecnologias também apresenta um alto custo, necessitando assim selecionar os domínios e quais as tecnologias que serão implementadas (JUAN <i>et al.</i> , 2011).
Integra novas tecnologias e sistemas sociais (ANTTIROIKO; VALKAMA; BAILEY, 2014).
Solucionar problemas urbanos por meio de tecnologias baseadas em TICs conectadas à uma infraestrutura urbana, objetivando o redirecionamento de informações. Cria cidades mais sustentáveis com melhor qualidade de vida, ambiente mais habitável e melhor desenvolvimento econômico (LEE; HANCOCK; HU, 2014).
As <i>Smart Cities</i> contam com iniciativas dos governos locais, que por meio da aplicação de TICs objetivam aumentar a qualidade de vida dos cidadãos e contribuir para o desenvolvimento sustentável (CAPDEVILA; ZARLENGA, 2015).
Objetiva gerar espaços urbanos melhores para que economia cresça; a sociedade se torne mais igualitária; os ambientes naturais e construídos se tornem mais sustentáveis; e para isso, apresenta uma boa governança para a gerenciar (YIGITCANLAR, 2015).
Baseia-se na implantação de TICs para promover melhora na qualidade e desempenho do serviço urbano para uma melhor interação entre cidadãos e governo (STA, 2017).
Empregam TICs com o objetivo de promover desenvolvimento econômico sustentável e de fomentar novas formas de vida coletiva. Os cidadãos desse modelo de cidades desempenham um papel importante, representando um dos seus agentes (BOUKHECHBA <i>et al.</i> , 2017).
Implementação de TICs no ambiente urbano para promover inteligência às cidades deve ser baseado no reconhecimento que os cidadãos estão no centro do processo (VISVIZI; LYTRAS, 2018).
A capacitação dos cidadãos representa uma peça chave para o desenvolvimento de <i>Smart Cities</i> mais sustentáveis (MARTIN; EVANS; KARVONEN, 2018).
As <i>Smart Cities</i> juntamente com a implantação da <i>Internet of Things</i> (IoT) estão modificando a vida urbana, melhorando a segurança; habitabilidade; e o conforto dos cidadãos; criando oportunidades de negócios para empresas de alta tecnologia e permitindo serviços e administração urbana mais

DEFINIÇÕES
eficientes (ALAVI <i>et al.</i> , 2018).
Enfatiza uma abordagem centrada no cidadão, considerando suas necessidades para proporcionar qualidade de vida (MACKE <i>et al.</i> , 2018).
Baseiam-se na aplicação em sistemas inteligentes de processamento e controle de informações; infraestrutura de rede heterogênea e detecção onipresente que envolve milhões de fontes de informação (SHARMA; PARK, 2018).
A inteligência dos líderes, formuladores de políticas, tecnocratas e cidadãos, juntamente com as políticas desenvolvidas são fundamentais no desenvolvimento de <i>Smart Cities</i> (YIGITCANLAR <i>et al.</i> , 2018).
A infraestrutura e a economia da cidade são os aspectos mais importantes no desenvolvimento de uma <i>Smart City</i> (LIU; WANG; TZENG, 2018).
Aplicação das TICs resultando em melhora no bem-estar dos cidadãos, criação de ambientes “inteligentes” e acessíveis, o que significa alcançar uma sociedade mais inclusiva e igualitária (PICATOSTE <i>et al.</i> , 2018).
Diversos fatores influenciam na inteligência de uma cidade, como tecnologia, pessoas e comunidades, governança da economia, planejamento e infraestrutura (MOZURIUNAITE, 2018).
As <i>Smart Cities</i> baseiam-se na utilização das TIC em uma infraestrutura interativa com o objetivo de fornecer serviços avançados e inovadores aos cidadãos. Os resultados esperados é a melhoria na qualidade de vida e o gerenciamento sustentável dos recursos naturais (ISMAGILOVA <i>et al.</i> , 2019).
O conceito de <i>Smart Cities</i> incorpora a utilização de tecnologias como sensores e <i>Big Data</i> por meio da IoT. As soluções de IA devem ser orientadas a apoiar a vida humana, e não somente integrar tecnologias com o objetivo de retornos econômicos (ALLAM; DHUNNY, 2019).
Compreende a implementação de tecnologias digitais para superar déficits democráticos e aumentar a participação dos cidadãos, digitalmente habilitados, na governança urbana (Martin <i>et al.</i> , 2019).
Objetivam fornecer uma melhor qualidade de vida aos cidadãos, promover crescimento econômico, estabelecer uma abordagem sustentável e garantir a prestação eficiente de serviços aos cidadãos, impulsionando o desenvolvimento do capital humano, coletivo e tecnológico (ALKHATIB; BARACHI; SHAALAN, 2019).
As <i>Smart Cities</i> utilizam-se de métodos computacionais, fundamentais no processo de tomada de decisão, na formulação de políticas, promovendo melhores serviços aos cidadãos, resultando em desenvolvimento econômico, bem-estar aos cidadãos, e construção de capacidade aos usuários para utilizar as tecnologias (SOUZA <i>et al.</i> , 2019).
As <i>Smart Cities</i> são cidades inovadoras que a partir da implementação das TICs aprimora seus recursos, sendo eles: ambiente, economia, pessoas, mobilidade, moradia e governança, resultando em desenvolvimento econômico, qualidade de vida, eficiência da prestação de serviços, gerenciamento inteligente de recursos naturais e operação otimizada de infraestruturas e instalações (BIBRI, 2019).

Fonte: Elaborado pela autora (2020)

A partir da revisão das definições, pode-se concluir que os atores centrais para as *Smart Cities* são os cidadãos e os tomadores de decisão. Conforme Alkhatib, Barachi e Shaalan (2019) e Martin *et al.* (2019), esse modelo de cidades necessitam esforços coordenados e informações compartilhadas entre o público (cidadãos) e os tomadores de decisão (governo). Ainda, Xue (2016) e Sakurai e Kokuryo (2018) abordam a colaboração destes dois atores com empresas privadas para promover o desenvolvimento das *Smart Cities*.

Conforme Paskaleva (2011), os tomadores de decisão utilizam os conhecimentos e experiências dos cidadãos para desenvolver serviços relevantes às necessidades dos usuários no meio urbano. Por esse motivo que os cidadãos são considerados elementos fundamentais para as *Smart Cities*. As cidades devem ser

baseadas no reconhecimento que os cidadãos estão no centro do processo, onde a tecnologia trabalha para favorecê-los (MACKÉ *et al.*, 2018; VISVIZI; LYTRAS, 2018), e devido a isso, a capacitação dos cidadãos representa uma peça chave para o desenvolvimento de *Smart Cities* mais sustentáveis (MARTIN; EVANS; KARVONEN, 2018).

Embora haja um consenso de que a questão das tecnologias, principalmente as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), são elementos fundamentais para as *Smart Cities*, como abordado por Ismagilova *et al.* (2019) e Picatoste *et al.* (2018), é evidenciado a preocupação de outros autores com a priorização da dimensão tecnológica dessas cidades (YIGITCANLAR, 2015; PASKALEVA *et al.*, 2017; MACKÉ *et al.*, 2018; YIGITCANLAR *et al.*, 2018; MARTIN *et al.*, 2019). Considera-se que os modelos de *Smart Cities* favorecem soluções tecnológicas e interesses comerciais em detrimento da inclusão social e inovação urbana (PASKALEVA *et al.*, 2017; ALLAM; DHUNNY, 2019).

Os principais resultados esperados dessa configuração de cidades é a melhora na prestação de serviços urbanos, impactando positivamente na qualidade de vida e bem-estar social dos cidadãos. Assim, vê-se o foco em resultados para o eixo social das *Smart Cities* em detrimento dos demais eixos. O segundo eixo com maior número de benefícios mencionados foi o econômico, e por fim o eixo ambiental. Isso demonstra a diferença de foco entre cidades sustentáveis e *Smart Cities*, visto que a primeira se relaciona diretamente com os objetivos sustentáveis, e tende a resultar em benefícios principalmente para os eixos econômico e ambiental, enquanto a segunda foca principalmente no eixo social.

Posteriormente, foram mapeados alguns requisitos mencionados para que uma cidade seja considerada inteligente. Os autores mencionam principalmente a necessidade de infraestrutura de dados, tecnologias avançadas, e participação dos cidadãos. O que torna a cidade inteligente é a capacidade dos usuários de utilizarem os serviços inteligentes disponibilizados (VISVIZI; LYTRAS, 2018), visto que essas tecnologias só são úteis se os cidadãos as utilizarem (CAPDEVILA; ZARLENGA, 2015).

Por fim, os domínios das *Smart Cities* foram identificados. Conforme Lazaroiu e Roscia (2012); EU (2011); Bibri (2018a); Beretta (2018); Zawieska e Pieriegud (2018); Liu, Wang e Tzeng (2018); Ismagilova *et al.* (2019), os domínios

das *Smart Cities* são: *Smart Mobility* (sistemas integrados de transporte, suportados pelas TICs, foco em acessibilidade e disponibilidade de transporte), *Smart Environment* (medição, controle e monitoramento ambiental e dos recursos, planejamento urbano verde, e serviços urbanos como iluminação pública, gestão de resíduos, sistemas de drenagem e sistemas de recursos hídricos monitorados para melhor eficiência e economia de recursos), *Smart Living* (foca no estilo de vida dos cidadãos, comportamento, consumo, segurança, cultura, e acomodações, também promove coesão social), *Smart People* (recursos humanos e gestão de capacidade, habilitados para trabalhos participativos e uso de TICs, foco em qualificação e participação na vida pública), *Smart Economy* (novos produtos, serviços e modelos de negócio, aumento de produtividade e utilização de TICs nos serviços), e *Smart Governance* (integram organizações públicas, privadas, civis, para o bom funcionamento das cidades como um organismo, tomada de decisão participativa e governança transparente).

Embora existam os seis domínios, alguns trabalhos apresentam foco em uns domínios específicos. A abordagem da infraestrutura dos dados e sua gestão, e no planejamento dos ambientes urbanos das *Smart Cities* são os mais recorrentes; seguido do domínio *Smart Environment*, para melhor gestão dos recursos naturais e espaços verdes urbanos; e menos recorrentes os domínios *Smart Governance*, *Mobility*, Gestão de serviços públicos, e *Smart Living* e *People*. Assim, percebe-se que os domínios mais frequentes nos trabalhos são em relação ao ambiente natural e a implementação tecnológica, principalmente as TICs, para desenvolvimento e planejamento urbanos.

Em suma, pode-se concluir que as *Smart Cities* focam na implementação tecnológica para melhora na qualidade de vida e bem-estar dos cidadãos, e para ofertar melhores níveis de serviços urbanos e infraestrutura, objetivando também promover desenvolvimento econômico e eficiência no consumo de recursos. Além disso, os atores centrais para o desenvolvimento dessas cidades são: os cidadãos, como elementos integrantes e fundamentais para inserir dados em tempo real, interagindo com diferentes infraestruturas e tecnologias avançadas, como TICs, *Big Data*, por meio de IoT; e os tomadores de decisão, governos e formuladores de políticas, como agentes de implementação destes dados, já que através dos dados provenientes de diferentes fontes, caracterizados por sua heterogeneidade e em

tempo real, tomem as decisões e formularem as estratégias a fim de melhorar os serviços urbanos.

4.2.2 Tecnologias e suas Aplicações nas *Smart Cities* Sustentáveis

A partir da análise dos trabalhos, foram identificadas as tecnologias mencionadas no âmbito das *Smart Cities* sustentáveis. Os resultados obtidos estão descritos no Quadro 20.

Quadro 20: Tecnologias das *Smart Cities* sustentáveis

TECNOLOGIAS	AUTORES
Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC); Tecnologias da Informação (TI); Sistema da Informação (SI)	Paskaleva (2011); Anttiroiko, Valkama e Bailey (2014); Sánchez <i>et al.</i> (2013); Kramers <i>et al.</i> (2014); Lee, Hancock e Hu (2014); Fernández <i>et al.</i> (2014); Stratigea, Papadopoulou e Panagiotopoulou (2015); Mayangsari e Novani (2015); Branchi, Fernández-Valdivielso e Matías (2015); Cellucci <i>et al.</i> (2015); Vadgama <i>et al.</i> (2015); Trivellato (2017); Hara <i>et al.</i> (2016); Corsini, Rizzi e Frey (2016); Chiodi (2016); Ahvenniemi <i>et al.</i> (2017); Bibri e Krogstie (2017b); Bibri e Krogstie (2017c); Pérez-Delhoyo <i>et al.</i> (2017); Jamei <i>et al.</i> (2017); Beccali <i>et al.</i> (2017); Díaz-Díaz, Muñoz e Pérez-González (2017); Ferro e Osella (2017); Bibri e Krogstie (2017a); Bibri (2018a); Bibri (2018b); Bibri (2018c); Visvizi e Lytras (2018); Praharaj, Han e Hawken (2018); Angelidou <i>et al.</i> (2018); Bracco <i>et al.</i> (2018); Zawieska e Pieriegud (2018); Sakurai e Kokuryo (2018); Beretta (2018); Picatoste <i>et al.</i> (2018); Chen e Han (2018); Van den Buuse e Kolk (2019); Mozuriunaite (2018); Ismagilova <i>et al.</i> (2019); Allam e Dhunny (2019); Martin <i>et al.</i> (2019); Costin e Eastman (2019); Bibri (2019)
<i>Internet of Things</i> (IoT)	Moreno, Zamora e Skarmeta (2014); Yigitcanlar (2015); Zhu e Zuo (2015); Sta (2017); Corbett e Mellouli (2017); Díaz-Díaz, Muñoz e Pérez-González (2017); Bibri e Krogstie (2017c); Bibri (2018a); Sharma e Park (2018); Alavi <i>et al.</i> (2018); Kobza e Hermanowicz (2018); Jatinkumar Shah <i>et al.</i> (2018); Praharaj, Han e Hawken (2018); Chen e Han (2018); Liu, Wang e Tzeng (2018); Ismagilova <i>et al.</i> (2019); Allam e Dhunny (2019); Martin <i>et al.</i> (2019); Costin e Eastman (2019); Bibri (2019)
Sensores	Moreno, Zamora e Skarmeta (2014); Lee, Hancock e Hu (2014); Yigitcanlar (2015); Branchi, Fernández-Valdivielso e Matías (2015); Shichiyakh <i>et al.</i> (2016); Gade <i>et al.</i> (2016); Bibri e Krogstie (2017a); Bibri e Krogstie (2017b); Bibri e Krogstie (2017c); Sta (2017); Pérez-Delhoyo <i>et al.</i> (2017); Basiri, Azim e Farrokhi (2017); Bibri (2018a); Bibri (2018b); Praharaj, Han e Hawken (2018); Alavi <i>et al.</i> (2018); Chen e Han (2018); Jatinkumar Shah <i>et al.</i> (2018); Mozuriunaite (2018); Allam e Dhunny (2019); Bibri (2019). Micro e Nano-sensores: Poletti e Treville (2016)
<i>Big Data</i>	Zhu e Zuo (2015); Stratigea, Papadopoulou e Panagiotopoulou (2015); Bibri e Krogstie (2017a); Bibri e Krogstie (2017b); Bibri e Krogstie (2017c); Corbett e Mellouli (2017); Díaz-Díaz, Muñoz e Pérez-González (2017); Bibri (2018a); Bibri (2018b); Visvizi e Lytras (2018); Zawieska e Pieriegud (2018); Chen e Han (2018); Kobza e Hermanowicz (2018); Allam e Dhunny (2019); Costin e Eastman (2019); Bibri (2019)
Computação em nuvem (Cloud source)	Zhu e Zuo (2015); Xue (2016); Corbett e Mellouli (2017); Bibri e Krogstie (2017a); Pérez-Delhoyo <i>et al.</i> (2017); Visvizi e Lytras (2018); Bibri (2018a); Zawieska e Pieriegud (2018); Alavi <i>et al.</i> (2018); Ismagilova <i>et al.</i> (2019)
Tecnologias digitais	Moreno, Zamora e Skarmeta (2014); Vadgama <i>et al.</i> (2015); Basiri, Azim e

TECNOLOGIAS	AUTORES
	Farrokhi (2017); Ferro e Osella (2017); Martin, Evans e Karvonen (2018); D'Auria, Tregua e Vallejo-Martos (2018); Kobza e Hermanowicz (2018); Angelidou <i>et al.</i> (2018); Martin <i>et al.</i> (2019)
Identificação por Radiofrequência (RFID)	Moreno, Zamora e Skarmeta (2014); Lee, Hancock e Hu (2014); Yigitcanlar (2015); Bibri e Krogstie (2017a); Bibri e Krogstie (2017b); Bibri e Krogstie (2017c); Pérez-Delhoyo <i>et al.</i> (2017); Beccali <i>et al.</i> (2017); Alavi <i>et al.</i> (2018); Shah <i>et al.</i> (2018); Bibri (2018b); Bibri (2019)
Wifi; Internet; Banda larga	Lee, Hancock e Hu (2014); Capdevila e Zarlenga (2015); Yigitcanlar (2015); Zhu e Zuo (2015); Bibri e Krogstie (2017a); Bibri (2018a); Visvizi e Lytras (2018); Costin e Eastman (2019)
Sistema de Posicionamento Global (GPS)	Lee, Hancock e Hu (2014); Yigitcanlar (2015); Bibri e Krogstie (2017a); Bibri e Krogstie (2017b); Bibri e Krogstie (2017c); Sta (2017); Pérez-Delhoyo <i>et al.</i> (2017); Shah <i>et al.</i> (2018); Bibri (2018b); Zawieska e Pieriegud (2018)
Dados abertos; Inovação Aberta (<i>Open Innovation</i>)	Paskaleva (2011); Capdevila e Zarlenga (2015); Corbett e Mellouli (2017); Paskaleva <i>et al.</i> (2017)
Sistema de informação geográfica (GIS)	Lee, Hancock e Hu (2014); Yigitcanlar (2015); Corbett e Mellouli (2017); Pérez-Delhoyo <i>et al.</i> (2017); Geoinformation and Communication Technology (GeolCT) : Aina (2017)
Realidade Virtual (RV)	Yigitcanlar (2015); Jamei <i>et al.</i> (2017); Visvizi e Lytras (2018)
Plataformas para engajamento público; participação do público	Mídia social (Twitter) : Alkhatib, Barachi e Shaalan (2019); Plataforma de engajamento em tempo real que se baseia em redes sociais íntimas : Lee, Hancock e Hu (2014); Public (e-)Participation tools (Ferramentas que permitem a participação de uma ampla gama de pessoas para tomada de decisão) : Stratigea, Papadopoulou e Panagiotopoulou (2015)
Banco de dados	Sta (2017); Bibri e Krogstie (2017a)
Bluetooth	Boukhechba <i>et al.</i> (2017); Ismagilova <i>et al.</i> (2019)
Realidade Aumentada (RA)	Yigitcanlar (2015); Visvizi e Lytras (2018)
<i>Internet of everything</i> (IoE)	Sta (2017)
Câmeras térmicas	Gade <i>et al.</i> (2016)

Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Assim, corroborando as análises das definições de *Smart Cities*, vê-se que as tecnologias mais frequentemente mencionadas são as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC). As TICs também são amplamente abordadas nos ODS, no sentido de promover acesso, capacitação, educação e ampla implantação das TICs, com o objetivo de gerar conhecimentos, empoderar mulheres, e acelerar o progresso humano, mencionada nos ODS 4, 5, 9 e 17 (UN, 2015).

Conforme Bibri e Krogstie (2017a), as TIC são implementadas para detectar, coletar, armazenar, coordenar, integrar, processar, analisar, sintetizar, manipular, modelar, simular, gerenciar, trocar e compartilhar dados urbanos, objetivando monitorar, entender, investigar e auxiliar no planejamento dessas cidades auxiliando-as a atingir seus objetivos específicos. Conforme os autores, as TICs englobam componentes de *hardware* (sensores como RFID, GPS, infravermelhos; computadores; *Smartphones*; redes; computação em nuvem, e outros) e *software*

(aplicativos de *software*, incluindo técnicas de análise de *Big Data*, como mineração de dados - *Data Mining* -, aprendizado de máquina - *Machine Learning* -, análises estatísticas; métodos de integração e gerenciamento de banco de dados, modelagem; simulação; e outras) (BIBRI; KROGSTIE, 2017a). Conforme Martin *et al.* (2019), as TIC permitem processos de tomada de decisão participativo, sendo um dos pilares das *Smart Cities*.

A segunda tecnologia mais abordada foi a IoT, sendo uma tendência tecnológica do setor das TICs, e considerada como uma das mais promissoras para enfrentar os problemas das cidades do futuro (ALAVI *et al.*, 2018). Conforme Allam e Dhunny (2019) a IoT é considerada a principal tecnologia a promover a inteligência às cidades. Representa a capacidade de ter uma infinidade de dispositivos heterogêneos se comunicando sem conexões físicas (COSTIN; EASTMAN, 2019).

Outras tecnologias recorrentes são as tecnologias de sensores, como os sensores infravermelhos, nano e microssensores, RFID, câmeras térmicas. Além dos sensores abordados de forma geral, sem especificar a tecnologia, outros sensores específicos foram identificados. Conforme Bibri e Krogstie (2017c), os sensores se diferenciam pelo tipo de energia que detectam como sinal, como sensores de localização (GPS); ópticos (infravermelho, UV); luz (fotocélula); imagem (câmera estéreo, infravermelho); som (microfone); temperatura (termômetros); calor (bolômetro); movimento (velocímetro); orientação (giroscópio); movimento físico (acelerômetro); de rastreabilidade (RFID, NFC), e outros.

O sensor mais frequente foi o RFID, sigla em inglês para *Radio Frequency Identification*, tecnologia que realiza identificação de características por radiofrequência (Alavi *et al.*, 2018), como por exemplo para rastrear cidadãos (PÉREZ-DELHOYO *et al.*, 2017), ou detectar carros estacionados para projetos de gestão de mobilidade (BECCALI *et al.*, 2017), e em planejamento de coletas e operações de recuperação de resíduos, com a aplicação da tecnologia em lixeiras para detectar a presença de certos tipos de resíduos (SHAH *et al.*, 2018).

Outro sensor abordado foi o GPS, sigla para *Global Positioning System*, abordado por Shah *et al.* (2018) como forma de identificar onde os compartimentos com os resíduos estão localizados, otimizando rotas para as coletas por exemplo, Pérez-Delhoyo *et al.* (2017) aborda o GPS e o RFID para planejamento urbano, diferenciando as duas tecnologias atribuindo a necessidade de cooperação humana

à primeira, com os GPSs informando dados de localização. Também, o sensor GIS, sigla para *Geographic Information System*, foi abordado por Pérez-Delhoyo *et al.* (2017), que o abordou juntamente com a aplicação do RFID e GPS, mas com a finalidade de exibir os dados coletados com as outras duas tecnologias, e realizar análise espacial.

Também, foi abordado o sensor de câmera térmica. Gade *et al.* (2016) realizaram a comparação com a utilização da câmera RGB e a térmica, e concluíram que a segunda apresenta vantagens sobre a primeira em Smart Cities, visto que não dependem da incidência de luz durante diferentes períodos, além de garantir a privacidade dos cidadãos, assunto amplamente discutido na literatura desse modelo de cidades.

Por fim, a tecnologia denominada *Big Data* também é considerada fundamental para o desenvolvimento das *Smart Cities*. O termo denota um conjunto de dados muito grandes para os sistemas tradicionais de processamento de dados Bibri e Krogstie (2017c). A tecnologia garante a capacidade de gerenciar e usar grande quantidade de dados de maneira eficaz para os processos de tomada de decisão orientados a dados em áreas urbana (VISVIZI; LYTRAS, 2018). Conforme Bibri (2019), as análises de *Big Data* desempenham um papel significativo em termos de sustentabilidade das *Smart Cities*, permitindo o gerenciamento da eficiência das operações e funções, dos recursos naturais, a gestão inteligente de infraestruturas e instalações, a melhoria da qualidade de vida e bem-estar dos cidadãos e a melhoria da mobilidade e acessibilidade.

Em suma, percebe-se que as tecnologias abordadas como fundamentais para o desenvolvimento das *Smart Cities* são as tecnologias digitais, como as tecnologias da informação e comunicação, a fim de interconectar infraestruturas, usuários e tomadores de decisão para melhor prestação de serviços urbanos. Além disso, as tecnologias de infraestrutura de dados, para coleta; tratamento e análise do crescente número de dados, também são consideradas fundamentais no contexto das cidades onde existe uma densa quantidade informações e dados sendo disponibilizados em tempo real, e partindo por diversas fontes e pessoas.

A partir das tecnologias, foram mapeados os projetos, os quais as tecnologias foram aplicadas. Os projetos mencionados foram relacionados a gestão

de recursos naturais e impactos gerados a estes; e relacionados a transporte; mobilidade e segurança, sendo eles:

- Projetos para gestão e informação de recursos ambientais ou relacionados à impactos ambientais: UrbanEcomap: transmite informações sobre as questões ecológicas; iRecycle: aponta aos cidadãos os pontos de coleta de reciclagem; SF Water Power Sewer: gestão do consumo de água em áreas residências (LEE; HANCOCK; HU, 2014); City Digital SGIM: para gestão das águas pluviais; DIMMER: visa reduzir as mudanças climáticas, controlando a cadeia energética e melhorando a eficiência energética usando os sensores e atuadores; IntUBE: visa aumentar a eficiência energética do ciclo de vida dos edifícios; GreenIoT: tem como objetivo monitorar a poluição do ar e o planejamento de tráfego na cidade inteligente (ALAVI *et al.*, 2018); LIFE: monitora os efeitos da poluição do ar em crianças por apoiar políticas públicas de saúde; DOMO GRID: testa os benefícios de redes elétricas inteligentes conectadas a domicílios residenciais, visando menor consumo energético (TRIVELLATO, 2017; BERETTA, 2018); Bristol Is Open (BIO): útil para monitoramento ambiental, identificando e analisando possíveis fontes de poluição no sistema urbano dos rios (CHEN; HAN, 2018); Smart Santander: permite que os cidadãos recebam informações *online* em tempo real sobre fluxos de tráfego, níveis de poluição, iluminação, e outras informações (ANTTIROIKO; VALKAMA; BAILEY, 2014; SÁNCHEZ *et al.*, 2013; ALAVI *et al.*, 2018); Smart Light e Energy Atlas: projetos de eficiência energética (VAN DEN BUUSE; KOLK, 2019); Energy 2020: sistemas de energia inovadores voltados para a redução de custos operacionais e emissões de CO₂ (BRACCO *et al.*, 2018); PLEEC (*Planning for Energy Efficient Cities*): tornar as cidades europeias mais eficientes em termos energéticos (KULLMAN *et al.*, 2016); e
- Projetos de planejamento de transporte, mobilidade e segurança urbana: Cycletracks: fornece dados para os ciclistas e também acerca dos ciclistas para as autoridades de transporte; SF Park: informa sobre preços e vagas para estacionamento conforme a demanda; Mapa do Tempo de Trânsito: demonstra dados e incentiva a utilização de transportes coletivos e pessoas a residirem próximas de seus trabalhos; Go Green: apoia a utilização de

transportes alternativos, como bicicletas, caminhadas, e compartilhamento de carros (LEE; HANCOCK; HU, 2014); Estacionamento Inteligente: gerenciar o espaço limitado de estacionamento na cidade inteligente, controlando áreas de carga e descarga e tráfego; GreenIoT: tem como objetivo monitorar a poluição do ar e o planejamento de tráfego na cidade inteligente (ALAVI *et al.*, 2018); FreVue: consiste na criação de uma plataforma de logística interna para uma área de grande movimentação, auxiliando as rotas de entregas de medicamentos para as farmácias; Electric City Movers: serviço de compartilhamento de carros, podendo impactar com eco gentrificação, já que esse serviço é localizado principalmente no centro da cidade, com exclusão dos arredores (BERETTA, 2018); Smart Santander: permite que os cidadãos recebam informações *online* em tempo real sobre fluxos de tráfego, níveis de poluição, iluminação, e outras informações (ANTTIROIKO; VALKAMA; BAILEY, 2014; SÁNCHEZ *et al.*, 2013; ALAVI *et al.*, 2018); Monitoramento de incidentes por meio da mídia social Twitter: prever emergências, crimes e desastres por meio dos dados gerados por usuários da mídia, para tomar as providências (ALKHATIB; BARACHI; SHAALAN, 2019); GeoBike e GeoVelo: gerenciamento de um sistema público de bicicletas e de infraestrutura (KOBZA; HERMANOWICZ, 2018); Crime Prevention through Urban Design and Planning (CP-UDP): estratégia para prevenção ao crime (CHIODI, 2016); Smart Bus Transit System (BRTS): oferece uma série de soluções inteligentes, como Sistema de Rastreamento de Ônibus, Gerenciamento de Frota, Bilheteira Automática e informações sobre passageiros (VADGAMA *et al.*, 2015).

As tecnologias são aplicadas em projetos de planejamento urbanos, principalmente relacionados a eficiência do consumo de recursos e mobilidade e segurança urbana, disponibilizando dados em tempo real, permitindo assim a tomada de decisão mais assertiva. Conforme Angelidou *et al.* (2018), as tecnologias da informação e comunicação tem uma ampla aplicação nas áreas de gerenciamento de resíduos e poluição do ar, sendo altamente relevantes para o processo de implementação da estratégia de “visão zero”, como zero emissões de dióxido de carbono (CO₂), zero acidentes de trânsito fatais e zero desperdício nas cidades. Sendo assim, vê-se que as tecnologias das *Smart Cities* auxiliam esse

modelo de cidades a atingirem não somente o desenvolvimento tecnológico, mas também o desenvolvimento sustentável.

4.2.3 Desafios dos Modelos de *Smart Cities* Sustentáveis

Após mapear as tecnologias aplicadas no contexto das *Smart Cities*, foram identificados os desafios para sua implementação no contexto destas cidades. Os resultados obtidos foram, conforme Quadro 21.

Quadro 21: Desafios das *Smart Cities* sustentáveis

DESAFIOS
Capacitar as pessoas para desempenharem um papel mais participativo na governança (PASKALEVA, 2011).
Dificuldade em selecionar as soluções provenientes das TICs, devido à falta de conhecimento técnico necessário, e devido à falta de conhecimento da eficiência dessa TIC (ANTTIROIKO; VALKAMA; BAILEY, 2014).
Falta da troca eficiente de informações e o compartilhamento da infraestrutura disponível. Assim, um dos principais desafios às estruturas <i>Smart Cities</i> é que uma quantidade grande de dispositivos precisa permitir acesso transparente de e para todos os nós (SÁNCHEZ <i>et al.</i> , 2013).
Desafio de projetos participativos das <i>Smart Cities</i> : garantir a participação dos cidadãos; cidadãos compartilhem dados, devido às questões de segurança; falta de legislação em relação à prática de Open data; má governança (LEE; HANCOCK; HU, 2014).
Gerenciamento da enorme quantidade de dados fornecidos em tempo real por um grande número de dispositivos IoT implantados em sistemas inteligentes, a interoperabilidade entre diferentes TIC, e a integração de muitos protocolos proprietários e padrões de comunicação que coexistem no mercado de TIC aplicáveis a edifícios (como máquinas de aquecimento, refrigeração e ar condicionado) (MORENO; ZAMORA; SKARMETA, 2014).
Um desafio à adoção de tecnologias disruptivas é a falta de compreensão por parte dos cidadãos (CAPDEVILA; ZARLENGA, 2015).
Desafios técnicos; Custo para adoção de tecnologias inteligentes; Questões sociais, como a compatibilidade social da tecnologia, privacidade, confiança, acessibilidade, acesso e participação; Questões ambientais, existem poucas áreas que aplicam tecnologias ambiental inteligente; Governança, falta de processos decisórios transparentes, abertos, colaborativos. Essa falta de participação do público pode acarretar falta de confiança e resistência da comunidade (YIGITCANLAR, 2015).
Segurança dos dados (ZHU; ZUO, 2015).
Interrupções dos dados, pois pode desintegrar toda uma série de serviços e comprometer o ecossistema de cidades inteligentes (HAYAT, 2016).
Comunicação, transparência e má interpretação dos dados provenientes dos sensores. A privacidade continua sendo um desafio relevante para o projeto de cidades inteligentes. De fato, a privacidade dos dados e a ética por trás de todo projeto de detecção que exija a coleta de dados de seres humanos são grandes preocupações das <i>Smart Cities</i> (POLETTI; TREVILLE, 2016).
Desafios técnicos: gestão e análise dos dados; integração das bases de dados; privacidade e segurança de dados; crescimento de dados e seu compartilhamento; incerteza e incompletude dos dados; qualidade dos dados, e outros. Existem também os desafios financeiros; organizacionais; institucionais; regulatórios, associados a utilização, implementação, retenção e disseminação dos dados (<i>big data</i>) (BIBRI; KROGSTIE, 2017a).
<i>Smart Cities</i> com Infraestrutura de informações distribuídas e autônomas, com diversas fontes de dados, conectados usando a IoT. As informações quase sempre carregam imperfeições, como imprecisão, incerteza e ambiguidade, influenciando na qualidade do dado. Essas imperfeições dos dados podem ter efeitos adversos nos serviços e na tomada de decisão (STA, 2017).

DESAFIOS
Gerenciar grandes volumes de dados e disseminar informações em tempo hábil as partes interessadas (CORBETT; MELLOULI, 2017).
A escala, a heterogeneidade e a velocidade dos dados urbanos tornam difícil gerenciar, integrar, processar, analisar, avaliar e implantar os dados (BIBRI; KROGSTIE, 2017c).
Interrupção dos dados. O <i>bluetooth</i> não foi configurado para enviar dados pesados, sendo assim, é difícil proteger a privacidade devido a vulnerabilidade do bluetooth (BOUKHECHBA <i>et al.</i> , 2017).
Desafio de gerenciar grandes volumes de dados; falta de interoperabilidade no sistema; falta de padronização dos dados; e segurança e integridade dos dados; desafio para integrar os dados de fontes variáveis em única plataforma. As barreiras organizacionais e regulamentares relacionadas à privacidade são os principais desafios; juntamente com a proteção e gerenciamento dos dados (PASKALEVA <i>et al.</i> , 2017).
A transformação das informações em dados específicos, que devem ser coletados, armazenados e acessados é um dos principais desafios (PÉREZ-DELHOYO <i>et al.</i> , 2017).
Visualização de dados, devido aos vários dados gerados por inúmeros serviços conectados (tráfego, movimento humano, poluições ambientais, recursos energéticos e abastecimento de água) (JAMEI <i>et al.</i> , 2017).
Os desafios de natureza computacional, analítica e científica: análise e avaliação de dados; gestão de IoT; integração de banco de dados entre domínios urbanos; privacidade e segurança de dados; estabelecimento de contexto; crescimento e compartilhamento de dados; incerteza e incompletude de dados; precisão, qualidade e veracidade dos dados; tolerância a falhas e escalabilidade; armazenamento e processamento de dados, e outros. Os desafios relacionados a implantação <i>do Big Data</i> : escala, heterogeneidade, e a velocidade de dados urbanos dificultam sua gestão, integração, processamento, análise e avaliação (BIBRI, 2018a).
No contexto das <i>Smart Cities</i> , o desafio é integrar os sistemas diversos e complexos (VISVIZI; LYTRAS, 2018).
Desafios das <i>Smart Cities</i> para obtenção dos resultados sustentáveis: Políticas baseadas na tecnocentricidade; soluções complexas; falta de incorporar metas sustentáveis; Obsolescência planejada (YIGITCANLAR <i>et al.</i> , 2018).
Desafios a aplicação IoT: Privacidade, detecção participativa, eficiência energética, visualização, computação em nuvem e computação de borda (ALAVI <i>et al.</i> , 2018).
Alto custo da tecnologia inteligentes, falta de treinamento para adoção das tecnologias, havendo um foco na instalação das tecnologias inteligentes e na participação dos cidadãos, mas não dando o devido treinamento (BERETTA, 2018).
Excessivo número de dados e do número de dispositivos IoT conectados, gerando problemas como alta latência, gargalos na banda larga, segurança e privacidade e escalabilidade dos dados (SHARMA; PARK, 2018).
Governança participativa (onde há a coleta de dados para tomada de decisão) geram desafios como a Inclusão digital e privacidade dos dados (PRAHARAJ; HAN; HAWKEN, 2018).
Problemas com privacidade e segurança (ALLAM; DHUNNY, 2019).
Falta de participação dos cidadãos (MARTIN <i>et al.</i> , 2019).
Interoperabilidade como barreira a transferência contínua de informações entre cenário heterogêneo de IoT e <i>Smart Cities</i> , que gera retrabalho, como reinserção de dados. Essas barreiras são: programas escritos em diferentes linguagens de computador (não compatíveis), diferentes sistemas operacionais, empresas que desejam manter o software proprietário (ou seja, apenas o software pode usar os dados) ou esquemas e formatos de dados diferentes (COSTIN; EASTMAN, 2019).
Os desafios das <i>Smart Cities</i> são de análise computacional; e de natureza técnica; e as vezes de logística. Desafios: gestão de dados; integração das bases de dados no domínio urbano; crescimento urbano e de dados; compartilhamento dos dados; incerteza dos dados; incompletude; acurácia e qualidade dos dados; e dados governamentais. A Segurança e privacidade dos dados, e a informação deve ser protegida (BIBRI, 2019).

Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Assim, conclui-se que os principais desafios das *Smart Cities* são relacionados a gestão dos dados e a adoção das tecnologias inteligentes, com barreiras principalmente de natureza técnica. Entre os desafios mais recorrentes

estão a privacidade e segurança dos dados; integração dos diversos dados provenientes de diferentes fontes; o número crescente de dados; a qualidade dos dados (englobando suas características, interoperabilidade, heterogeneidade, interrupção) e a participação dos cidadãos.

As características dos dados, bem como sua qualidade, tornam-se fatores fundamentais para o desenvolvimento de *Smart Cities* e seus serviços inteligentes, visto que a essência dessas cidades é conectar todos os dispositivos, logo, sem essa capacidade de se conectar de forma eficiente e sem interrupções, as cidades não podem ser totalmente desenvolvidas (COSTIN; EASTMAN, 2019). Além da qualidade dos dados, os serviços inteligentes baseiam-se na tomada de decisão participativa, dessa forma, a participação dos cidadãos se torna fundamental. Conforme Lee, Hancock e Hu (2014) e Praharaj, Han e Hawken (2018) uma das barreiras a efetiva participação dos cidadãos é o compartilhamento de dados, e as questões de segurança e privacidade, estando entre os maiores desafios das *Smart Cities* (PASKALEVA *et al.*, 2017).

Além dos desafios técnicos, alguns autores mencionam os desafios financeiros, organizacionais, institucionais, regulatórios e éticos, relacionados à implementação, retenção, e disseminação de *Big Data* nos domínios das cidades (BIBRI; KROGSTIE, 2017a; BIBRI; KROGSTIE, 2017c). Também, outros desafios mencionados foram: o alto custo da tecnologia (YIGITCANLAR, 2015; BERETTA, 2018); desafios sociais e ambientais relacionados à adoção da tecnologia (YIGITCANLAR, 2015), e a falta de capacitação/treinamento para implementação tecnológica (ANTTIROIKO; VALKAMA; BAILEY, 2014; BERETTA, 2018).

4.2.4 Impactos das *Smart Cities* para o Tripé da Sustentabilidade

Após caracterizar o que representa uma *Smart City*, seus domínios e requisitos, e as tecnologias implementadas, cabe a identificação do que essas implementações tecnológicas resultam nos domínios das cidades, e quais os impactos para o desenvolvimento sustentável. Assim, a partir do portfólio de artigos, foram identificados os contextos e quais os impactos para o eixo social, ambiental e econômico, conforme Quadro 22 (APÊNDICE C).

A partir do mapeamento detalhado, foram identificados quais os benefícios mencionados para cada eixo, conforme Quadro 23.

Quadro 23: Resumo dos benefícios para o tripé da sustentabilidade gerados por tecnologias e projetos *Smart*

BENEFÍCIOS	AUTORES
SOCIAL	
Qualidade de vida, conforto e bem-estar	Moreno, Zamora e Skarmeta (2014); Fernández <i>et al.</i> (2014); Kammerlander <i>et al.</i> (2015); Chiodi (2016); Poletti e Treville (2016); Boukhechba <i>et al.</i> (2017); Pérez-Delhoyo <i>et al.</i> (2017); Basiri, Azim e Farrokhi (2017); Bibri (2018a); Yigitcanlar <i>et al.</i> (2018); Chen e Han (2018); Angelidou <i>et al.</i> (2018); Macke <i>et al.</i> (2018); Sakurai e Kokuryo (2018); Alavi <i>et al.</i> (2018)
Segurança	Cellucci <i>et al.</i> (2015); Trivellato (2017); Gade <i>et al.</i> (2016); Hayat (2016); Chiodi (2016); Sakurai e Kokuryo (2018); Angelidou <i>et al.</i> (2018); Alavi <i>et al.</i> (2018); Costin e Eastman (2019); Alkhatib, Barachi e Shaalan (2019); Allam e Dhunny (2019). Tráfego: Jamei <i>et al.</i> (2017)
Agilidade de comunicação e acesso à informação	Cellucci <i>et al.</i> (2015); Trivellato (2017); Basiri, Azim e Farrokhi (2017); Díaz-Díaz, Muñoz e Pérez-González (2017); Boukhechba <i>et al.</i> (2017); Allam e Dhunny (2019); Bibri (2019)
Habitabilidade	Alavi <i>et al.</i> (2018); Pérez-Delhoyo <i>et al.</i> (2017); Yigitcanlar <i>et al.</i> (2018); Allam e Dhunny (2019)
Mobilidade	Gade <i>et al.</i> (2016); Jamei <i>et al.</i> (2017); Pérez-Delhoyo <i>et al.</i> (2017); Sakurai e Kokuryo (2018)
Integração das comunidades	Macke <i>et al.</i> (2018); Sakurai e Kokuryo (2018); Bairros: Jamei <i>et al.</i> (2017)
Geração de emprego	Díaz-Díaz, Muñoz e Pérez-González (2017); Van den Buuse e Kolk (2019); Picatoste <i>et al.</i> (2018)
Participação pública na tomada de decisão	Anttiroiko, Valkama e Bailey (2014); Díaz-Díaz, Muñoz e Pérez-González (2017)
Inclusão social	Kammerlander <i>et al.</i> (2015); Bibri (2019)
Saúde	Chen e Han (2018); Allam e Dhunny (2019)
Acessibilidade	Gade <i>et al.</i> (2016)
Privacidade	Gade <i>et al.</i> (2016)
AMBIENTAL	
Redução das emissões atmosféricas	Moreno, Zamora e Skarmeta (2014); Fernández <i>et al.</i> (2014); Kullman <i>et al.</i> (2016); Jamei <i>et al.</i> (2017); Angelidou <i>et al.</i> (2018); Martin <i>et al.</i> (2019); Costin e Eastman (2019). Gases do Efeito Estufa: Van den Buuse e Kolk (2019); Zawieska e Pieriegud (2018). CO2: Basiri, Azim e Farrokhi (2017)
Redução na utilização de recursos ou eficiência em sua utilização	Fernández <i>et al.</i> (2014); Moreno, Zamora e Skarmeta (2014); Cellucci <i>et al.</i> (2015); Trivellato (2017); Kullman <i>et al.</i> (2016); Gade <i>et al.</i> (2016); Díaz-Díaz, Muñoz e Pérez-González (2017); Basiri, Azim e Farrokhi (2017); Bibri (2018a); Van den Buuse e Kolk (2019)
Melhora ou proteção ambiental	Kullman <i>et al.</i> (2016); Sakurai e Kokuryo (2018); Angelidou <i>et al.</i> (2018); Beretta (2018); Costin e Eastman (2019)
Melhorar da qualidade do recurso	Água: Chen e Han (2018); Cellucci <i>et al.</i> (2015)
Mitigar mudanças climáticas	Allam e Dhunny (2019)
Conservação de energia	Khansari, Mostashari e Mansouri (2014)
ECONÔMICO	

BENEFÍCIOS	AUTORES
SOCIAL	
Redução de custos	Moreno, Zamora e Skarmeta (2014); Cellucci <i>et al.</i> (2015); Kullman <i>et al.</i> (2016); Díaz-Díaz, Muñoz e Pérez-González (2017); Chen e Han (2018)
Desenvolvimento econômico ou gerar receita/lucro	Van den Buuse e Kolk (2019); Bibri (2018a); Bibri (2019). Localmente: Allam e Dhunny (2019)
Gerar empregos ou oportunidades de novos negócios	Basiri, Azim e Farrokhi (2017); Van den Buuse e Kolk (2019); Allam e Dhunny (2019)
Fortalecer parcerias para obtenção de recursos financeiros	Entre empresas públicas, privadas e sociais: Trivellato (2017)

Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Assim, conclui-se que os benefícios mencionados para os eixos sustentáveis são provenientes da implementação de tecnologias ou de projetos *Smart*. Além disso, percebe-se o eixo Social é o mais abordado, com os principais benefícios sendo a melhora na qualidade de vida, conforto e bem-estar, segurança para os cidadãos e acesso à informação. O segundo eixo com maiores números de benefícios mencionados foi o Ambiental, com os benefícios mais frequentes sendo a redução nas emissões de gases, como GEE e o CO₂; a eficiência na utilização de recursos e a proteção ambiental. Por fim, o eixo Econômico foi o menos frequente, com o menor número de benefícios mencionados, sendo eles a redução de custos provenientes da implantação de uma tecnologia ou aplicação de um projeto *Smart*; o melhor desenvolvimento econômico e a geração de empregos, sendo um benefício considerado tanto social como econômico, denominado de benefício socioeconômico.

Além dos benefícios mencionados, alguns autores evidenciaram impactos negativos provenientes das soluções *Smart*. Ahvenniemi *et al.* (2017) abordam a distribuição de benefícios gerados pelos modelos de *Smart Cities*, com o eixo social super-representado, seguido da sustentabilidade econômica, e, por fim a sustentabilidade ambiental, sub-representada. Por outro lado, Martin, Evans e Karvonen (2018) e Yigitcanlar *et al.* (2018) concluíram que as iniciativas das *Smart Cities* tendem a proporcionar formas insustentáveis de crescimento econômico e consumismo, enquanto negligenciam a equidade social e a proteção ambiental, ou seja, valorizam o eixo econômico em detrimento aos demais eixos sustentáveis. Assim como os autores mencionaram a distribuição desigual de benefícios para os eixos da sustentabilidade, os resultados obtidos com este trabalho também demonstram que há uma supervalorização de um eixo em detrimento aos demais, sendo que o eixo com maior número de benefícios é o eixo social.

A partir destes resultados percebe-se que diferentemente da valorização dos eixos ambiental e econômico em projetos de desenvolvimento sustentável, em detrimento dos impactos para o eixo social, em *Smart Cities* essa relação é contrária, focando mais em benefícios sociais das cidades, para atingir o objetivo de qualidade de vida dos cidadãos. Assim, a aplicação de ações para promoção do desenvolvimento sustentável em *Smart Cities* pode ser uma estratégia para minimizar a distribuição desigual dos benefícios nos três eixos.

Além da distribuição desigual de benefícios, foram mencionados impactos negativos da aplicação de tecnologias ou projetos *Smart*. Beretta (2018) identificou que os projetos de mobilidade podem impactar negativamente as populações das cidades inteligentes, gerando eco gentrificação, pois beneficiam a mobilidade e os usuários de uma área específica, excluindo demais áreas e populações. Kramers *et al.* (2014) abordaram o uso de TICs para reduzir o consumo de energia nas cidades, e concluíram que sua implantação por si só não garante a redução, ou seja, a adoção da tecnologia deve ser acompanhada de instrumentos políticos e planejamento, considerando todos os seus efeitos durante todo seu ciclo de vida, caso contrário, pode acarretar o efeito rebote. Da mesma forma, Zawieska e Pieriegud (2018) abordaram que a aplicação de conceitos e tecnologias *Smart* na área de transportes por si só não significa redução dos níveis de emissão de GEE, a menos que acompanhados de avanços relevantes na tecnologia de produção de energia elétrica. Por esse motivo, as políticas de transporte devem se basear em princípios de desenvolvimento sustentável e considerar características domésticas, incluindo a produção de energia elétrica.

4.3 TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA EM *SMART CITIES* SUSTENTÁVEIS

Visto que o objetivo do trabalho é propor um modelo teórico de Transferência de Tecnologia orientado para o desenvolvimento sustentável de *Smart Cities*, é necessário compreender de que forma os três eixos se relacionam. Assim, foram identificados os trabalhos que abordam as relações de Transferência de Tecnologia no contexto das *Smart Cities* sustentáveis.

Nesta última seção de coleta de dados, serão identificados os aspectos referentes à Transferência de Tecnologia e as especificidades das *Smart Cities*,

buscando identificar qual a influência do primeiro eixo para o segundo. A partir dos dados coletados e das análises de conteúdo realizadas, o Objetivo específico 3 (OE3) será atingido. Para isso, conforme descrito no Quadro 7, somente a combinação 2 do portfólio de artigos científicos foi utilizada, composto por um artigo, visto que as combinações 4, 5, 6 e 8 de artigos científicos resultaram em um valor nulo.

A partir da análise do artigo, verificou-se que o mesmo somente cita a Transferência de Tecnologia, não a abordando como tema central. Lytras e Visvizi (2018), abordam a Transferência de Tecnologia internacional como tópico a ser explorado na agenda de pesquisa, juntamente com transporte e educação, como tema que pode auxiliar no desenvolvimento das *Smart Cities*. Sendo assim, os autores não mencionam os atores envolvidos na transferência, tecnologias transferidas, barreiras ou oportunidades deste processo. Concluindo-se que a Transferência de Tecnologia é um tópico a ser explorado no contexto das *Smart Cities*, corroborando a justificativa acadêmica do presente trabalho.

Já o eixo *Smart Cities* sustentáveis é o tema central do artigo. O estudo proposto por Lytras e Visvizi (2018) baseia-se na percepção dos usuários para identificar as especificidades referentes ao desenvolvimento das *Smart Cities* sustentáveis, ou seja, do ponto de vista do cidadão quais são os requisitos, tecnologias que tornam uma cidade inteligente, e quais os desafios visto por estes.

Assim, conforme a percepção dos usuários, os dados obtidos foram:

- Tecnologias: Conforme os usuários, as tecnologias consideradas essenciais para o desenvolvimento de serviços inteligentes são: Internet (Wi-Fi), redes de sensores interoperáveis, boa infraestrutura elétrica, IoT, e TIC de ponta (incluindo *business intelligence*, *Big Data* e suas análises).
- Requisitos: Baseando-se na percepção dos usuários quanto aos requisitos das *Smart Cities*, os mesmos demonstraram que o acesso aberto à Internet e banda larga é um requisito essencial para o desenvolvimento das infraestruturas inteligentes. Também, destacaram a importância de redes sociais confiáveis, redes de sensores interoperáveis, boa infraestrutura elétrica, IoT e TIC avançadas, relacionadas principalmente a sensores e redes distribuídas. Esses

requisitos devem ser acompanhados por políticas relevantes, como programas de acesso, alfabetização digital e facilidade de uso. Além disso, a prestação de serviços inteligentes nas áreas de transporte e controle de tráfego, consumo de energia, sustentabilidade ambiental, sistemas de coleta de lixo, assistência médica, sistemas automáticos de detecção de fraudes e plataformas para decisões participativas são fundamentais no desenvolvimento de *Smart Cities*. Em suma, a percepção dos requisitos dos usuários vai de encontro com o mencionado na literatura, como para Sánchez-Corcuera *et al.* (2019) que identificaram como requisito a utilização de tecnologias para prestação de serviços essenciais que promoverão a melhora da qualidade de vida dos cidadãos.

- Desafios: As principais preocupações dos usuários quanto aos serviços *Smart* foram: Segurança e proteção (45%), Privacidade de dados (25%), Transparência dos serviços (8%), Preocupações éticas (6%), Habilidades sociais exigidas (5%), Conscientização de terceiros (5%) e a Complexidade dos serviços (4%). Na divisão entre os tipos de usuários, até mesmo os mais equipados e habilitados para os serviços *Smart* apresentam a preocupação quanto à utilidade, segurança, acessibilidade e eficiência dos serviços. Embora existam diversos desafios mencionados por diferentes autores, vê-se que, resumidamente, os principais desafios são relacionados à configuração dos dados (qualidade, interoperabilidade, e outras características) e sua segurança e privacidade.

Assim, vê-se que existe a relação entre os temas, com a Transferência de Tecnologia sendo um instrumento para implementação dos ODS e um meio para promover desenvolvimento tecnológico, e, por conseguinte, cabível para os objetivos das *Smart Cities*, que a partir da implementação tecnológica busca promover melhores serviços urbanos e qualidade de vida aos cidadãos, e atingir os objetivos sustentáveis. Entretanto, embora os temas se conectem, não existe essa relação explícita na literatura.

Dessa forma, a partir dos conhecimentos obtidos com a fundamentação teórica e análise de conteúdo, será construído um modelo teórico e genérico de

Transferência de Tecnologia para o desenvolvimento Sustentável das *Smart Cities*, suprimindo também uma lacuna científica, visto que não existe um modelo de transferência para essa finalidade, conforme identificado na justificativa acadêmica (1.3).

5 MODELO TEÓRICO DE TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DAS *SMART CITIES*

A partir da coleta de dados e análise de conteúdo realizados na seção anterior, o modelo teórico e genérico de Transferência de Tecnologia para o desenvolvimento sustentável das *Smart Cities* foi construído.

Para a construção do modelo, foram considerados os seguintes conhecimentos: (i) conhecimentos obtidos na fundamentação teórica e nas análises de conteúdos disponibilizados na seção de resultados; (ii) conhecimentos sobre modelos de Transferência de Tecnologia, em específico o proposto por Pagani *et al.* (2016), e (iii) conhecimentos acerca do ciclo PDCA.

Visto que o modelo pode ser descrito em uma sequência de processos que visam a melhoria contínua, é possível descrevê-lo em um ciclo PDCA, resultando em, além de melhoria contínua, a eficácia do processo de Transferência de Tecnologia. Assim, o modelo integra os conhecimentos adquiridos e os conhecimentos do ciclo PDCA.

Trata-se de um modelo para auxiliar as entidades receptoras da tecnologia a adquirir soluções tecnológicas. Baseia-se em processos que vão desde o conhecimento de uma necessidade tecnológica; negociação com fornecedores; até a implementação, acompanhamento e registro dessa solução tecnológica. Para sua construção são consideradas as possíveis barreiras e as ações para minimizá-las, e utiliza-se das oportunidades a favor do processo.

O foco do modelo é auxiliar a Transferência de Tecnologias que irão promover o desenvolvimento sustentável para as *Smart Cities*, ou seja, as tecnologias devem ser cabíveis aos domínios das *Smart Cities* e devem visar benefícios para os eixos sustentáveis, se apoiando em mecanismos e oportunidades, e minimizando ou eliminando as barreiras à eficiência do processo. Com isso, espera-se resultados benéficos tanto para o ambiente das *Smart Cities*, como o desenvolvimento tecnológico e a qualidade de vida, mas também para o desenvolvimento sustentável, promovendo melhorias aos eixos ambiental, social e econômico, conforme Figura 8.

Figura 8: Macroprocesso de transferência e os resultados esperados



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

As tecnologias abrangidas nesse processo são:

- Tecnologias tangíveis, como *hardware*; componentes/itens físicos e intangíveis, como *software*; conhecimentos aplicados e *know how*, uma vez que o conhecimento é intrínseco à tecnologia, logo, ocorrendo a transferência de uma tecnologia, o seu conhecimento também é transferido (BOZEMAN, 2000);
- Tecnologias da computação, visto que são um dos pilares que sustentam as *Smart Cities* (LYTRAS; VISVIZI, 2018), sendo elas: Tecnologia da Informação e Comunicação, Tecnologia da Informação, *Internet of Things*, sensores, *Big Data*, digitais, WiFi, internet, Realidade Virtual, Plataformas para participação pública, banco de dados, *Internet of Everything* e outras, e
- Tecnologias participativas, ou seja, plataformas para tomada de decisão participativas. São tecnologias as quais os cidadãos devem cooperar interagindo e inserindo dados e informações. São essenciais no desenvolvimento das *Smart Cities* (LYTRAS; VISVIZI, 2018; COSTIN; EASTMAN, 2019).

Essas tecnologias podem ser específicas de algum setor, como tecnologias da agricultura; gestão hídrica; automotiva; espacial; construção civil, contanto que sejam implementadas nos domínios *Smart* e corroborem o desenvolvimento sustentável.

Também, como dito, as tecnologias devem promover a sustentabilidade. Assim, conforme especificado nos ODS as tecnologias devem apresentar características sustentáveis (UN, 2015). Assim, tecnologias limpas, verdes, renováveis, como tecnologia de energia solar; bioenergia; eólica; SHP; geotérmica; biomassa; biogás; hídricas integram esse modelo. Em suma, o modelo encoraja a transferência de diversas configurações de tecnologias, entretanto, essas devem ser enquadradas nos domínios *Smart*, resultando em desenvolvimento tecnológico dessas cidades e promovendo qualidade de vida aos cidadãos, e corroborar os objetivos sustentáveis.

O fluxo das transferências pode ocorrer entre diferentes fornecedores e receptores, conforme explorado na análise do portfólio científico. Mas, por se tratar de um processo de transferência para promoção do desenvolvimento sustentável, essa transferência deve ocorrer com o intuito de promover desenvolvimento aos menos desenvolvidos (UN, 2015).

Assim, o modelo abrange o fluxo entre diferentes atores, contudo, com o objetivo de promover o desenvolvimento sustentável e tecnológico aos menos desenvolvidos, abordando também a Transferência de Tecnologia entre cidades de um mesmo país, conforme Quadro 24.

Quadro 24: Fornecedores e receptores da tecnologia

FORNECEDOR - RECEPTOR
País – País: Norte-Sul; Sul-Norte; Sul-Sul e Norte-Norte
Cidade – Cidade: Entre cidades de uma mesmo país; Entre comunidades e populações locais
Entre indústrias/empresas
Entre agências governamentais
Colaboração entre diferentes agentes: Indústria; Universidade; Laboratórios de pesquisa; Sociedade; Governo; Setor público; Setor privado; ONGs

Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Além disso, a transferência ocorrerá de forma legal, ou seja, os mecanismos serão acordados entre as partes, garantindo os direitos de propriedade da tecnologia. O processo irá abranger tanto mecanismos de comercialização da

tecnologia, como sua compra direta, mas também por meio de transferência de pessoas capacitadas, responsáveis por transferir o conhecimento; experiência e *know how* acerca da tecnologia tangível; treinamentos; pesquisas; projetos demonstrativos, e colaboração entre as partes para implementação da tecnologia.

Os resultados esperados com a transferência e implementação de tecnologias sustentáveis em domínios *Smart* são: o desenvolvimento tecnológico da entidade receptora, e resultados mais sustentáveis, representados pelos ODS. Exemplo desses resultados são, conforme Figura 9.

Figura 9: Resultados da transferência e implementação de tecnologias nos domínios *Smart* para os ODS



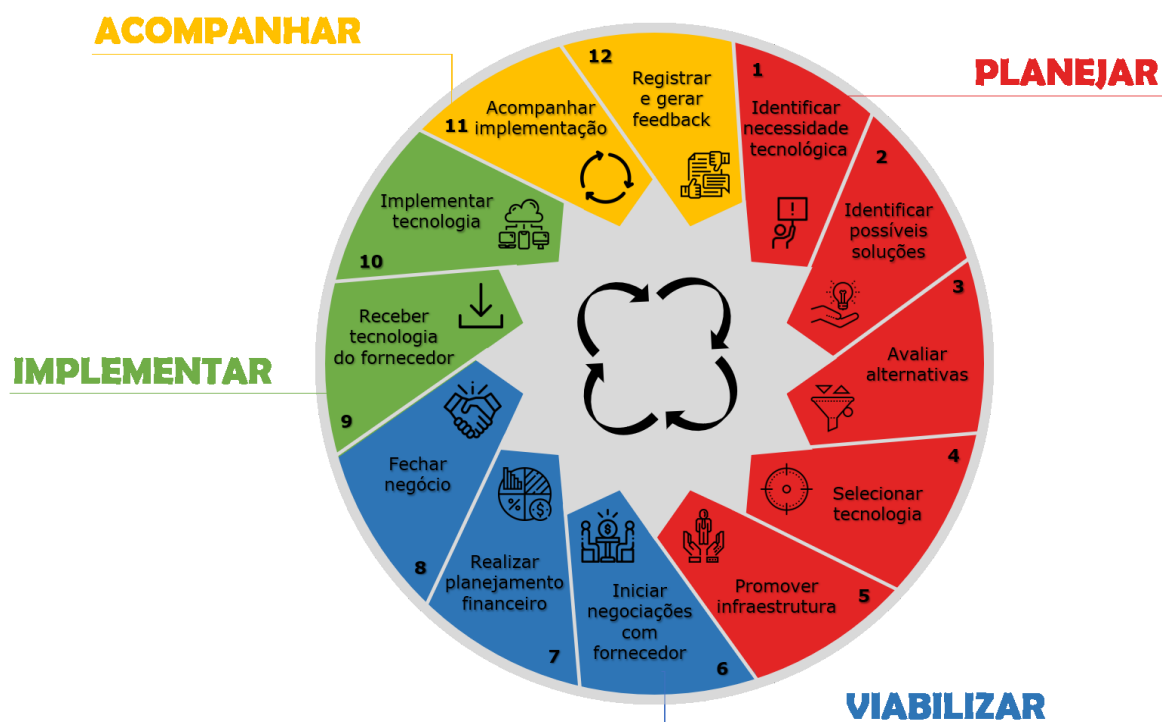
Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Assim, conforme representado pela Figura 9, cada benefício gerado ao TBL pode impactar em um ou mais ODS, dependendo da tecnologia que será transferida e do domínio *Smart* que se insere. Como exemplo, tecnologias transferidas e implementadas com o intuito de promover benefícios sociais, como melhora na qualidade de vida; educação; saúde e bem-estar, irão impactar principalmente nos ODS 1, 3, 4, 5 e 10. Portanto, os resultados obtidos para o TBL e para os ODS dependem da tecnologia transferida e do domínio a qual será implementada, necessitando avaliar quais os impactos e resultados possíveis a cada processo de Transferência de Tecnologia e implementação tecnológica.

Já os resultados tecnológicos esperados são em número de dispositivos novos conectados, infraestrutura de dados, quantidade de dados tratados, e outras ações que geram melhorias tecnológicas para a entidade receptora. A partir dos resultados esperados, é possível que a entidade receptora insira indicadores que irão facilitar no acompanhamento dos resultados da implementação tecnológica, como os indicadores propostos para os ODS pelo IPEA (2019), ISO 37120:2018 (ISO, 2018), e ABNT NBR ISO 37120:2017 (ABNT, 2017).

Partindo do macroprocesso de Transferência de Tecnologia (Figura 8), os processos detalhados, desde a detecção de uma necessidade até a implementação tecnológica, foram descritos em um modelo teórico, conforme Figura 10.

Figura 10: Modelo teórico de Transferência de Tecnologia para o Desenvolvimento Sustentável de *Smart Cities*



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Conforme ilustrado, o modelo baseia-se nas fases: Planejar; Viabilizar; Implementar e Acompanhar. A fase de Planejamento ampara as ações anteriores à obtenção da tecnologia, ou seja, identifica as características necessárias que a tecnologia deve conter a fim de se adequar as necessidades do contexto receptor. Baseia-se em cinco etapas, que vão da identificação de uma necessidade tecnológica, até o planejamento e promoção de infraestrutura para a obtenção da tecnologia. As etapas são:

1. Identificar necessidade tecnológica:

O processo de transferência se inicia com a identificação de uma necessidade tecnológica, por parte da entidade receptora. A necessidade inicialmente é categorizada em um domínio *Smart*, identificando também o objetivo da tecnologia, como para gestão de recursos naturais, mobilidade, segurança dos cidadãos, saúde, educação, entre outros. Após identificar o domínio e o objetivo da tecnologia, é possível identificar o segmento de fornecedores cabíveis. As soluções podem ser identificadas em: bancos de patentes; bancos de dados tecnológicos, como *Appropedia*; relatórios de eventos tecnológicos; por meio do contato com

indústrias de tecnologias; por contato com os tomadores de decisão de outras cidades, em pesquisas científicas, feiras de tecnologia e inovação e outros.

2. Identificar possíveis soluções:

Identificar tanto os fornecedores quanto as possíveis soluções tecnológicas, construindo assim um portfólio tecnológico para posterior avaliação. A seleção dos fornecedores é uma etapa essencial para a eficácia da transferência, visto que são atores que podem acarretar barreiras ao processo, como não acessibilidade (BARAKI; BRENT, 2013); divergências culturais (MULAMULA; AMADI-ECHENDU, 2017), divergência na linguagem, acarretando má comunicação (CHEGE *et al.*, 2019), falta de confiança (KHAN; HALEEM; HUSAIN, 2017), entre outras. Assim, a utilização de critérios para seleção de fornecedores, já de início, pode minimizar ou eliminar as barreiras, ou convertê-las em oportunidades ao processo de transferência. Exemplos de barreiras que podem ser tratadas a partir da correta seleção de fornecedores:

- Ineficiência do processo devido à falta de informação, conhecimento, treinamento (MORGERA; NTONA, 2018) e falta de transferência do conhecimento, *know how* e experiência (LEMA; LEMA, 2016). Ao utilizar como critério a capacidade do fornecedor de disponibilizar pessoal para treinamento, transferência de conhecimentos e *know how*, por determinado período e número de pessoas cedidas, essas barreiras poderão ser minimizadas;
- A falta de canais de comunicação eficientes (KHAN; HALEEM; HUSAIN, 2017), que podem ocasionar erros de comunicação e falta de compreensão. Essas barreiras podem influenciar tanto no processo de negociação da tecnologia, como no processo de pós-venda, em caso de necessidade de auxílio. Com a utilização de métricas que comparem a eficiência da comunicação dos fornecedores, com critérios como: tipo de canal de comunicação utilizado; disponibilidade de pessoa especializada na comunicação; tempo até o retorno do fornecedor; distância entre o fornecedor e o receptor; essas barreiras poderão ser convertidas em oportunidades, visto que a correta informação e a promoção de comunicação eficaz são facilitadores para a Transferência de Tecnologia (CHEGE *et al.*, 2019);

- Falta de benefícios sustentáveis ou impactos negativos para o TBL (FLAMOS *et al.*, 2010). Visto que o modelo objetiva promover o desenvolvimento sustentável, é necessário que sejam utilizados critérios relacionados a sustentabilidade para a seleção de fornecedores, contemplando o TBL. Portanto, critérios econômicos devem ser aplicados, como o custo de investimento necessário (DOUKAS *et al.*, 2012); critérios ambientais, como os resíduos que a tecnologia gera, se minimiza os impactos negativos ambientais (KARAKOSTA; DOULAS; PSARRAS, 2008); e os critérios sociais, como se irá gerar empregos (KARAKOSTA, 2016);
- Políticas internas do fornecedor podem se tornar um empecilho na eficácia do processo, como a cultura organizacional (KHAN; HALEEM; HUSAIN, 2017) e as barreiras organizacionais (URBAN *et al.*, 2015). Assim, a barreira de falta ou excesso de políticas, normas, ou burocracias, bem como as questões de proteção da inovação, como o *Intellectual Property Rights* (IPR), devem ser considerados na seleção dos fornecedores, antecipando assim problemas nas fases de negociação, selecionando os fornecedores com as condições mais favoráveis ao negócio; e
- Localização geográfica do fornecedor, que pode se tornar uma barreira a transferência da tecnologia (PEARCE *et al.*, 2012). Além de problemas logísticos, a distância entre o fornecedor e o receptor dificultam atendimentos pós transferência e a comunicação ágil entre as partes.

Após identificar os fornecedores que atendem ao maior número de critérios, o portfólio tecnológico destes também pode ser avaliado por meio de critérios.

3. Avaliar alternativas:

A avaliação de tecnologias por meio de critérios vem sendo adotada por diferentes estudos (KARAKOSTA; DOULAS; PSARRAS, 2008; DOUKA *et al.*, 2012), assim como em uma das etapas da metodologia *Technology Needs Assessment* (TNA, 2017). Essa seleção de tecnologias por meio de critérios permite eliminar ou minimizar barreiras antes da obtenção efetiva da tecnologia, evitando gastos desnecessários e tecnologias ociosas. Esta etapa se faz fundamental visto que a identificação e adoção de tecnologias apropriadas influenciam diretamente na efetividade do processo de transferência (CHEGE *et al.*, 2019).

A tecnologia deve ser avaliada conforme critérios estabelecidos pela organização receptora, mas também abranger critérios relacionados ao TBL. Sendo assim, esta etapa é a principal responsável por promover o desenvolvimento sustentável, visto que a partir da seleção de tecnologias com melhores benefícios ao TBL, os resultados de sua implementação também resultarão em mais benefícios ao desenvolvimento sustentável.

Assim, a partir da identificação das possíveis barreiras e oportunidades ao processo de Transferência de Tecnologia, alguns critérios e perguntas foram estabelecidos para a avaliação das tecnologias. Com isso, espera-se que as barreiras sejam minimizadas ou eliminadas, e as oportunidades transformadas em facilitadores ao processo de transferência. Os critérios e perguntas são, conforme Quadro 25.

Quadro 25: Critérios e perguntas para avaliação da tecnologia

BARREIRAS	OPORTUNIDADES	CRITÉRIOSE PERGUNTAS
Alto custo para obtenção, instalação, implementação da tecnologia.	Obtenção de subsídios e recursos financeiros de diferentes agentes, como os incentivos financeiros para tecnologias voltadas ao desenvolvimento sustentável: <i>Foreign Direct Investment (FDI)</i> ; <i>Global Environment Facility (GEF)</i> ; Crédito de carbono; <i>Green Climate Fund (GCF)</i> ; <i>Official Development Assistance (ODA)</i> ; <i>Multilateral Development Banks (MDB)</i> ; <i>Reducing emissions from deforestation and forest degradation (REDD+)</i> ; <i>International Financing Corporation (IFC)</i> ; <i>World Bank for Climate Investment Fund (CIF)</i> , e crédito de inovação.	Custos envolvidos na transferência da tecnologia (pessoas, logística, materiais).
		Custo para obtenção da tecnologia.
		Custo para promover infraestrutura necessária para adoção da tecnologia.
	Utilizar projetos de redução de custos, como o CDM, atingindo também maior sustentabilidade.	Custos envolvidos no processo de funcionamento da tecnologia (diretos e indiretos).
Tecnologia não adaptável ao contexto receptor, devido a identificação errônea das necessidades do país ou características do país.	Realizar avaliação para a identificação correta das necessidades tecnológicas do receptor.	Há disponibilidade de recursos humanos adequados (capacitados) para implementação da tecnologia?
	Seleção das tecnologias mais cabíveis ao contexto. Para isso, ferramentas de suporte podem ser utilizadas, como Projeto ENTTRANS: Auxilia na seleção de tecnologias mais apropriadas ao contexto; e <i>Technology Needs Assessments (TNA)</i> : Identifica as necessidades e prioridades tecnológicas e desenvolve um plano para atender essas necessidades, e <i>Clean Development Mechanism</i>	O país/local tem infraestrutura natural adequada para implementação da determinada tecnologia (recursos naturais necessários)?

BARREIRAS	OPORTUNIDADES	CRITÉRIOS E PERGUNTAS
	(CDM): utiliza-se de mecanismos para avaliar as tecnologias mais adequadas ao contexto do receptor.	
Falta de infraestrutura para adoção tecnológica.	Promover infraestrutura adequada para implantação da tecnologia (física e de recursos humanos).	Existem fornecedores disponíveis para suprir a demanda de matéria prima ou insumos necessários para o funcionamento da tecnologia? Há mão de obra capacitada para utilização / implementação da tecnologia? Há infraestrutura para os possíveis dados que a tecnologia pode gerar?
	Selecionar fornecedores de matéria prima por proximidade.	A tecnologia necessita de infraestrutura específica/exclusiva?
Projetos de demonstração malsucedidos ou falta de projetos de demonstração, gerando falta de compreensão da tecnologia, seu funcionamento e resultados esperados.	Histórico de métodos e resultados existentes e demonstração de projetos bem-sucedidos para criar confiança / conhecimento sobre tecnologia.	O fornecedor demonstra <i>in loco</i> o funcionamento da tecnologia?
	Registro das melhores práticas e resultados (<i>Best Management Practice</i> - BMP).	Disponibilidade do fornecedor em acompanhar a implementação da tecnologia.
	Transferência de conhecimento e <i>know how</i> .	Disponibilidade de pessoal capacitado, disponibilizado pelo fornecedor, para acompanhar o pós transferência e implementação.
	Informar e promover canal de comunicação eficiente entre provedor e receptor (no pré, durante e pós transferência).	O fornecedor apresenta ações para capacitar pessoas para implementação da tecnologia (treinamentos, visitas)?
Riscos na adoção da tecnologia.	Sistema de certificação da tecnologia e demonstração <i>in loco</i> para promover confiança.	A tecnologia é certificada?
	Capacitação, treinamento e informação para melhor compreensão da tecnologia, seus benefícios e implementação mais assertiva.	Existem registros de implementações anteriores?
	Créditos para inovação, capital de risco para dar suporte a adoção de tecnologias inovadoras.	
Barreiras relacionadas ao tripé da sustentabilidade.	Benefícios ambientais.	Quais os impactos Ambientais, Sociais e Econômicos esperados e registrados com a implementação da tecnologia?
	Benefícios sociais.	
	Benefícios econômicos.	

Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Além das barreiras relacionadas ao processo de Transferência de Tecnologia e para promoção do desenvolvimento sustentável, alguns desafios específicos aos ambientes *Smart* podem surgir. Sendo assim, faz-se necessário considerar esses desafios na avaliação da tecnologia:

- Desafios relacionados à adoção de tecnologias da computação (TIC, TI, sensores, e outras), e de tecnologias que necessitam de gestão de dados: Para a avaliação deste tipo de tecnologia, deve-se considerar as formas de

promover a segurança e privacidade dos dados, visto que estes são os principais desafios das *Smart Cities* (PASKALEVA *et al.*, 2017; ALLAM; DHUNNY, 2019). Sendo assim, faz-se necessário identificar quais as características das tecnologias, se existem dispositivos que irão garantir a segurança e privacidade dos dados dos cidadãos, e se o receptor terá condições (infraestrutura) de gerenciar esses dados e dispositivos. Além da segurança e privacidade, deve-se analisar se há condições de gerenciar os dados, de forma a promover continuidade, não interrupção dos dados, a interoperabilidade destes dados, já que a falta destas condições representa barreiras na implementação, operabilidade e continuidade da tecnologia (STA, 2017; COSTIN; EASTMAN, 2019), e

- Em caso de tecnologias participativas, as quais os usuários interagem inserindo dados em um sistema, deve-se avaliar se os cidadãos apresentam as capacidades necessárias para realizar a atividade, e em caso negativo, se a promoção de conscientização e treinamento são viáveis. A capacitação e conscientização dos usuários são essenciais para a implementação efetiva desse tipo de tecnologia, visto que a falta de informações pode inibir a participação dos cidadãos (PASKALEVA, 2011; BERETTA, 2018).

Como mencionado no Quadro 25, existem outros métodos a ser explorados, e utilizar como exemplos a seguir, para realizar a seleção de tecnologias mais apropriadas ao contexto do receptor. Um dos métodos é o projeto ENTTRANS, intitulado como “*The Potential of Transferring and Implementing Sustainable Energy Technologies through the Clean Development Mechanism*”. O projeto avalia as necessidades de tecnologias de energia de países em desenvolvimento para explorar as opções disponíveis, priorizando a tecnologia por uma série de critérios, com o objetivo de promover o desenvolvimento sustentável (ENTTRANS, 2008).

Outro método é o *Technology Needs Assessment* (TNA), que identifica as necessidades e prioridades de desenvolvimento de um país. Essas prioridades de desenvolvimento são avaliadas com os critérios de mitigação climática para identificar os setores com maiores necessidades e as tecnologias de mitigação e adaptação para esses setores. Após, identifica as barreiras que impedem a implantação e difusão das tecnologias priorizadas, bem como as medidas para superá-las. Por fim, prepara um plano de ação tecnológica, para apoiar a

implementação da tecnologia, considerando as possíveis barreiras e oportunidades (TNA, 2017).

Assim, a partir da identificação das possíveis barreiras e oportunidades ao processo de transferência, é possível avaliar as opções tecnológicas, por meio de critérios, selecionando as mais adequadas, ou seja, as que menos são afetadas pelas barreiras, e que utilizem as oportunidades como facilitadores do processo. A partir da avaliação por meio dos critérios, obtém-se um *ranking* do portfólio de tecnologias para posterior seleção.

4. Selecionar tecnologia:

A partir da avaliação do portfólio de tecnologias, foi elaborado um *ranking* das melhores opções, conforme os critérios estabelecidos. A partir deste *ranking* a tecnologia mais viável é efetivamente selecionada para a transferência.

A partir da seleção da tecnologia, o fornecedor é contatado para iniciar as discussões e negociação, atividade descrita na Etapa 6, na fase Viabilizar.

5. Promover infraestrutura:

A última etapa da fase de planejamento é de promover infraestrutura para a recepção da tecnologia. É uma etapa essencial, visto que a falta de infraestrutura para a adoção tecnológica é uma das principais barreiras ao processo de transferência, impedindo que a tecnologia seja implementada de forma efetiva (MULAMULA; AMADI-ECHENDU, 2017; KHAN; HALEEM; HUSAIN, 2017), representando também um desafio às *Smart Cities* (STA, 2017), podendo resultar em desperdícios econômicos, de pessoas e da tecnologia.

A promoção de infraestrutura é um processo contínuo, que se inicia antes da obtenção efetiva da tecnologia até sua implementação. Abrange tanto a promoção de infraestrutura física, até a capacitação e conscientização do capital humano, visto que a falta do conhecimento e de informações acerca da tecnologia é uma barreira recorrente à transferência e implementação da tecnologia (CAPDEVILA; ZARLENGA, 2015; MORGERA; NTONA, 2018), tornando as pessoas resistentes à mudança (CHEGE *et al.*, 2019), e não participativas (PASKALEVA, 2011).

A promoção de infraestrutura se inicia na etapa de avaliação da tecnologia (Etapa 3), na qual resulta um *ranking* das possíveis tecnologias. Nessa etapa, as tecnologias, que foram avaliadas por meio de critérios, demonstraram seu desempenho em relação a infraestrutura, possibilitando, assim, listar as alterações e

aquisições necessárias para adequar a infraestrutura com o demandado para cada tecnologia. De posse do conhecimento dessas necessidades, é possível realizar um planejamento, do capital humano; espaço físico e financeiro, para a adequação da infraestrutura para cada possível tecnologia. Após a seleção efetiva da tecnologia para o processo de transferência o planejamento pode ser executado.

A promoção de infraestrutura tem continuidade com a recepção da tecnologia e durante sua implementação, já que podem surgir necessidades de alterações, tanto no espaço físico como no quadro de pessoas. Sendo assim, o processo será contínuo.

Após finalizar a fase de planejamento, inicia-se a segunda fase do modelo, a fase de Viabilizar, ou seja, fase de negociação em torno da tecnologia para o processo de transferência. Baseia-se em três etapas, sendo elas:

6. Iniciar negociações com fornecedor:

Nessa etapa, as cláusulas e demais particularidades do contrato são discutidas. A etapa de negociação tem grande importância para um processo de transferência, visto que permite eliminar barreiras ao processo, como a falta de informação (VAC; FITIU, 2017), que pode gerar falta de confiança na tecnologia (KARAKOSTA; DOUKAS; PSARRAS, 2011), e entre os parceiros (KHAN; HALEEM; HUSAIN, 2017), permitindo minimizar ou eliminar a barreira de falta de transparência e segurança do processo (DOUKAS *et al.*, 2012). Dessa forma, se faz necessário estabelecer previamente as condições, restrições, especificidades contratuais e obrigações de ambas as partes.

O estabelecimento do contrato para transferência pode antecipar a solução a alguns problemas e barreiras, possibilitando uma maior efetividade ao processo de transferência e implementação tecnológica. Algumas barreiras ao processo de transferência que devem ser tratadas na negociação entre as partes são:

- Erro de comunicação, falta de compreensão e falta de informação (MORGERA; NTONA, 2018): O canal ineficiente de comunicação, bem como a falta de comunicação entre as partes envolvidas, dificulta o processo de transferência. Para minimizar ou eliminar essa barreira, deve-se promover um canal eficaz para comunicação (KARAKOSTA; DOUKAS; PSARRAS, 2010), como por meio de plataformas para comunicação e colaboração tecnológica (TSCHIGGERL; WOLF, 2012); por meio de parcerias/colaboração para

aumentar o envolvimento e troca de conhecimentos entre as partes (SARKODIE; STREZOV, 2019), como acordos de P&D (BLIZNETS; KARTSKHIYA; SMIRNOV, 2018; BASU, 2018); criar estratégias para eliminar barreiras relacionadas à idiomas (PEARCE *et al.*, 2012), e transferir o *know how*, ou seja, o conhecimento aplicado (LI *et al.*, 2018), e

- Não conhecimento ou falta/excesso de normas, regulamentações ou burocracias, dificultando o processo de transferência (MANYUCHI, 2017): As cláusulas do contrato devem ser discutidas e decididas de forma clara e transparente, objetivando atender às necessidades de ambas as partes, e
- Falta de recursos humanos com os conhecimentos, capacitação e habilidades adequadas para implementação da tecnologia (MEHTA *et al.*, 2016): Visto que a falta de pessoal capacitado influencia diretamente na implementação tecnológica, são necessárias ações para tratar essa barreira. Para isso, deve ser discutido com o fornecedor sua flexibilidade em ceder pessoal capacitado para demonstrações *in loco* da tecnologia, como um mecanismo de transferência de conhecimentos (PEARCE *et al.*, 2012; KARAKOSTA; DOUKAS; PSARRAS, 2010b), permitindo maior afinidade e conhecimento do pessoal com a tecnologia; treinamentos e capacitação (BRUCKMAN *et al.*, 2018); e acompanhamento da implementação, visto que nessa etapa podem surgir novas dúvidas. A partir da cessão de pessoas qualificadas, por parte do fornecedor, para acompanhar a implementação da tecnologia no local do receptor, seus conhecimentos e experiências serão transferidos, possibilitando a transferência e implementação efetiva, bem como a capacitação das pessoas envolvidas com a tecnologia no contexto do receptor. Posto isso, é necessário acordar a quantidade de pessoas que serão disponibilizadas para acompanhar a implementação; o período; os recursos disponibilizados; o valor a ser cobrado; e, por fim, o suporte pós implementação da tecnologia, visto que nessa etapa ainda podem surgir contingências.

Além das estratégias para eliminar as barreiras, é essencial discutir as cláusulas financeiras. Devem ser acordadas a forma de pagamento, o valor da tecnologia e sua transferência e valores adicionais. A partir da definição destas questões, a entidade receptora pode começar o planejamento financeiro, etapa

seguinte, para efetivar a transferência. Outra questão que deve ser discutida, na etapa de negociação, é as questões do direito de propriedade da tecnologia, a fim de evitar problemas futuros.

7. Realizar planejamento financeiro:

Visto que a barreira mais recorrente ao processo de Transferência de Tecnologia são as questões financeiras, como a burocracia para se obter financiamentos e subsídios (MULAMULA; AMADI-ECHENDU, 2017); a disponibilidade de tecnologias convencionais mais baratas (DOUKAS *et al.*, 2012), e o alto custo para obtenção e implementação tecnológica (KARAKOSTA; DOUKAS; PSARRAS, 2009), representando também um desafio ao desenvolvimento tecnológico das *Smart Cities* (YIGITCANLAR, 2015; BERETTA, 2018), o planejamento financeiro é essencial para o fechamento do negócio. Nessa etapa os mecanismos e oportunidades de financiamento e promoção de auxílios financeiros devem ser avaliados.

Visto que o processo objetiva promover o desenvolvimento sustentável, existem diferentes oportunidades de obtenção de recursos financeiros, como discutido na seção 4.1.4, sendo elas: *Global Environment Facility* (GEF); crédito de carbono para tecnologias limpas; *Official Development Assistance* (ODA); *International Financing Corporation* (IFC); *World Bank for Climate Investment Fund* (CIF) e *Clean Technology Funds* (CTF). Além das oportunidades de obtenção de recursos para atividades sustentáveis, existem também créditos para inovação, capital de risco e o *Foreign Direct Investment* (FDI).

Portanto, conforme discutido na análise de conteúdo, existem diversas opções que podem ser exploradas a fim de obter recursos para a adoção de tecnologias inovadoras e sustentáveis, devendo assim ser uma etapa do negócio. Assim, após exploradas as opções, o planejamento financeiro pode ser realizado.

8. Fechar negócio:

Com as cláusulas do negócio estabelecidas e o planejamento financeiro realizado, é possível efetivar o negócio. O processo deve ser de forma transparente, com todas as cláusulas descritas, e realizado com pessoal capacitado para a atividade.

Após as atividades de planejamento para seleção da tecnologia e a fase de negociação com o fornecedor, dá-se início a fase de Implementação da tecnologia,

ocorrendo o recebimento da tecnologia, sua instalação e aplicação. Baseia-se em duas etapas, sendo elas:

9. Receber tecnologia do fornecedor:

A partir da negociação e estabelecimento das cláusulas envolvidas para a transferência e implementação da tecnologia, ocorre a entrega da tecnologia para o receptor. No recebimento, a entidade receptora deve verificar se as condições contratuais negociadas foram cumpridas. A partir da confirmação do cumprimento contratual, a tecnologia é instalada e inicia a fase de implementação.

10. Implementar tecnologia:

Após o recebimento da tecnologia, a organização receptora a implementará. Assim como proposto no modelo de Souder, Nashar e Padmanabhan (1990), é necessário a fase de teste da tecnologia, e em caso de divergência do desempenho real *Versus* o acordado, modificações devem ser realizadas, até que a tecnologia seja apropriada ao receptor. Nessa etapa, o pessoal envolvido no processo irá colocar em prática os treinamentos e capacitações posteriores, e caso acordado, o pessoal cedido pelo fornecedor auxiliará no processo de instalação e implementação da tecnologia.

Para que o processo de transferência, e posteriormente a implementação da tecnologia, sejam efetivos, é necessário certificar-se de que o conhecimento, experiências e *know how* acerca da tecnologia também foram transferidos (CHEGE *et al.*, 2019). A cessão de pessoas por parte do fornecedor facilita nesse processo, sendo um mecanismo de transferência (ROGERS; TAKEGAMI; YIN, 2001; AGGARWAL; AGGARWAL, 2017), visto que essas pessoas contêm os conhecimentos necessários, que são transferidos no acompanhamento do processo de implementação.

Em caso de tecnologias participativas, como no caso de aplicativos ou plataformas que os usuários inserem dados para que as decisões sejam tomadas, é necessário promover continuamente ações de conscientização, informação e capacitação, pois essa falta de compreensão se torna um desafio a continuidade da tecnologia (CAPDEVILA; ZARLENGA, 2015).

Por fim, após etapa de implementação da tecnologia, dá-se início a fase de Acompanhamento da implementação da tecnologia, objetivando monitorar, registrar, e gerar *feedbacks*. Baseia-se em duas etapas, sendo elas:

11. Acompanhar implementação:

Etapa na qual são monitorados os resultados da implementação e suas contingências. Assim como no ciclo PDCA, que apresenta a fase de Controle (*Check*), comparando os resultados obtidos com o planejado, e Ação (*Action*), com ações corretivas (CAMPOS, 1992), esta etapa tem como objetivo o acompanhamento da implementação da tecnologia, a fim de verificar se os resultados esperados foram atingidos, utilizando-se, para isso, indicadores, conforme adotado no ciclo PDCA os índices numéricos (CAMPOS, 1992).

A partir dos resultados obtidos, a organização pode utilizar-se de indicadores para acompanhar a efetividade da implementação e da tecnologia. Exemplos de métricas que podem ser aplicadas são: indicadores dos ODS propostos no relatório de 2016 do *United Nations Economic and Social Council* (UNESC, 2016); os indicadores de *Smart Cities* propostos na ISO 37120:2018 (ISO, 2014; 2018), ou a adaptação brasileira, ABNT NBR ISO 37120:2017 (ABNT, 2017). É necessário que a organização receptora defina os indicadores cabíveis ao contexto.

Conforme abordado na Etapa 6 (Iniciar negociações com fornecedor), após a implementação podem surgir contingências, necessidades de alterações ou dúvidas para correta implementação. Em vista disso que há a necessidade de verificar a disponibilidade do fornecedor em prestar serviços de pós transferência, utilizando critérios ou perguntas para avaliar as alternativas.

12. Registrar e gerar *feedback*:

Por fim, é necessário registrar os resultados para o caso de possível transferência posterior, ou troca do quadro de funcionários envolvidos diretamente com a tecnologia, permitindo que os conhecimentos necessários sejam transferidos. Além disso, registrar o resultado da implementação permite que, em caso de obtenção de nova tecnologia para a mesma atividade, os resultados da nova tecnologia possam ser comparados com os resultados efetivamente gerados por tecnologias anteriores, facilitando avaliar se a nova tecnologia tem desempenho superior sobre outras já implementadas, facilitando na decisão da troca. Também, esses registros de resultados devem ser informados ao fornecedor, gerando *feedbacks*, para que este esteja ciente do desempenho da solução que está ofertando.

Assim, respondendo ao problema de pesquisa: *Como estruturar um modelo de Transferência de Tecnologia orientado para o desenvolvimento sustentável das Smart Cities?* Para estruturar um modelo teórico de Transferência de Tecnologia para a promoção do desenvolvimento sustentável das *Smart Cities*, é necessário compreender os aspectos que podem interferir no processo de transferência e implementação de tecnologias sustentáveis, identificando as barreiras ao processo; as oportunidades que podem ser utilizadas para facilitar a transferência; os meios pelos quais podem ocorrer transferências; os atores envolvidos, ou seja, o fornecedor e o receptor da tecnologia, e os resultados esperados dessa transferência e implementação tecnológica para o TBL. Entretanto, para que o processo de transferência tenha como objetivo o desenvolvimento sustentável de *Smart Cities*, faz-se necessário compreender as *Smart Cities*, identificando suas definições e requisitos; os projetos e tecnologias que as compõe, e os resultados dessa configuração de cidades para o desenvolvimento sustentável.

Ao identificar estes aspectos, é possível se antecipar a possíveis barreiras e desafios, explorando as oportunidades e mecanismos, negociações, financiamentos e outros aspectos, permitindo assim, relacionar os três temas em uma estrutura única. Essa antecipação de possíveis erros permite que as partes envolvidas tracem estratégias a fim de minimizá-los ou eliminá-los, transformando oportunidades em facilitadores, e resultando em maior efetividade do processo de transferência, usufruindo por completo do potencial das tecnologias transferidas no ambiente receptor.

6 CONCLUSÕES

Diante da acelerada urbanização, crescimento populacional e padrão de consumo, surgem problemas como consumo exacerbado, esgotamento de recursos, mudança climática, impactos sociais, e serviços essenciais insuficientes nas cidades. Como consequência, surgem pressões para que sejam criadas estratégias para solucionar os problemas provenientes das cidades e relacionados à sustentabilidade. Assim, o termo desenvolvimento sustentável passa a ser mais explorado e cobrado, principalmente pela ONU.

A ação em vigência para promover a sustentabilidade, proposta pela ONU, são os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) (UN, 2015). Dentre as ferramentas que são mencionadas como meio de implementação dos ODS está a Transferência de Tecnologia, compreendida como uma estratégia para desenvolvimento tecnológico, difundindo tecnologias entre duas entidades. Entretanto, para que a Transferência de Tecnologia seja utilizada como um meio de implementação dos ODS, é necessário um alinhamento dos seus objetivos aos objetivos sustentáveis.

No âmbito das cidades, o termo *Smart City* passou a ser amplamente explorado, como um modelo de cidades inteligentes que, a partir da aplicação de tecnologias, principalmente da Informação e Comunicação (TIC), resultam em melhora na qualidade de vida e bem-estar dos cidadãos, serviços essenciais mais eficientes, desenvolvimento tecnológico, e promoção do desenvolvimento sustentável. Embora as cidades sejam grandes geradoras de problemas para a sustentabilidade, como mencionado, nem todas as definições de *Smart Cities* incorporam os objetivos sustentáveis (BIBRI; KROGSTIE, 2017), tornando-as um modelo de cidades alheias aos problemas atuais.

Dito isso, é visto que os três eixos se complementam, auxiliando a atingir os objetivos mútuos. Entretanto, embora exista a relação entre os temas e estes abundem na literatura, não há uma estrutura que os correlacione. Diante da ausência desta correlação na literatura emergiu o objetivo deste trabalho, que é propor um modelo teórico de Transferência de Tecnologia para o Desenvolvimento Sustentável das *Smart Cities*.

O objetivo do modelo é auxiliar nos processos de Transferência de Tecnologias que buscam promover o desenvolvimento sustentável das *Smart Cities*, ou seja, as tecnologias devem ser cabíveis aos domínios das *Smart Cities* e devem visar benefícios para os eixos sustentáveis, apoiando-se em mecanismos e oportunidades, e minimizando as barreiras à eficiência do processo.

O modelo foi construindo baseado nos conhecimentos gerados na análise de conteúdo, em conhecimentos prévios acerca do ciclo PDCA, em modelos de Transferência de Tecnologia, e da revisão de literatura. Os principais resultados obtidos nas análises de conteúdo, foram descritos no Quadro 26.

Quadro 26: Principais resultados da análise de conteúdos

TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
<p>Fluxo: O fluxo de transferência mais abordado é o de países desenvolvidos para os países em desenvolvimento (Norte-Sul), seguido da transferência de fornecedores distintos para países em desenvolvimento. O resultado obtido demonstra que os processos de transferência orientado para o desenvolvimento sustentável estão alinhados com o apoiado pelos ODS, que é promover desenvolvimento sustentável aos menos favorecidos.</p>
<p>Tecnologias: As principais tecnologias abordadas foram as para benefício ambiental, como as Tecnologias de Energia Renovável (RET). As mais recorrentes foram as tecnologias de energia solar; eólica; bioenergia; hídrica, as usinas hidroelétricas, e as tecnologias de energias geotérmicas. Esse resultado demonstra o foco em tecnologias sustentáveis, corroborando o incentivado pelos ODS, resultando principalmente em benefícios ambientais.</p>
<p>Barreiras: As principais barreiras para a Transferência de Tecnologias sustentáveis são: Condições Políticas, como falta de apoio político, direitos da propriedade (IPR); Econômicas, como a dificuldade para obter subsídios, o alto investimento para obter as tecnologias sustentáveis, a disponibilidade de tecnologias convencionais mais baratas, e as barreiras relacionadas ao Conhecimento, como a falta de conhecimento ou capacidade de absorção para uso da tecnologia, falta de confiança na tecnologia, falta de pessoas com as habilidades adequadas para seu uso.</p>
<p>Oportunidades: As principais oportunidades mencionadas são: o desenvolvimento de leis e regulamentações que apoiem a adoção de tecnologias sustentáveis, sendo as políticas governamentais essenciais; a promoção de incentivos financeiros para apoiar o desenvolvimento, transferência e implementação de tecnologias sustentáveis, e a capacitação dos recursos humanos.</p>
<p>Mecanismos: Os mecanismos para transferir as tecnologias são: por meio da obtenção do conhecimento, com treinamentos, por exemplo; por meio de parcerias ou colaboração entre diferentes entidades; por meio da obtenção do direito da tecnologia; por meio da transferência de know how, e por meio de comercialização.</p>
<p>Resultados para o TBL: O eixo econômico foi o mais abordado, seguido do eixo ambiental, e por último o eixo social, tal resultado corrobora outros estudos, como de Karakosta e Psarras (2009) e Karakosta, Doukas e Psarras (2009), demonstrando a necessidade de focar em impactos sociais (CORSI <i>et al.</i>, 2020). Os principais impactos econômicos mencionados foram: Crescimento econômico, redução de custos e novas oportunidades de negócios. Já os principais impactos ambientais foram: mitigação das mudanças climáticas, melhora ambiental e redução da emissão de gases, como CO₂. Por fim, os principais impactos sociais foram: geração de empregos, alívio da pobreza e melhora na qualidade de vida.</p>
SMART CITIES SUSTENTÁVEIS
<p>Definições: Aplicação de tecnologias digitais inovadoras (TIC; TI; Big Data; IoT; sensores, e outras), para melhor prestação de serviços essenciais, resultando em desenvolvimento tecnológico e melhora na qualidade de vida dos cidadãos. Sendo os cidadãos peças chave nessas cidades, como agentes participantes na tomada de decisão, inserindo dados em tecnologias participativas.</p>

Requisitos: Necessidade de infraestrutura de dados, aplicação de tecnologias avançadas, principalmente as TIC, e a participação dos cidadãos na tomada de decisão.
Domínios: São mencionados principalmente seis domínios das <i>Smart Cities</i> : Smart Mobility; Smart Environment; Smart Living; Smart People; Smart Economy, e Smart Governance.
Tecnologias e projetos: As tecnologias mais frequentes são as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC); Internet of Things (IoT); sensores (infravermelhos, nano e micros sensores, RFID, câmeras térmicas, GPS e outros), e Big Data. Os projetos mencionados foram enquadrados em dois tipos: Para gestão e informação de recursos ambientais ou relacionados à impactos ambientais, e Projetos de planejamento de transporte, mobilidade e segurança urbana.
Desafios: Os principais desafios para o desenvolvimento das <i>Smart Cities</i> são: gestão e infraestrutura de dados (segurança e privacidades dos dados, quantidade de dados, integração dos dados, qualidade dos dados (interoperabilidade, heterogeneidade, interrupção); a participação dos cidadãos; o alto custo das tecnologias; os desafios sociais e ambientais relacionados à adoção da tecnologia; e a falta de capacitação para o uso das tecnologias.
Resultados para o TBL: O eixo social é o mais abordado, seguido do eixo ambiental, e por fim o eixo econômico. Tal resultado demonstra que os impactos das <i>Smart Cities</i> apresentam focos distintos das práticas de Transferência de Tecnologia, que tem foco principalmente no eixo econômico. Além disso, os principais resultados para o eixo Social foram: Qualidade de vida, conforme e bem-estar, segurança, e acesso à informação. Já para o eixo Ambiental foram: redução das emissões atmosféricas, redução no consumo de recursos ou uso mais eficiente, e melhora na proteção ambiental. E, por fim, os resultados econômicos mencionados foram: redução de custos, desenvolvimento econômico ou geração de lucros, e geração de empregos.

Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Assim, a partir destes conhecimentos o modelo foi construído. O modelo teórico objetiva balizar a transferência, promovendo maior efetividade ao processo, permitindo se antecipar às possíveis barreiras, a fim de minimizá-las ou eliminá-las, se apoiando em oportunidades e mecanismos para facilitar a transferência, visando resultar em benefícios tecnológicos e sustentáveis para as *Smart Cities*.

Baseia-se em quatro fases, sendo elas: Planejar; Viabilizar; Implementar e Acompanhar. As quatro fases se subdividem em doze etapas, que vão da identificação de uma necessidade tecnológica, avaliação e seleção de tecnologia, até sua transferência e implementação.

A fase de Planejamento ampara as ações anteriores à obtenção da tecnologia, baseando-se em cinco etapas: iniciando com a identificação de uma necessidade tecnológica, até o planejamento e promoção de infraestrutura para a obtenção da tecnologia. Essa fase é fundamental para garantir a sustentabilidade das *Smart Cities*, visto que com a seleção adequada da tecnologia para transferência e implementação, priorizando tecnologias que promovam benefícios ambientais, sociais e econômicos, resultados benéficos são esperados. Além disso, a promoção de infraestrutura, que se inicia nessa fase, irá permitir que a tecnologia seja efetivamente implementada, sendo fundamental para que o processo seja eficaz.

A segunda fase do modelo é a fase de Viabilizar, ou seja, fase de negociação em torno da tecnologia. Baseia-se em três etapas, que abrangem a negociação da transferência da tecnologia com o fornecedor, definindo um contrato com as cláusulas do negócio, o planejamento financeiro para efetivar a transferência e o fechamento do negócio. Tal fase tem por objetivo amparar as partes, por meio das cláusulas acordadas, do direito da tecnologia, dos recursos financeiros e humanos que serão envolvidos. A partir dessas negociações e planejamentos é possível eliminar diversas barreiras ao processo de Transferência de Tecnologia.

A terceira fase é Implementar, fase que se baseia em duas etapas, o recebimento da tecnologia no contexto do receptor e a implementação desta. Essa fase ocorre seguindo as cláusulas anteriormente negociadas, sendo necessário identificar se todo o acordado foi cumprido.

Por fim, têm-se a fase Acompanhar, que se baseia em duas etapas, de acompanhamento da implementação e de registrar e gerar *feedback*. Nessa fase são comparados os resultados esperados, listados na fase Planejar, com indicadores definidos pela organização receptora, mensurando a efetividade da tecnologia. Os indicadores selecionados podem ser referentes a especificidades da organização e específicos à tecnologia, mas também devem apresentar indicadores para mensurar a sustentabilidade da tecnologia, visto que o objetivo é promover não só desenvolvimento tecnológico, mas também sustentável. A partir desse controle, *feedbacks* devem ser retornados ao provedor da tecnologia, para que este esteja ciente do desempenho da solução que está ofertando.

A partir da utilização do modelo, é esperado um processo de transferência mais efetivo, visto que o modelo antecipa as possíveis barreiras já mencionadas na literatura, formulando estratégias para superá-las. Além disso, se utiliza das oportunidades e mecanismos identificados na análise de conteúdo, tornando-os facilitadores aos processos de seleção da tecnologia, negociação, planejamento financeiro, transferência e implementação da tecnologia. E, por fim, são esperados resultados benéficos, não somente para o desenvolvimento tecnológico, mas também para o desenvolvimento sustentável, representado por meio dos ODS.

O modelo promove o desenvolvimento sustentável optando por tecnologias e fornecedores mais sustentáveis e apoiando e promovendo desenvolvimento aos menos favorecidos. Para isso, utiliza-se de estratégias o julgamento das tecnologias

por meio de critérios, que abrangem não somente especificidades da organização receptora, mas também critérios sustentáveis. E, promove o desenvolvimento tecnológico e sustentável nos domínios *Smart*, provenientes da efetividade da transferência da tecnologia e de sua implementação, anteriormente avaliada e selecionada, resultando em impactos positivos para os cidadãos, como qualidade de vida, bem-estar e participação nas decisões; em serviços essenciais mais eficientes, por meio da aplicação tecnológica; e, por fim, em resultados benéficos para o desenvolvimento sustentável.

O estudo poderá contribuir para a academia, ao propor um modelo que correlacione três eixos não explorados, juntamente, anteriormente. Também contribui com a sociedade, visto que a partir da utilização de modelos para efetividade da Transferência de Tecnologia, do desenvolvimento tecnológico sustentável, haverá não somente serviços mais eficientes, mas também a melhora na qualidade de vida dos cidadãos e na infraestrutura das cidades. Por fim, o modelo contribui para área governamental, podendo auxiliar em futuros processos de transferência entre cidades, promovendo desenvolvimento tecnológico e sustentável às atividades essenciais.

O estudo limita-se pela carência de aplicação, que resultem em informações e conhecimentos úteis às pessoas, indústrias, pesquisadores e interessados em realizar o processo de Transferência de Tecnologia orientada para o desenvolvimento sustentável de *Smart Cities*.

Como proposta de pesquisa futura deseja-se aplicar o modelo em uma *Smart City*, visando testar a efetividade do modelo.

REFERÊNCIAS

- ABEPRO (Associação Brasileira de Engenharia de Produção). **Áreas e Sub-áreas de Engenharia de Produção**. 2008. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/interna.asp?p=399&m=424&s=1&c=362>. Acesso em: 8 jan. 2019.
- ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). **NBR ISO 37120:2017: Desenvolvimento sustentável de comunidades — Indicadores para serviços urbanos e qualidade de vida**, 2017.
- ADAPA, S. Indian *Smart Cities* and cleaner production initiatives – Integrated framework and recommendations. **Journal of Cleaner Production**, v. 172, p.3351-3366, 2018.
- ADENLE, A. A.; AZADI, H.; ARBIOL, J. Global assessment of technological innovation for climate change adaptation and mitigation in developing world. **Journal of Environmental Management**, v. 161, p. 261–275, 2015.
- AELENEI, L.; FERREIRA, A.; MONTEIRO, C.S.; GOMES, R.; GONÇALVES, H.; CAMELO, S.; SILVA, C. *Smart City: a systematic approach towards a sustainable urban transformation*, **Energy Procedia**, v. 91, p.970-979, 2016.
- AGBOOLA, J. I. Technological Innovation and Developmental Strategies for Sustainable Management of Aquatic Resources in Developing Countries. **Environmental Management**, v. 54, n. 6, p. 1237-1248, 2014.
- AGGARWAL, P.; AGGARWAL, R. Examining perspectives and dimensions of clean development mechanism: A critical assessment vis-à-vis developing and least developed countries. **International Journal of Law and Management**, v. 59, n. 1, p. 82-101, 2017.
- AHVENNIEMI, H.; HUOVILA, A.; PINTO-SEPPÄ, I.; AIRAKSINEN, M. What are the differences between sustainable and smart cities? **Cities**, v. 60, p. 234–245, 2017.
- AINA, Y. A. Achieving smart sustainable cities with GeolCT support: The Saudi evolving smart cities. **Cities**, v. 71, p. 49–58, 2017.
- ALAVI, A. H.; JIAO, P.; BUTTLAR, W. G.; LAJNEF, N. Internet of Things-enabled smart cities: State-of-the-art and future trends. **Measurement**, v. 129, p. 589–606, 2018.
- ALKHATIB, M.; BARACHI, M. E.; SHAALAN, K. An Arabic Social Media Based Framework for Incidents and Events Monitoring in Smart Cities. **Journal of Cleaner Production**, v. 220, p. 771-785, 2019.
- ALLAM, Z.; DHUNNY, Z. A. On big data, artificial intelligence and smart cities. **Cities**, v. 89, p. 80–91, 2019.

ANGELIDOU, M.; PSALTOGLOU, A.; KOMNINOS, N.; KAKDERI, C.; TSARCHIPOULOS, P.; PANORI, A. Enhancing sustainable urban development through smart city applications. **Journal of Science and Technology Policy Management**, v. 9, n. 2, p. 146–169, 2018.

ANTHOPOULOS, L. Smart utopia VS smart reality: Learning by experience from 10 *Smart City* cases. **Cities**, v. 63, p.128-148, 2017.

ANTTIROIKO, A.-V.; VALKAMA, P.; BAILEY, S. J. Smart cities in the new service economy: building platforms for smart services. **AI & Society**, v. 29, n. 3, p. 323–334, 2014.

AUTIO, E.; LAAMANEN, T. Measurement and Evaluation of Technology Transfer: Review of Technology Transfer Mechanisms and Indicators. **International Journal of Technology Transfer Management**, v. 10, n. 6, p. 643-664, 1995.

AZAM, M. M. Climate Change Resilience and Technology Transfer: The Role of Intellectual Property. **Nordic Journal of International Law**, v. 80, n. 4, p. 485–505, 2011.

BAKHTINA, V. A. Innovation and its potential in the context of the ecological component of sustainable development. **Sustainability Accounting, Management and Policy Journal**, v. 2, n. 2, p. 248–262, 2011.

BARAKI, Y. A.; BRENT, A. C. Technology transfer of hand pumps in rural communities of Swaziland: Towards sustainable project life cycle management. **Technology in Society**, v. 35, n. 4, p. 258–266, 2013.

BASIRI, M.; AZIM, A. Z.; FARROKHI, M. Smart City Solution for Sustainable Urban Development. **European Journal of Sustainable Development**, v. 6, n. 1, p. 71-84, 2017.

BASU, A. Grasping climate technology transfer: A brief discussion on Indian practice. **Journal of Intellectual Property Rights**. v. 23, p. 51-59, 2018.

BAYER, P.; URPELAINEN, J. External sources of clean technology: Evidence from the Clean Development Mechanism. **The Review of International Organizations**, v. 8, n. 1, p. 81–109, 2013.

BAYER, P.; USPELAINEN, J.; XU, A. Explaining differences in sub-national patterns of clean technology transfer to China and India. **International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics**, v. 16, n. 2, p. 261–283, 2014.

BAYULKEN, B.; HUISINGH, D. A literature review of historical trends and emerging theoretical approaches for developing sustainable cities (part 1). **Journal of Cleaner Production**, v. 109, p.11–24, 2015.

BECCALI, M.; LO BRANO, V.; BONOMOLO, M.; CICERO, P.; CORVISIERI, G.; CARUSO, M.; GAMBERALE, F. A multifunctional public lighting infrastructure, design

and experimental test. **Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems**, v. 5, n. 4, p. 608-625, 2017.

BELMONTE, S.; ESCALANTE, K. N.; FRANCO, J. Shaping changes through participatory processes: Local development and renewable energy in rural habitats. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 45, p. 278–289, 2015.

BERETTA, I. The social effects of eco-innovations in Italian smart cities. **Cities**, v. 72, p. 115–121, 2018.

BIBRI, S. E. The IoT for smart sustainable cities of the future: An analytical framework for sensor-based big data applications for environmental sustainability. **Sustainable Cities and Society**, v. 38, p. 230–253, 2018a.

BIBRI, S. E. A foundational framework for smart sustainable city development: Theoretical, disciplinary, and discursive dimensions and their synergies. **Sustainable Cities and Society**, v. 38, p. 758–794, 2018b.

BIBRI, S. E. Backcasting in futures studies: a synthesized scholarly and planning approach to strategic smart sustainable city development. **European Journal of Futures Research**, v. 6, n. 1, p. 13, 2018c.

BIBRI, S. E. On the sustainability of smart and smarter cities in the era of big data: an interdisciplinary and transdisciplinary literature review. **Journal of Big Data**, v. 6, n. 1, p. 25, 2019.

BIBRI, S. E.; KROGSTIE, J. Smart sustainable cities of the future: An extensive interdisciplinary literature review. **Sustainable Cities and Society**, v. 31, p. 183–212, 2017a.

BIBRI, S. E.; KROGSTIE, J. On the social shaping dimensions of smart sustainable cities: A study in science, technology, and society. **Sustainable Cities and Society**, v. 29, p. 219–246, 2017b.

BIBRI, S. E.; KROGSTIE, J. The core enabling technologies of big data analytics and context-aware computing for smart sustainable cities: a review and synthesis. **Journal of Big Data**, v. 4, n. 1, p. 38, 2017c.

BLIZNETS, I.; KARTSKHIYA, A.; SMIRNOV, M. Technology transfer in digital era: Legal environment. **Journal of History Culture and Art Research**, v. 7, n. 1, p. 354-363, 2018.

BLOHMKE, J. Technology complexity, technology transfer mechanisms and sustainable development. **Energy for Sustainable Development**, v. 23, p. 237–246, 2014.

BONNETT, M. Education for sustainability as a frame of mind. **Environmental Education Research**, v. 12, n. 3-4, p.265–276, 2006.

BONNETT, M. Sustainable development, environmental education, and the significance of being in place. **Curriculum Journal**, v. 24, n. 2, p. 250–271, 2013.

BOUKHECHBA, M.; BOUZOUANE, A.; GABOURY, S.; GOUIN-VALLERAND, C.; GIROU, S.; BOUCHARD, B. A novel Bluetooth low energy based system for spatial exploration in smart cities. **Expert Systems with Applications**, v. 77, p. 71–82, 2017.

BOZEMAN, B. Technology transfer and public policy: a review of research and theory. **Research Policy**, v. 29, n. 4-5, p. 627–655, 2000.

BOZEMAN, B.; RIMES, H.; YOUTIE, J. The evolving state-of-the-art in technology transfer research: Revisiting the contingent effectiveness model. **Research Policy**, v. 44, n. 1, p.34-49, 2015.

BRACCO, S.; DELFINO, F.; LAIOLO, P.; MORINI, A. Planning & Open-Air Demonstrating Smart City Sustainable Districts. **Sustainability**, v. 10, n. 12, p. 4636, 2018.

BRANCHI, P. E.; FERNÁNDEZ-VALDIVIELSO, C.; MATÍAS, I. R. Urban technology analysis matrix. **Management of Environmental Quality: An International Journal**, v. 26, n. 3, p. 342–356, 2015.

BRASIL. Lei n. 7.783, de 28 de Junho de 1989. Define as atividades essenciais. Brasília, DF. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7783.htm. Acesso em: 20 de fev. 2019.

BRENT, A. C.; KRUGER, W. J. L. Systems analyses and the sustainable transfer of renewable energy technologies: A focus on remote areas of Africa. **Renewable Energy**, v. 34, n. 7, p. 1774–1781, 2009.

BRODHAG, C. Research universities, technology transfer, and job creation: what infrastructure, for what training? **Studies in Higher Education**, v. 38, n. 3, p. 388-404, 2013.

BRUCKMAN, V.; HARUTHAITHANASAN, M.; MILLER, R.; TERADA, T.; BRENNER, A.-K.; KRAXNER, F.; FLASPOHLER, D. Sustainable forest bioenergy development strategies in Indochina: Collaborative effort to establish regional policies. **Forests**, v. 9, n. 4, p. 223, 2018.

BURATTI, N.; PENCO, L. Assisted technology transfer to SMEs: lessons from an exemplary case. **Technovation**, v. 21, n. 1, p.35-43, 2001.

CALÔBA, G.; KLAES, M. **Gerenciamento de Projetos com PDCA**. Rio de Janeiro: ALTA BOOKS, 2016.

CAMPOS, V. F. **TQC: controle da qualidade total (no estilo japonês)**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1992.

CAPDEVILA, I.; ZARLENGA, M. I. Smart city or smart citizens? The Barcelona case. **Journal of Strategy and Management**, v. 8, n. 3, p. 266–282, 2015.

CARAGLIU, A.; BO, C. D.; NIJKAMP, P. *Smart Cities* in Europe. **Journal Of Urban Technology**, v. 18, n. 2, p.65-82, 2011.

CELLUCCI, L.; BURATTINI, C.; DRAKOU, D.; GUGLIERMETTI, F.; BISEGNA, F.; VOLLARO, A. L.; SALATA, F.; GOLASI, I. Urban Lighting Project for a Small Town: Comparing Citizens and Authority Benefits. **Sustainability**, v. 7, n. 10, p. 14230–14244, 2015.

CHEGE, M. S.; WANG, D.; SUNTU, S. L.; BISHOGE, O. K. Influence of technology transfer on performance and sustainability of standard gauge railway in developing countries. **Technology in Society**, v. 26, p. 79-92, 2019.

CHEN, Y.; HAN, D. Water quality monitoring in smart city: A pilot project. **Automation in Construction**, v. 89, p. 307–316, 2018.

CHIODI, S. I. Crime prevention through urban design and planning in the smart city era. **Journal of Place Management and Development**, v. 9, n. 2, p. 137–152, 2016.

CHOUDHARY, D. M.; SHUKLA, P. R. An integrated strategy for urban Air Quality Management in India. **International Journal of Environment and Pollution**, v. 39, n. 3/4, p. 233-252, 2009.

COHEN, B.; MUÑOZ, P. Sharing cities and sustainable consumption and production: towards an integrated framework. **Journal of Cleaner Production**, v. 134, p.87-97, 2016.

CORBETT, J.; MELLOULI, S. Winning the SDG battle in cities: how an integrated information ecosystem can contribute to the achievement of the 2030 sustainable development goals. **Information Systems Journal**, v. 27, n. 4, p. 427–461, 2017.

CORRADINI, G.; BROTTTO, L.; CICCARESE, L.; PETTENELLA, D. An overview of Italian participation in afforestation and reforestation projects under the Clean Development Mechanism. **iForest - Biogeosciences and Forestry**, v. 9, n. 5, p. 720-728, 2016.

CORSI, A.; PAGANI, R. N.; KOVALESKI, J. L.; DA SILVA, V. L. Technology transfer for sustainable development: Social impacts depicted and some other answers to a few questions. **Journal of Cleaner Production**, v. 245, p. 118522, 2020.

CORSINI, F.; RIZZI, F.; FREY, M. Analysing smartness in European cities: a factor analysis based on resource efficiency, transportation and ICT. **International Journal of Global Environmental Issues**, v. 15, n. 3, p. 235-254, 2016.

COSTIN, A.; EASTMAN, C. Need for Interoperability to Enable Seamless Information Exchanges in Smart and Sustainable Urban Systems. **Journal of Computing in Civil Engineering**, v. 33, n. 3, p. 04019008, 2019.

D'AURIA, A.; TREGUA, M.; VALLEJO-MARTOS, M. C. Modern Conceptions of Cities as Smart and Sustainable and Their Commonalities. **Sustainability**, v. 10, n. 8, p. 2642, 2018.

DASGUPTA, P. TANEJA, N. Low Carbon Growth: An Indian Perspective on Sustainability and Technology Transfer. **Problemy Ekorozwoju - Problems of Sustainable Development**, v. 6, p. 65-74, 2011.

DÍAZ-DÍAZ, R.; MUÑOZ, L.; PÉREZ-GONZÁLEZ, D. Business model analysis of public services operating in the smart city ecosystem: The case of SmartSantander. **Future Generation Computer Systems**, v. 76, p. 198–214, 2017.

DISCH, D. A comparative analysis of the “development dividend” of Clean Development Mechanism projects in six host countries. **Climate and Development**, v. 2, n. 1, p. 50–64, 2010.

DORN, T.; NELLES, M.; FLAMME, S.; JINMING, C. Waste disposal technology transfer matching requirement clusters for waste disposal facilities in China. **Waste Management**, v. 32, n. 11, p. 2177–2184, 2012.

DOUKAS, H.; KARAKOSTA, C.; PSARRAS, J. RES technology transfer within the new climate regime: A “helicopter” view under the CDM. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 13, n. 5, p. 1138–1143, 2009.

EATON, D. Technology and Innovation for a Green Economy. **Review of European, Comparative & International Environmental Law**, v. 22, n. 1, p. 62–67, 2013.

EITZEL, M. V.; HOVE, E. M.; SOLERA, J.; MADZORO, S.; CHANGARARA, A.; NDLOVU, D.; GWATIPEDZA, S.; MHIZHA, M.; NDLOVU, M. Sustainable development as successful technology transfer: Empowerment through teaching, learning, and using digital participatory mapping techniques in Mazvihwa, Zimbabwe. **Development Engineering**, v. 3, p. 196–208, 2018.

ELKINGTON, J. ***Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century***. Oxford: Capstone, 1997.

ENTTRANS. **Promoting Sustainable Energy Technology Transfers through the CDM: Converting from a Theoretical Concept to Practical Action. Final Report ENTTRANS project**, 2008. Disponível em: https://jin.ngo/images/jin/publications/ENTTRANS_final_report.pdf. Acesso em: 20 Jan. 2019.

ESCALANTE, K. N.; BELMONTE, S.; GEA, M. D. Determining factors in process of socio-technical adequacy of renewable energy in Andean Communities of Salta, Argentina. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 22, p. 275–288, 2013.

EU (EUROPEAN UNION). **Cities of tomorrow. Challenges, visions, ways forward**. 2011. Disponível em:

http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/studies/pdf/citiesoftomorrow/citiesoftomorrow_final.pdf. Acesso em: 14 Fev. 2019.

FASEHUN, A. O. The War on Climate Change: Ushering in Sustainable Development to VDCs through a Technical Capacity-building Facility. **Environmental Claims Journal**, v. 27, n. 3, p. 196-225, 2015.

FERNÁNDEZ, C.; MANYÀ, F.; MATEU, C.; SOLE-MAURI, F. Modeling energy consumption in automated vacuum waste collection systems. **Environmental Modelling & Software**, v. 56, p. 63–73, 2014.

FERREIRA, J. J.; FERNANDES, C.; RATTEN, V. Environmental-related patent technology transfer effectiveness: A comparison between Portugal and Australia using OECD data. **World Journal of Entrepreneurship, Management and Sustainable Development**, v. 14, n. 3, p. 206-221, 2018.

FERRO, E.; OSELLA, M. Smart City Governance for Sustainable Public Value Generation. **International Journal of Public Administration in the Digital Age**, v. 4, n. 4, p. 20–33, 2017.

FLAMOS, A. The clean development mechanism—catalyst for wide spread deployment of renewable energy technologies? or misnomer? **Environment, Development and Sustainability**, v. 12, n. 1, p. 89–102, 2010.

FLAMOS, A.; BEGG, K. Technology transfer insights for new climate regime. **Environment, Development and Sustainability**, v. 12, n. 1, p. 19–33, 2010.

FLAMOS, A.; GEORGALLIS, P. G.; PSARRAS, J. Bioenergy Options in the Industrialized and Developing World and Opportunities for the Clean Development Mechanism. **International Journal of Green Energy**, v. 7, n. 6, p. 647–661, 2010.

FU, Y.; ZHANG, X. Trajectory of urban sustainability concepts: a 35–year bibliometric analysis. **Cities**, v. 60, p. 113–123, 2017.

GADE, R.; MOESLUND, T. B.; NIELSEN, S. Z.; SKOV-PETERSEN, H.; ANDERSEN, H. J.; BASSELBJERG, K.; DAM, H. T.; JENSEN, O. B.; JØRGENSEN, A.; LAHRMANN, H.; MADSEN, T. K. O.; BALA, E. S.; POVEY, B. Ø. Thermal imaging systems for real-time applications in smart cities. **International Journal of Computer Applications in Technology**, v. 53, n. 4, p. 291-308, 2016.

GALLAGHER, K. S. Limits to leapfrogging in energy technologies? Evidence from the Chinese automobile industry. **Energy Policy**, v. 34, n. 4, p. 383–394, 2006.

GAO, L.X.; MELERO, I.; SESE, F.J. Multichannel integration along the customer journey: a systematic review and research agenda, **The Service Industries Journal**, p.1-32, 2019.

GEORGE, M.; OSMAN, A. S. S.; GEORGE, A. R.; HUSSIN, H. Protecting the Malacca and Singapore Straits from Ships' Atmospheric Emissions through the

Implementation of MARPOL Annex VI. **The International Journal of Marine and Coastal Law**, v. 32, n. 1, p. 95–137, 2017.

GERSTLBERGER, W. Regional innovation systems and sustainability—selected examples of international discussion. **Technovation**, v. 24, n. 9, p. 749–758, 2004.

GIFFINGER, R.; GUDRUN, H. *Smart Cities* ranking: an effective instrument for the positioning of the cities? **Archit. City Envir.**, v. 4, n. 12, p. 7–26, 2010.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas S. A., 2008.

GOPALAKRISHNAN, S.; SANTORO, M.d. Distinguishing Between Knowledge Transfer and Technology Transfer Activities: The Role of Key Organizational Factors. **IEEE Transactions On Engineering Management**, v. 51, n. 1, p.57-69, 2004.

GROSSE, R. International Technology Transfer in Services. **Journal of International Business Studies**, v. 27, n. 4, p. 781–800, 1996.

GÜNSEL, A. Research on effectiveness of technology transfer from a knowledge based perspective. **Procedia – Social and Behavioral Sciences**, v. 207, n. 2015, p. 777-785, 2015.

HAJRIZI, E.; STAPLETON, L.; KOPACEK, P. The Contribution of UBT for the sustainable development of Kosova. **IFAC Proceedings Volumes**, v. 43, n. 25, p. 47–52, 2010.

HALL, R. E. *The vision of a Smart City*. In: Proceedings of the 2nd International Life Extension Technology Workshop, Paris, France, 2000.

HARA, M.; NAGAO, T.; HANNOE, S.; NAKAMURA, J. New Key Performance Indicators for a Smart Sustainable City. **Sustainability**, v. 8, n. 3, p. 206, 2016.

HAYAT, P. Smart Cities: A Global Perspective. India Quarterly: **A Journal of International Affairs**, v. 72, n. 2, 177–191, 2016.

HOLM, R.; WANDSCHNEIDER, P.; FELSOT, A.; MSILIMBA, G. Achieving the sustainable development goals: a case study of the complexity of water quality health risks in Malawi. **Journal of Health, Population and Nutrition**, v. 35, n. 1, p. 20, 2016.

IGNATAVIČIUS, R.; TVARONAVIČIENĖ, M.; PICCINETTI, L. Sustainable development through technology transfer networks: Case of Lithuania. **Journal of Security and Sustainability Issues**, v. 4, p. 261-267, 2015.

IMAZ, M.; SHEINBAUM, C. Science and technology in the framework of the sustainable development goals. **World Journal of Science, Technology and Sustainable Development**, v. 14, n. 1, p. 2–17, 2017.

INBAL, A. B.; TZACHOR, A. National policy and SMEs in technology transfer: the case of Israel. **Climate Policy**, v. 15, n. 1, p. 88–102, 2013.

IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada). **Objetivos do Desenvolvimento Sustentável**, 2019. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/ods/>. Acesso em: 17 Mar. 2019.

ISMAGILOVA, E.; HUGHES, L.; DWIVEDI, Y. K.; RAMAN, K. R. Smart cities: Advances in research: An information systems perspective. **International Journal of Information Management**, v. 47, p. 88–100, 2019.

ISMAIL, M.; HAMZAH, S. R.; BEBENROTH, R. Differentiating knowledge transfer and technology transfer. **European Journal Of Training And Development**, v. 42, n. 9, p.611-628, 2018.

ISO (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION). **ISO 37120:2014. Sustainable development of communities - indicators for city services and quality of life**, 2014.

ISO (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION). **ISO 37120:2018. Sustainable development of communities - indicators for city services and quality of life**, 2018.

IUCN (International Union for Conservation of Nature). **World Conservation Strategy**, 1980. Disponível em: <https://portals.iucn.org/docs/library/html/WCS-004/cover.html>. Acesso em: 15 Jan. 2019.

JAMEI, E.; MORTIMER, M.; SEYEDMAHMOUDIAN, M.; HORAN, B.; STOJCEVSKI, A. Investigating the Role of Virtual Reality in Planning for Sustainable Smart Cities. **Sustainability**, v. 9, n. 11, p. 2006, 2017.

JASON, S.; CURIEL, A. S.; LIDDLE, D.; CHIZEA, F.; LELOGLU, U. M.; HELVACI, M.; BEKHTI, M.; BENACHIR, D.; BOLAND, L.; GOMES, L.; SWEETING, M. Capacity building in emerging space nations: Experiences, challenges and benefits. **Advances in Space Research**, v. 46, n. 5, p. 571–581, 2010.

JONES, R. W.; RUFFIN, R. J. The technology transfer paradox. **Journal of International Economics**, v. 75, n. 2, p. 321–328, 2008.

JUAN, Y.-K.; WANG, L.; WANG, J.; LECKIE, J. O.; LI, K.-M. A decision-support system for smarter city planning and management. **IBM Journal of Research and Development**, v. 55, n. 1.2, p. 3:1-3:12, 2011.

KAMMERLANDER, M.; SCHANES, K.; HARTWIG, F.; JÄGER, J.; OMANN, I.; O'KEEFFE, M. A resource-efficient and sufficient future mobility system for improved well-being in Europe. **European Journal of Futures Research**, v. 3, n. 8, 2015.

KANG, M. J.; PARK, J. Analysis of the partnership network in the clean development mechanism. **Energy Policy**, 52, p. 543-553, 2013.

KARAKOSTA, C. A Holistic Approach for Addressing the Issue of Effective Technology Transfer in the Frame of Climate Change. **Energies**, v. 9, n. 7, p. 503, 2016.

KARAKOSTA, C.; ASKOUNIS, D. Developing countries' energy needs and priorities under a sustainable development perspective: A linguistic decision support approach. **Energy for Sustainable Development**, v. 14, n. 4, p. 330–338, 2010.

KARAKOSTA, C.; DOUKAS, H.; PSARRAS, J. EU–MENA energy technology transfer under the CDM: Israel as a frontrunner? **Energy Policy**, v. 38, n. 5, p. 2455–2462, 2010a.

KARAKOSTA, C.; DOUKAS, H.; PSARRAS, J. Technology transfer through climate change: Setting a sustainable energy pattern. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 14, n. 6, p. 1546–1557, 2010b.

KARAKOSTA, C.; DOUKAS, H.; PSARRAS, J. A Decision Support Approach for the Sustainable Transfer of Energy Technologies under the Kyoto Protocol. **American Journal of Applied Sciences**, v. 5, n. 12, p. 1720-1729, 2008.

KARAKOSTA, C.; DOUKAS, H.; PSARRAS, J. Carbon market and technology transfer: statistical analysis for exploring implications. **International Journal of Sustainable Development & World Ecology**, v. 19, n. 4, p. 311–320, 2012.

KARAKOSTA, C.; DOUKAS, H.; PSARRAS, J. CDM sustainable technology transfer grounded in participatory in-country processes in Israel. **International Journal of Sustainable Society**, v. 3, n. 3, p. 225-242, 2011.

KARAKOSTA, C.; DOUKAS, H.; PSARRAS, J. Shaping sustainable development strategies in Chile through CDM. **International Journal of Climate Change Strategies and Management**, v. 1, n. 4, p. 382–399, 2009.

KARAKOSTA, C.; PSARRAS, J. Facilitating sustainable development in Chile: a survey of suitable energy technologies. **International Journal of Sustainable Development & World Ecology**, v. 16, n. 5, p. 322–331, 2009.

KHAN, J.; HALEEM, A.; HUSAIN, Z. Barriers to technology transfer: a total interpretative structural model approach. **International Journal of Manufacturing Technology and Management**, v. 31, n. 6, p. 511-536, 2017.

KHANSARI, N.; MOSTASHARI, A.; MANSOURI, M. Conceptual Modeling of the Impact of Smart Cities on Household Energy Consumption. **Procedia Computer Science**, v. 28, p. 81–86, 2014.

KIRLI, M. S.; FAHRIOĞLU, M. Sustainable development of Turkey: Deployment of geothermal resources for carbon capture, utilization, and storage. **Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects**, v. 41, n. 14, p.1739-1751, 2018.

KOBZA, N.; HERMANOWICZ, M. How to use technology in the service of mankind? Sustainable development in the city. **IFAC-PapersOnLine**, v. 51, n. 30, p. 340-345, 2018.

KOSTEVŠEK, A.; PETEK, J.; KLEMEŠ, J. J.; VARBANOV, P. Municipal energy policy constitution and integration process to establish sustainable energy systems – a case of the Slovenian municipality. **Journal of Cleaner Production**, v. 120, p. 31–42, 2016.

KRAMERS, A.; HÖJER, M.; LÖVEHAGEN, N.; WANGEL, J. Smart sustainable cities – Exploring ICT solutions for reduced energy use in cities. **Environmental Modelling & Software**, v. 56, p. 52–62, 2014.

KRUCKENBERG, L. J. North–South partnerships for sustainable energy: Knowledge–power relations in development assistance for renewable energy. **Energy for Sustainable Development**, v. 29, p. 91–99, 2015a.

KRUCKENBERG, L. J. Renewable energy partnerships in development cooperation: Towards a relational understanding of technical assistance. **Energy Policy**, v. 77, p. 11–20, 2015b.

KUA, H. W. Improving the clean development mechanism with sustainability-rating and rewarding system. **Progress in Industrial Ecology, An International Journal**, v. 7, n. 1, p. 35-51, 2010.

KULLMAN, M.; CAMPILLO, J.; DAHLQUIST, E.; FERTNER, C.; GIFFINGER, R.; GROSSE, J.; GROTH, N. B.; HAINDLMAIER, G.; KUNNASVIRTA, A.; STROHMAYER, F.; HASELBERGER, J. Note: The PLEEC project–planning for energy efficient cities. **Journal of Settlements and Spatial Planning**, v. 2016, p. 89-92, 2016.

KUMAR, V.; KUMAR, U.; PERSAUD, A. Building Technological Capability through Importing Technology: The Case of Indonesian Manufacturing Industry. **The Journal Of Technology Transfer**, v. 24, n. 1, p.81-96, 1999.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamento da metodologia científica**. 4., ed. São Paulo: Atlas, 2001.

LAN, P.; YOUNG, S. International Technology Transfer Examined at Technology Component Level: A Case Study in China. **Technovation**, v. 16, n. 6, p. 277-286, 1996.

LAZAROIU, G. C.; ROSCIA, M. Definition methodology for the smart cities model. **Energy**, v. 47, n. 1, p. 326–332, 2012.

LEE, J. H.; HANCOCK, M. G.; HU, M.-C. Towards an effective framework for building smart cities: Lessons from Seoul and San Francisco. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 89, p. 80–99, 2014.

LEMA, A.; LEMA, R. Low-carbon innovation and technology transfer in latecomer countries: Insights from solar PV in the clean development mechanism. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 104, p. 223–236, 2016.

LEMA, R.; HANLIN, R.; HANSEN, U. E.; NZILA, C. Renewable electrification and local capability formation: Linkages and interactive learning. **Energy Policy**, v. 117, p. 326–339, 2018.

LETAIFA, S. B. How to strategize *Smart Cities*: Revealing the SMART model. **Journal Of Business Research**, v. 68, n. 7, p.1414-1419, 2015.

LI, F.; ZHANG, S.; JIN, Y. Sustainability of University Technology Transfer: Mediating Effect of Inventor's Technology Service. **Sustainability**, v. 10, n. 6, p. 2085, 2018.

LI, X.; FONG, P. S. W.; DAI, S.; LI, Y. Towards sustainable *Smart Cities*: An empirical comparative assessment and development pattern optimization in China. **Journal of Cleaner Production**, v. 215, p.730-743, 2019.

LI-HUA, R. Examining the appropriateness and effectiveness of technology transfer in China. **Journal of Technology Management in China**, v. 1, n. 2, p. 208–223, 2006.

LIN, W. B. Technology Transfer as Technological Learning: A Source of Competitive Advantage for Firms with limited R & D Resources. **R & D Management**, v. 33, n. 3, p. 327-341, 2003.

LIU, H.; ESSER, L. J.; WHITING, K. Realising Rio principles through sustainable energy solutions: Application of small hydropower (SHP) in China and other developing countries. **International Journal of Technology Management & Sustainable Development**, v. 12, n. 3, p. 281–300, 2013.

LIU, Y.; WANG, H.; TZENG, G.-H. From Measure to Guidance: Galactic Model and Sustainable Development Planning toward the Best Smart City. **Journal of Urban Planning and Development**, p. 144, n. 4, p. 04018035, 2018.

LOVETT, J. C.; HOFMAN, P. S.; MORSINK, K.; TORRES, A. B.; CLANCY, J. S.; KRABBENDAM, K. Review of the 2008 UNFCCC meeting in Poznań. **Energy Policy**, v. 37, n. 9, p. 3701–3705, 2009.

LUCCI, P.; KHAN, A.; STUART, E. The means of implementation and the global partnership for sustainable development: What's in it for emerging economies? **International Organisations Research Journal**, v. 10, n. 3, p. 33-56, 2015.

LUKEN, R.; GROF, T. The Montreal Protocol's multilateral fund and sustainable development. **Ecological Economics**, v. 56, n. 2, p. 241–255, 2006.

LYBÆK, R., ANDERSEN, J. Enhancing the sustainable development contribution of future CDM projects in Asia. **Progress in Industrial Ecology - An International Journal**, v. 7, n. 1, p. 6-34, 2010.

LYTRAS, M.; VISVIZI, A. Who Uses Smart City Services and What to Make of It: Toward Interdisciplinary Smart Cities Research. **Sustainability**, v. 10, n. 6, p. 1998, 2018.

MA, L.; WANG, L.; WU, K.-J.; TSENG, M.-L. Assessing co-benefit barriers among stakeholders in Chinese construction industry. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 137, p. 101–112, 2018.

MA, Z. F. The effectiveness of Kyoto Protocol and the legal institution for international technology transfer. **The Journal of Technology Transfer**, v. 37, n. 1, p. 75–97, 2010.

MACHADO JUNIOR, C.; RIBEIRO, D. M. N. M.; PEREIRA, R. d. S.; BAZANINI, R. Do Brazilian cities want to become smart or sustainable? **Journal of Cleaner Production**, v. 199, p.214-221, 2018.

MACKE, J.; CASAGRANDE, R. M.; SARATE, J. A. R.; SILVA, K. A. Smart city and quality of life: Citizens' perception in a Brazilian case study. **Journal of Cleaner Production**, v. 182, p. 717–726, 2018.

MADLENER, R.; SUNAK, Y. Impacts of urbanization on urban structures and energy demand: what can we learn for urban energy planning and urbanization management? **Sust. Cities Soc.** v. 1, n. 1, p. 45–53, 2011.

MAKAREWICZ-MARCINKIEWICZ, A. Strategies Against Technological Exclusion. The Contribution of the Sustainable Development Concept to the Process of Economic Inclusion of Developing Countries. **Problemy Ekorozwoju - Problems of Sustainable Development**, v. 8, n. 2, p. 67-74, 2013.

MANYUCHI, A. E. Outward foreign direct investment from South Africa's energy sector and the transfer of environmentally sound technologies to Uganda's energy sector. **African Journal of Science, Technology, Innovation and Development**, v. 9, n. 3, p. 303–314, 2017.

MARSAL-LLACUNA, M. L.; COLOMER-LLINÀS, J.; MELÉNDEZ-FRIGOLA, J. Lessons in urban monitoring taken from sustainable and livable cities to better address the *Smart Cities* initiative. **Technological Forecasting And Social Change**, v. 90, p.611-622, 2015.

MARTIN, C. J.; EVANS, J.; KARVONEN, A. Smart and sustainable? Five tensions in the visions and practices of the smart-sustainable city in Europe and North America. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 133, p. 269–278, 2018.

MARTIN, C.; EVANS, J.; KARVONEN, A.; PASKALEVA, K.; YANG, D.; LINJORDET, T. Smart-sustainability: A new urban fix? **Sustainable Cities and Society**, v. 45, p. 640-648, 2019.

MASKUS, K. E. (2003). **Encouraging International Technology Transfer. Intellectual Property Rights and Sustainable Development**. ICTSD, UNCAD, 2014.

MAYANGSARI, L.; NOVANI, S. Multi-stakeholder co-creation Analysis in Smart city Management: An Experience from Bandung, Indonesia. **Procedia Manufacturing**, v. 4, p. 315–321, 2015.

MEHTA, C.; SHANKAR, U.; BANDOPADHYAY, T. K. Low Carbon Technologies for Our Cities of Future: Examining Mechanisms for Successful Transfer and Diffusion. **India Quarterly**, v. 72, n. 4, p. 410–422, 2016.

MICKWITZ, P.; HYVÄTTINEN, H.; KIVIMAA, P. The role of policy instruments in the innovation and diffusion of environmentally friendlier technologies: popular claims versus case study experiences. **Journal of Cleaner Production**, v. 16, n. 1, p. S162–S170, 2008.

MORENO, M. V.; ZAMORA, M. A.; SKARMETA, A. F. User-centric smart buildings for energy sustainable smart cities. **Transactions on Emerging Telecommunications Technologies**, v. 25, n. 1, p. 41–55, 2014.

MORGERA, E.; NTONA, M. Linking small-scale fisheries to international obligations on marine technology transfer. **Marine Policy**, v. 93, p. 295–306, 2018. doi:10.1016/j.marpol.2017.07.021

MORI, K.; YAMASHITA, T. Methodological framework of sustainability assessment in City Sustainability Index (CSI): A concept of constraint and maximisation indicators. **Habitat International**, v. 45, p.10-14, 2015.

MOSESON, A. J.; LAMA, L.; TANGORRA, J. Development by Technology Seeding. **Journal of International Development**, v. 27, n. 4, p. 489–503, 2012.

MOZURIUNAITE, S. The role of landscape design in Smart Cities. **Scientific Journal of Latvia University of Life Sciences and Technologies Landscape Architecture and Art**, v. 13, n. 13, p. 49-55, 2018.

MULAMULA, G.; AMADI-ECHENDU, J. An examination of the potential links between ICT technology transfer and sustainable development. **International Journal of Technology Management & Sustainable Development**, v. 16, n. 2, p. 119-139, 2017.

MULLER, A. How to make the clean development mechanism sustainable - The potential of rent extraction. **Energy Policy**, v. 35, n. 6, p. 3203–3212, 2007.

MULLER, M.F.; ESMANIOTO, F.; HUBER, N.; LOURES, E.R.; JUNIOR, O.C. A Systematic Literature Review of Interoperability in the Green Building Information Modeling Lifecycle. **Journal of Cleaner Production**, v. 223, p. 397–412, 2019.

NASRI, E.; PEGELS, G.; MOSTOFINEJAD, D.; CHINI, A. International Transfer of CAD/CAM Construction Technologies: Case Study of a German–Iranian Partnership. **International Journal of Construction Management**, v. 10, n. 2, p. 71–92, 2010.

NEIROTTI, P.; MARCO, A.D.; CAGLIANO, A.C.; MANGANO, G.; SCORRANO, F. Current trends in *Smart City* initiatives: Some stylised facts. **Cities**, v. 38, p.25-36, 2014.

NHAMO, G. REDD+ and the global climate policy negotiating regimes: Challenges and opportunities for Africa. **South African Journal of International Affairs**, v. 18, n. 3, p. 385–406, 2011.

O'BRIEN, G.; O'KEEFE, P.; ROSE, J. Energy, poverty and governance. **International Journal of Environmental Studies**, v. 64, n. 5, p. 605-616, 2007.

OSABUTEY, E. L. C; JIN, Z. Factors influencing technology and knowledge transfer: Configurational recipes for Sub-Saharan Africa. **Journal Of Business Research**, v. 69, n. 11, p.5390-5395, 2016.

OSUNYOMI, B. D.; REDLICH, T.; WULFSBERG, J. P. Could open source ecology and open source appropriate technology be used as a roadmap from technology colony? **International Journal of Technological Learning, Innovation and Development**, v. 8, n. 3, p. 265, 2016.

PAGANI, R. N. **Modelo de transferência de conhecimento e tecnologia entre universidades parceiras na mobilidade acadêmica internacional**. 279 f. 2016. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil, 2016.

PAGANI, R. N.; ZAMMAR, G.; KOVALESKI, J. L.; RESENDE, L. M. Technology transfer models: typology and a generic model. **International Journal of Technology Transfer and commercialisation**, v. 14, n. 1, p. 20, 2016.

PAGANI, R.N.; KOVALESKI, J.L.; RESENDE, L.M. Tics na composição da methodi ordinatio: construção de portfólio bibliográfico sobre modelos de Transferência de Tecnologia. **Ciência da Informação**, v. 46, n. 2, 2017.

PAGANI, R.N.; KOVALESKI, J.L.; RESENDE, L.M. Methodi Ordinatio: a proposed methodology to select and rank relevant scientific papers encompassing the impact factor, number of citation, and year of publication, **Scientometrics**, v. 105, n. 3, p. 2109-2135, 2015.

PAGANI, R. N.; SOARES, A. M.; da LUZ, A. A.; ZAMMAR, G.; KOVALESKI, J. L. On Smart Cities and Sustainable Development Goals. In: CONGRESSO LATINOIBEROAMERICANA DE GESTÃO DE TECNOLOGIA (ALTEC), 18., 2019, Medellín. **Anais ... Medellín**: 2019.

PARNPHUMESUP, P.; KERR, S. A. Stakeholder preferences towards the sustainable development of CDM projects: Lessons from biomass (rice husk) CDM project in Thailand. **Energy Policy**, v. 39, n. 6, p. 3591–3601, 2011.

PASKALEVA, K. A. The smart city: A news for open innovation? **Intelligent Buildings International**, v. 3, n. 3, p. 153–171, 2011.

PASKALEVA, K.; EVANS, J.; MARTIN, C.; LINJORDET, T.; YANG, D.; KARVONEN, A. Data Governance in the Sustainable Smart City. **Informatics**, v. 4, n. 4, p. 41, 2017.

PAULSSON, E. A review of the CDM literature: from fine-tuning to critical scrutiny? **International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics**, v. 9, n. 1, p. 63–80, 2009.

PAVITT, K. Patent Statistics as Indicators of Innovative Activities: Possibilities and Problems. **Scientometrics**, v. 7, p. 77–99, 1985.

PEARCE, J.; ALBRITTON, S.; GRANT, G.; STEED, G.; ZELENKA, I. A New Model for Enabling Innovation in Appropriate Technology for Sustainable Development. **Sustainability: Science, Practice, and Policy**, v. 8, p. 42-53, 2012.

PÉREZ-DELHOYO, R.; GARCÍA-MAYOR, C.; MORA, H.; GILART-IGLESIAS, V.; ANDÚJAR-MONTOYA, M. D. Improving urban accessibility: A methodology for urban dynamics analysis in smart, sustainable and inclusive cities. **International Journal of Sustainable Development and Planning**, v. 12, n. 3, p. 357-367, 2017.

PICATOSTE, J.; PÉREZ-ORTIZ, L.; RUESGA-BENITO, S. M.; NOVO-CORTI, I. Smart cities for wellbeing: youth employment and their skills on computers. **Journal of Science and Technology Policy Management**, v. 9, n. 2, p. 227–241, 2018.

PINARD, M. I. Need for Effective Technology Transfer to Ensure Sustainability of Otta Seal. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, v. 2349, n. 1, p. 129–135, 2013.

PINTO, M. M. A.; KOVALESKI, J. L.; YOSHINO, R. T.; PAGANI, R. N. Knowledge and Technology Transfer Influencing the Process of Innovation in Green Supply Chain Management: A Multicriteria Model Based on the DEMATEL Method. **Sustainability**, v. 11, n. 12, p. 3485, 2019.

POLETTI, A.; TREVILLE, A. Nano and microsensors: real time monitoring for the smart and sustainable city. **Chemical Engineering Transactions**, v. 47, p. 1-6, 2016.

POPP, D. International Technology Transfer, Climate Change, and the Clean Development Mechanism. **Review of Environmental Economics and Policy**, v. 5, n. 1, p. 131–152, 2011.

PRAHARAJ, S.; HAN, J. H.; HAWKEN, S. Towards the right model of smart city governance in India. **International Journal of Sustainable Development and Planning**, v. 13, n. 2, p. 171-186, 2018.

RADOSEVIC, S. **International Technology Transfer and Catch-up in Economic Development**. Nothampton, MA: Edward Edgar Publishing, 1999.

RAVINDRANATH, N. H.; BALACHANDRA, P. Sustainable bioenergy for India: Technical, economic and policy analysis. **Energy**, v. 34, n. 8, p. 1003–1013, 2009.

REDDY, N. M.; ZHAO, L. International technology transfer: A review. **Research Policy**, v. 19, n. 4, p. 285–307, 1990.

RIZZON, F.; BERTELLI, J.; MATTE, J.; GRAEBIN, R. E.; MACKE, J. Smart City: um conceito em construção. **Revista Metropolitana de Sustentabilidade**, v. 7, n. 3, p. 123-142, 2017.

ROCHON, G. L.; NIYODI, D.; FALL, S.; QUANSAH, J. E.; BIEHL, L.; ARAYA, B.; MARINGANTI, C.; VALCARCEL, A. T.; RAKOTOMALALA, L.; ROCHON, H. S.; MBONGO, B. H.; THIAM, T. Best management practices for corporate, academic and governmental transfer of sustainable technologies to developing countries. **Clean Technologies and Environmental Policy**, v. 12, n. 1, p. 19–30, 2009.

ROGERS, E. M.; TAKEGAMI, S.; YIN, J. Lessons learned about technology transfer. **Technovation**, v. 21, n. 4, p.253-261, 2001.

SÁBATO, J.; BOTANA, N. La ciência e la tecnología en el desarrollo futuro de América Latina. **Revista de la Integración**, v. 1, n. 2, p. 15-36, 1968.

SAKURAI, M.; KOKURYO, J. Fujisawa sustainable smart town: Panasonic's challenge in building a sustainable society. **Communications of the Association for Information Systems**, v. 42, p. 508-525, 2018.

SALAHALDEEN A. Developing countries and technology transfer, **Int. J. of Technology Management**. v. 10, n. 7-8, p.704-713, 1995.

SÁNCHEZ, L.; ELICEGUI, I.; CUESTA, J.; MUÑOZ, L.; LANZA, J. Integration of Utilities Infrastructures in a Future Internet Enabled Smart City Framework. **Sensors**, v. 13, n. 11, p. 14438–14465, 2013.

SÁNCHEZ-CORCUERA, R. *et al.* Smart Cities survey: Technologies, application domains and challenges for the cities of the future. **International Journal Of Distributed Sensor Networks**, v. 15, n. 6, 2019.

SARKODIE, S. A.; STREZOV, V. Effect of foreign direct investments, economic development and energy consumption on greenhouse gas emissions in developing countries. **Science of The Total Environment**, v. 646, p. 862–871, 2019.

SARR, M.; SWANSON, T. Will Technological Change Save the World? The Rebound Effect in International Transfers of Technology. **Environmental and Resource Economics**, v. 66, p. 577–604, 2017.

SHAH, M. M. Sustainable Development. **Encyclopedia of Ecology**, p. 3443–3446, 2008.

SHAH, P. J.; ANAGNOSTOPOULOS, T.; ZASLAVSKY, A.; BEHDAD, S. A stochastic optimization framework for planning of waste collection and value recovery operations in smart and sustainable cities. **Waste Management**, v. 78, p. 104–114, 2018.

SHAO, G.; LI, F.; TANG, L. Multidisciplinary perspectives on sustainable development. **International Journal of Sustainable Development & World Ecology**, v. 18, n. 3, p. 187–189, 2011.

SHARMA, P. K.; PARK, J. H. Blockchain based hybrid network architecture for the smart city. **Future Generation Computer Systems**, v. 86, p. 650–655, 2018.

SHI, Q.; LAI, X. Identifying the underpin of green and low carbon technology innovation research: A literature review from 1994 to 2010. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 80, n. 5, p. 839–864, 2013.

SHICHIYAKH, R. A.; KLYUCHNIKOV, D. A.; BALASHOVA, S. P.; NOVOSELOV, S. N.; NOVOSYOLOVA, N. N. Smart city as the basic construct of the socio-economic development of territories. **International Journal of Economics and Financial Issues**, v. 6, n. 1S, p. 157–162, 2016.

SHRIVASTAVA, P. The Role of Corporations in Achieving Ecological Sustainability. **The Academy of Management Review**, v. 20, n. 4, p. 936, 1995.

SHUKLA, P. R.; DHAR, S.; FUJINO, J. Renewable energy and low carbon economy transition in India. *Journal of Renewable and Sustainable Energy*, v. 2, n. 3, p. 031005, 2010.

SILVA JR, A. C.; ANDRADE, J. C. S.; LEO, E. B. S.; WU, D. D. Sustainable Development and Cleaner Technology in Brazilian Energy CDM Projects: Consideration of Risks. **Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal**, v. 19, n. 5, p. 1338–1358, 2013.

Da SILVA, V. L.; KOVALESKI, J. L.; PAGANI, R. N. Technology transfer in the supply chain oriented to industry 4.0: a literature review. **Technology Analysis & Strategic Management**, v. 31, n. 5, p.546–562, 2018.

SOUDER, WM. E.; NASHAR, A. S.; PADMANABHAN, V. A guide to the best technology-transfer practices. **The Journal of Technology Transfer**, v. 15, n. 1–2, p.5–16, 1990.

SOUTTER, M.; ALEXANDRESCU, M.; SCHENK, C.; DROBOT, R. Adapting a geographical information system-based water resource management to the needs of the Romanian water authorities. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 16, n. 1, p. 33–41, 2008.

SOUZA, J. T.; FRANCISCO, A. C.; PIEKARSKI, C. M.; PRADO, G. F. Data Mining and Machine Learning to Promote Smart Cities: A Systematic Review from 2000 to 2018. **Sustainability**, v. 11, n. 4, p. 1077, 2019.

SPALDING-FECHER, R.; WINKLER, H.; MWAKASONDA, S. Energy and the World Summit on Sustainable Development: what next? **Energy Policy**, v. 33, n. 1, p. 99–112, 2005.

STA, H. B. Quality and the efficiency of data in “Smart-Cities.” **Future Generation Computer Systems**, v. 74, p. 409–416, 2017.

STABLES, A. The unsustainability imperative? Problems with “sustainability” and “sustainable development” as regulative ideals. **Environmental Education Research**, v. 19, n. 2, p. 177-186, 2013.

STAMBOULI, A. B. Algerian renewable energy assessment: The challenge of sustainability. **Energy Policy**, v. 39, n. 8, p. 4507-4519, 2011.

STAMBOULI, A. B.; KHIAT, Z.; FLAZI, S.; TANEMOTO, H.; NAKAJIMA, M.; ISODA, H.; YOKOYAMA, F.; HANNACHI, S.; KUROKAWA, K.; SHIMIZU, M.; KOINUMA, H.; YASSAA, N. Trends and challenges of sustainable energy and water research in North Africa: Sahara solar breeder concerns at the intersection of energy/water. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 30, p. 912–922, 2014.

STRATIGEA, A.; PAPADOPOULOU, C.-A.; PANAGIOTOPOULOU, M. Tools and Technologies for Planning the Development of Smart Cities. **Journal of Urban Technology**, v. 22, n. 2, p. 43–62, 2015.

TEECE, D. J. Technology Transfer by Multinational Firms: The Resource Cost of Transferring Technological Know-How. **The Economic Journal**, v. 87, n. 346, p. 242, 1977.

TENG, F.; ZHANG, X. Clean development mechanism practice in China: Current status and possibilities for future regime. **Energy**, v. 35, n. 11, p. 4328–4335, 2010.

TIHANYI, L.; ROATH, A. S. Technology transfer and institutional development in Central and Eastern Europe. **Journal Of World Business**, v. 37, n. 3, p.188-198, 2002.

TNA (Technology Needs Assessments). **Enhancing Implementation of Technology Needs Assessments: Guidance for Preparing a Technology Action Plan**, 2017. Disponível em:
https://unfccc.int/ttclear/misc_/StaticFiles/gnwoerk_static/TNR_HAB/33b283a23cec4

42abf8c04e734bc545a/bbd4572425c84815834512ebddf13964.pdf. Acesso em: 15 Mar. 2019.

TORVANGER, A.; SHRIVASTAVA, M. K.; PANDEY, N.; TØRNBLAD, S. H. A two-track CDM: improved incentives for sustainable development and offset production. **Climate Policy**, v. 13, n. 4, p. 471–489, 2013.

TRANFIELD, D.; DENYER, D.; SMART, P. Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review. **British Journal of Management**, v. 14, n. 3, p. 207–222, 2003.

TRENCHER, G.; YARIME, M.; MCCORMICK, K. B.; DOLL, C. N. H.; KRAINES, S. B. Beyond the third mission: Exploring the emerging university function of co-creation for sustainability. **Science and Public Policy**, v. 41, n. 2, p. 151–179, 2013.

TRIVELLATO, B. How can “smart” also be socially sustainable? Insights from the case of Milan. **European Urban and Regional Studies**, v. 24, n. 4, p. 337–351, 2017.

TSCHIGGERL, K.; WOLF, P. Innovative CP networks: the case of the ÖKOPROFIT® network promoting innovative clean production solutions for 20 years. **Clean Technologies and Environmental Policy**, v. 14, n. 6, p. 1029–1035, 2012.

TVARONAVIČIENĖ, M.; ČERNEVIČIŪTĖ, J. Technology transfer phenomenon and its impact on sustainable development. **Journal of Security and Sustainability Issues**. v. 5, p. 87-97, 2015.

UDDIN, N.; BLOMMERDE, M.; TAPLIN, R.; LAURANCE, D. Sustainable development outcomes of coal mine methane clean development mechanism Projects in China. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 45, p. 1–9, 2015.

UN (United Nations). **World Urbanization Prospects: The 2014 Revision**, 2014. Disponível em: <https://www.un.org/en/development/desa/publications/2014-revision-world-urbanization-prospects.html>. Acesso em: 15 Jan. 2019.

UN (United Nations). **Sustainable Development Goals**, 2015. Disponível em: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/>. Acesso em: 15 Jan. 2019.

UN (United Nations). **World Urbanization Prospects: The 2018 Revision**. Department of Economic and Social Affairs, Population Division, 2018. Disponível em: (<https://population.un.org/wup/Country-Profiles/>). Acesso em: 20 Jan. 2019.

UN (United Nations). **Promote Sustainable Development**, 2019. Disponível em: <https://www.un.org/en/sections/what-we-do/promote-sustainable-Development/index.html>. Acesso em: 21 Jan. 2019.

UN (United Nations). **Conferences. Sustainable development Goals. Knowledge Platform**, 2019b. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/conferences>

UNCED (United Nations Conference on Environment and Development). **Agenda 21**. New York, 1992. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/Agenda21.pdf>. Acesso em: 21 Jan. 2019.

UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization). **From green economies to green societies**: UNESCO's commitment to sustainable development, 2011. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002133/213311e.pdf>. Acesso em: 27 Jan. 2019.

URBAN, F.; SICILIANO, G.; SOUR, K.; LONN, P. D.; TAN-MULLINS, M.; MANG, G. South-South Technology Transfer of Low-Carbon Innovation: Large Chinese Hydropower Dams in Cambodia. **Sustainable Development**, v. 23, n. 4, p. 232–244, 2015.

VAC, C.S.; FITIU, A. Building sustainable development through technology transfer in a romanian university. **Sustainability**, v. 9, n. 11, p. 2042, 2017.

VADGAMA, C. V.; KHUTWAD, A.; DAMLE, M.; PATIL, S. Smart funding options for developing smart cities: A proposal for India. **Indian Journal of Science and Technology**, v. 8, n. 34, 2015.

VAN DEN BUUSE, D.; KOLK, A. An eploration of smart city approaches by international ICT firms. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 142, p. 220-234, 2019.

VAN DER GAAST, W.; BEGG, K.; FLAMOS, A. Promoting sustainable energy technology transfers to developing countries through the CDM. **Applied Energy**, v. 86, n. 2, p. 230–236, 2009.

VERDOLINI, E.; BOSETTI, V. Environmental Policy and the International Diffusion of Cleaner Energy Technologies. **Environmental and Resource Economics**, v. 66, n. 3, p. 497–536, 2017.

VISVIZI, A.; LYTRAS, M. D. Rescaling and refocusing smart cities research: from mega cities to smart villages. **Journal of Science and Technology Policy Management**, v. 9, n. 2, p. 134–145, 2018.

WANG, C. L. No-self, natural sustainability and education for sustainable development. **Educational Philosophy and Theory**, v. 49, n. 5, p. 550–561, 2017.

WASWA, P. M. B.; JUMA, C. Establishing a space sector for sustainable development in Kenya. **International Journal of Technology and Globalisation**, v. 6, n. 1/2, p. 152-169, 2012.

WCED (World Commission on Environment and Development). **Our common future**. Oxford: Oxford University Press, 1987.

WINEBRAKE, J. J. A study of technology-transfer mechanisms for federally funded R&D. **The Journal of Technology Transfer**, v. 17, n. 4, p. 54–61, 1992.

WONG, C. A framework for “City Prosperity Index”: Linking indicators, analysis and policy. **Habitat International**, v. 45, p. 3–9, 2015.

XUE, K. A study on upgrading the level of smart cities construction in Qingdao. **International Journal of Simulation: Systems, Science and Technology**, v. 17, n. 37, p. 3.1-3.4, 2016.

YANG, B.; XU, T.; SHI, L. Analysis on sustainable urban development levels and trends in China's cities. **Journal of Cleaner Production**, v. 141, p.868-880, 2017.

YIGITCANLAR, T. Smart cities: an effective urban development and management model? **Australian Planner**, v. 52, n. 1, p. 27–34, 2015.

YIGITCANLAR, T.; KAMRUZZAMAN, M.; BUYS, L.; IOPPOLO, G.; SABATINI-MARQUES, J.; DA COSTA, E. M.; YUN, J. J. Understanding “smart cities”: Intertwining development drivers with desired outcomes in a multidimensional framework. **Cities**, v.81, p. 145-160, 2018.

YIGITCANLAR, T.; KAMRUZZAMAN, M.; FOTH, M.; SABATINI, J.; DA COSTA, E.; IOPPOLO, G. Can cities become smart w-ithout being sustainable? A systematic review of the literature. **Sustainable Cities and Society**, v. 45, p. 348-365, 2018.

YOON, W.; HYUN, E. How relevant and useful is the concept of national systems of innovation? **Journal of Technology Management & Innovation**, v. 4, n. 3, p.1–13, 2009.

YOON, W; HAN, Sangwook. Does the potential for developing new technology lead to successful technology transfer commercialisation? The case of public R&D outputs in Korea. **International Journal Of Management Practice**, v. 10, n. 1, p.93, 2017.

ZAWIESKA, J.; PIERIEGUD, J. Smart city as a tool for sustainable mobility and transport decarbonisation. **Transport Policy**, v. 63, p. 39–50, 2018.

ZHANG, J.; XIE, H.; LI, H. Positioning and priorities of growth management in construction industrialization: Chinese firm-level empirical research. **Sustainability**, v, 9, n. 7, p. 1105, 2017.

ZHANG, X. Sustainable urbanization: a bi-dimensional matrix model. **Journal of Cleaner Production**, v. 134, p. 425-433, 2016.

ZHU, Y.; ZUO, J. Research on security construction of smart city. **International Journal of Smart Home**, v. 9, n. 8, p. 197-204, 2015.

APÊNDICE A - PORTFÓLIO DE ARTIGOS ORDENADOS

Tabela 5: Portfólio de artigos ordenados resultantes da Combinação 1

COMBINAÇÃO 1 ("Technolog* transfer*" AND "Sustainab* development")				
TÍTULO	CI	FI	InOrdinatio	
The role of corporations in achieving ecological sustainability	1885	10,632	1745,01	
Beyond the third mission: Exploring the emerging university function of co-creation for sustainability	221	1,575	271,00	
Limits to leapfrogging in energy technologies? Evidence from the Chinese automobile industry	223	4,880	193,00	
A review of the CDM literature: from fine-tuning to critical scrutiny?	174	2,312	174,00	
International Technology Transfer, Climate Change, and the Clean Development Mechanism	118	6,649	138,01	
Effect of foreign direct investments, economic development and energy consumption on greenhouse gas emissions in developing countries	34	5,589	134,01	
Sustainable bioenergy for India: Technical, economic and policy analysis	132	5,537	132,01	
The role of policy instruments in the innovation and diffusion of environmentally friendlier technologies: popular claims versus case study experiences	122	6,395	112,01	
Promoting sustainable energy technology transfers to developing countries through the CDM	110	8,426	110,01	
Sustainable development through technology transfer networks: Case of Lithuania	40	0,491	100,00	
How to make the clean development mechanism sustainable - The potential of rent extraction	117	4,880	97,00	
Renewable electrification and local capability formation: Linkages and interactive learning	5	4,880	95,00	
Linking small-scale fisheries to international obligations on marine technology transfer	5	2,865	95,00	
Technology transfer phenomenon and its impact on sustainable development	34	0,491	94,00	
Offshore wind energy development in China: Current status and future perspective	72	10,556	92,01	
Assessing co-benefit barriers among stakeholders in Chinese construction industry	2	7,044	92,01	
Sustainability of University Technology Transfer: Mediating Effect of Inventor's Technology Service	2	2,592	92,00	
Technology Transfer in Digital Era: Legal Environment	2	0	92,00	
Sustainable forest bioenergy development strategies in Indochina: Collaborative effort to establish regional policies	1	2,116	91,00	
Influence of technology transfer on performance and sustainability of standard gauge railway in developing countries	1	1,67	91,00	
Sustainable development as successful technology transfer: Empowerment through teaching, learning, and using digital participatory mapping techniques in Mazvihwa, Zimbabwe	0	0,626	90,00	
Grasping climate technology transfer: A brief discussion on Indian practice	0	0,140	90,00	
Environmental-related patent technology transfer effectiveness A comparison between Portugal and Australia using OECD data	0	0	90,00	
Building Sustainable Development through Technology Transfer in a Romanian University	8	2,592	88,00	
Science and technology in the framework of the sustainable development goals	8	0	88,00	
South-South Technology Transfer of Low-Carbon Innovation: Large Chinese Hydropower Dams in Cambodia	27	3,821	87,00	
Environmental Policy and the International Diffusion of Cleaner Energy Technologies	7	2,154	87,00	
Algerian renewable energy assessment: The challenge of sustainability	66	4,880	86,00	
Global assessment of technological innovation for climate change adaptation and mitigation in developing world	26	4,865	86,00	
Low-carbon innovation and technology transfer in latecomer countries: Insights from solar PV in the clean development mechanism	16	3,815	86,00	
Technology transfer through climate change: Setting a sustainable energy pattern	75	10,556	85,01	
Examining perspectives and dimensions of clean development mechanism A critical assessment vis-a-vis developing and least developed countries	4	0,239	84,00	
Positioning and priorities of growth management in construction industrialization: Chinese firm-level empirical research	3	2,592	83,00	
Protecting the Malacca and Singapore Straits from Ships' Atmospheric Emissions through the Implementation of MARPOL Annex VI	2	0,6	82,00	
An examination of the potential links between ict technology transfer and sustainable development	2	0,158	82,00	
Will Technological Change Save the World? The Rebound Effect in International Transfers of Technology	1	2,154	81,00	
Barriers to technology transfer: A total interpretative structural model approach	1	0,228	81,00	
Outward foreign direct investment from South Africa's energy sector and the transfer of environmentally sound technologies to Uganda's energy sector	1	0,168	81,00	
Sustainable development outcomes of coal mine methane clean development mechanism Projects in China	20	10,556	80,01	
Renewable energy partnerships in development cooperation: Towards a relational understanding of technical assistance	18	4,880	78,00	
Technology complexity, technology transfer mechanisms and sustainable development	28	3,307	78,00	
Municipal energy policy constitution and integration process to establish sustainable	7	6,395	77,01	

COMBINAÇÃO 1 ("Technolog* transfer*" AND "Sustainab* development")			
TÍTULO	CI	FI	InOrdinatio
energy systems - a case of the Slovenian municipality			
Identifying the underpin of green and low carbon technology innovation research: A literature review from 1994 to 2010	36	3,815	76,00
Achieving the sustainable development goals: a case study of the complexity of water quality health risks in Malawi	6	1,828	76,00
Shaping changes through participatory processes: Local development and renewable energy in rural habitats	15	10,556	75,01
A new model for enabling innovation in appropriate technology for sustainable development	45	0,359	75,00
A Holistic Approach for Addressing the Issue of Effective Technology Transfer in the Frame of Climate Change	4	2,707	74,00
Could open source ecology and open source appropriate technology be used as a roadmap from technology colony?	3	0,193	73,00
Trends and challenges of sustainable energy and water research in North Africa: Sahara solar breeder concerns at the intersection of energy/water	22	10,556	72,01
Low Carbon Technologies for Our Cities of Future: Examining Mechanisms for Successful Transfer and Diffusion	1	0,131	71,00
An overview of Italian participation in afforestation and reforestation projects under the Clean Development Mechanism	0	1,419	70,00
RES technology transfer within the new climate regime: A "helicopter" view under the CDM	65	10,556	65,01
North-South partnerships for sustainable energy: Knowledge-power relations in development assistance for renewable energy	5	3,307	65,00
Developing countries' energy needs and priorities under a sustainable development perspective: A linguistic decision support approach	53	3,307	63,00
The Means of Implementation and the Global Partnership for Sustainable Development: What's in it for Emerging Economies?	3	0,2	63,00
The war on climate change: Ushering in sustainable development to VDCs through a technical capacity-building facility	0	0,153	60,00
Technological Innovation and Developmental Strategies for Sustainable Management of Aquatic Resources in Developing Countries	8	2,376	58,00
Research universities, technology transfer, and job creation: what infrastructure, for what training?	17	2,854	57,00
Analysis of the partnership network in the clean development mechanism	15	4,880	55,00
Technology transfer of hand pumps in rural communities of Swaziland: Towards sustainable project life cycle management	15	1,67	55,00
Determining factors in process of socio-technical adequacy of renewable energy in Andean Communities of Salta, Argentina	14	10,556	54,01
A two-track CDM: improved incentives for sustainable development and offset production	14	4,797	54,00
Technology and innovation for a green economy	14	2,125	54,00
Systems analyses and the sustainable transfer of renewable energy technologies: A focus on remote areas of Africa	53	5,439	53,01
Explaining differences in sub-national patterns of clean technology transfer to China and India	3	2,312	53,00
Stakeholder preferences towards the sustainable development of CDM projects: Lessons from biomass (rice husk) CDM project in Thailand	30	4,880	50,00
External sources of clean technology: Evidence from the Clean Development Mechanism	10	1,763	50,00
The clean development mechanism-catalyst for wide spread deployment of renewable energy technologies? or misnomer?	40	1,676	50,00
A comparative analysis of the 'development dividend' of Clean Development Mechanism projects in six host countries	38	2,471	48,00
Regional innovation systems and sustainability - Selected examples of international discussion	97	5,250	47,01
Promoting renewables in the energy sector of Tajikistan	16	5,439	46,01
Clean development mechanism practice in China: Current status and possibilities for future regime	34	5,537	44,01
Sustainable Development and Cleaner Technology in Brazilian Energy CDM Projects: Consideration of Risks	4	2,012	44,00
National policy and SMEs in technology transfer: the case of Israel	3	4,797	43,00
Strategies Against Technological Exclusion. The Contribution of the Sustainable Development Concept to the Process of Economic Inclusion of Developing Countries	3	0,577	43,00
Need for effective technology transfer to ensure sustainability of otta seal	2	0,748	42,00
Low Carbon Growth: An Indian Perspective on Sustainability and Technology Transfer	22	0,577	42,00
Waste disposal technology transfer matching requirement clusters for waste disposal facilities in China	11	5,431	41,01
Energy and the World Summit on Sustainable Development: what next?	81	4,880	41,00
The effectiveness of Kyoto Protocol and the legal institution for international technology transfer	10	4,037	40,00

COMBINAÇÃO 1 ("Technolog* transfer*" AND "Sustainab* development")			
TÍTULO	CI	FI	InOrdinatio
Realising Rio principles through sustainable energy solutions: Application of small hydropower (SHP) in China and other developing countries	0	0,158	40,00
EU-MENA energy technology transfer under the CDM: Israel as a frontrunner?	28	4,880	38,00
Carbon market and technology transfer: statistical analysis for exploring implications	6	2,811	36,00
Renewable energy and low carbon economy transition in India	26	1,511	36,00
DEVELOPMENT BY TECHNOLOGY SEEDING	5	1,027	35,00
REDD + and the global climate policy negotiating regimes: Challenges and opportunities for Africa	15	0,3	35,00
Establishing a space sector for sustainable development in Kenya	5	0,185	35,00
Innovative CP networks: The case of the Ö KOPROFIT® network promoting innovative clean production solutions for 20 years	4	2,277	34,00
Climate change resilience and technology transfer: The role of intellectual property	12	0,178	32,00
Technology transfer insights for new climate regime	19	1,676	29,00
Innovation and its potential in the context of the ecological component of sustainable development	8	1,745	28,00
Bioenergy Options in the Industrialized and Developing World and Opportunities for the Clean Development Mechanism	14	1,302	24,00
CDM sustainable technology transfer grounded in participatory in-country processes in Israel	3	0,192	23,00
Best management practices for corporate, academic and governmental transfer of sustainable technologies to developing countries	12	2,277	22,00
Improving the clean development mechanism with sustainability-rating and rewarding system	10	0,158	20,00
Capacity building in emerging space nations: Experiences, challenges and benefits	9	1,746	19,00
Adapting a geographical information system-based water resource management to the needs of the Romanian water authorities	16	2,914	16,00
A decision support approach for the sustainable transfer of energy technologies under the Kyoto Protocol	25	0,162	15,00
Energy, poverty and governance	33	0,227	13,00
Enhancing the sustainable development contribution of future CDM projects in Asia	2	0,158	12,00
The Montreal Protocol's multilateral fund and sustainable development	41	4,281	11,00
The Contribution of UBT for the sustainable development of Kosova	1	0,298	11,00
Facilitating sustainable development in Chile: a survey of suitable energy technologies	10	2,811	10,00
International transfer of CAD/CAM construction technologies: Case study of a German-Iranian partnership	0	0,581	10,00
Shaping sustainable development strategies in Chile through CDM	8	0,92	8,00
Review of the 2008 UNFCCC meeting in Poznan	6	4,880	6,00
An integrated strategy for urban Air Quality Management in India	3	0,69	3,00

Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Tabela 6: Portfólio de artigos ordenados resultantes da Combinação 2

COMBINAÇÃO 2 ("Technolog* transfer*" AND "Sustainab* development" AND "Smart cit**")			
TÍTULO	CI	FI	InOrdinatio
Who Uses <i>Smart City</i> Services and What to Make of It: Toward Interdisciplinary <i>Smart Cities</i> Research	51	2,592	141,00

Fonte: Elaborado pela autora (2020))

Tabela 7: Portfólio de artigos ordenados resultantes da Combinação 3

COMBINAÇÃO 3 ("Technolog*" AND "Sustainab* development" AND "Smart cit**")			
TÍTULO	CI	FI	InOrdinatio
Towards an effective framework for building <i>Smart Cities</i> : Lessons from Seoul and San Francisco	370	3,815	420,00382
Definition methodology for the <i>Smart Cities</i> model	336	5,537	366,00554
What are the differences between sustainable and <i>Smart Cities</i> ?	269	3,853	349,00385
Smart sustainable cities of the future: An extensive interdisciplinary literature review	194	4,624	274,00462
<i>Smart Cities</i> in the new service economy: Building platforms for smart services	182	0,168	232,00017
The <i>Smart City</i> : A news for open innovation?	163	0,48	183,00048
The IoT for smart sustainable cities of the future: An analytical framework for sensor-based	61	4,624	151,00462

COMBINAÇÃO 3 ("Technolog*" AND "Sustainab* development" AND "Smart citit**")			
TÍTULO	CI	FI	InOrdinatio
big data applications for environmental sustainability			
Tools and Technologies for Planning the Development of <i>Smart Cities</i>	75	2,25	135,00225
<i>Smart City</i> or smart citizens? The Barcelona case	75	0,406	135,00041
Understanding ' <i>Smart Cities</i> ': Intertwining development drivers with desired outcomes in a multidimensional framework	40	3,853	130,00385
Rescaling and refocusing <i>Smart Cities</i> research: from mega cities to smart villages	38	0,305	128,00031
Smart and sustainable? Five tensions in the visions and practices of the smart-sustainable city in Europe and North America	36	3,815	126,00382
Enhancing sustainable urban development through <i>Smart City</i> applications	31	0,305	121,00031
<i>Smart Cities</i> : Advances in research—An information systems perspective	20	5,063	120,00506
Quality and the efficiency of data in "Smart-Cities"	39	5,758	119,00576
<i>Smart Cities</i> : an effective urban development and management model?	58	0,4	118,0004
<i>Smart City</i> as a tool for sustainable mobility and transport decarbonisation	24	3,19	114,00319
Internet of Things-enabled <i>Smart Cities</i> : State-of-the-art and future trends	22	0,724	112,00072
The social effects of eco-innovations in Italian <i>Smart Cities</i>	21	3,853	111,00385
<i>Smart City</i> and quality of life: Citizens' perception in a Brazilian case study	19	6,395	109,0064
Blockchain based hybrid network architecture for the <i>Smart City</i>	18	5,758	108,00576
On big data, artificial intelligence and <i>Smart Cities</i>	5	3,853	105,00385
Water quality monitoring in <i>Smart City</i> : A pilot project	13	4,032	103,00403
Winning the SDG battle in cities: how an integrated information ecosystem can contribute to the achievement of the 2030 sustainable development goals	23	3,286	103,00329
Smart-sustainability: A new urban fit?	2	4,624	102,00462
An Arabic social media based framework for incidents and events monitoring in <i>Smart Cities</i>	1	6,395	101,0064
Need for Interoperability to Enable Seamless Information Exchanges in Smart and Sustainable Urban Systems	1	2,554	101,00255
Can cities become smart without being sustainable? A systematic review of the literature	10	4,624	100,00462
Data mining and machine learning to promote <i>Smart Cities</i> : A systematic review from 2000 to 2018	0	2,592	100,00259
On the sustainability of smart and smarter cities in the era of big data: an interdisciplinary and transdisciplinary literature review	0	1,124	100,00112
Business model analysis of public services operating in the <i>Smart City</i> ecosystem: The case of SmartSantander	19	5,758	99,005758
A novel Bluetooth low energy based system for spatial exploration in <i>Smart Cities</i>	16	4,292	96,004292
Towards the right model of <i>Smart City</i> governance in India	6	0,221	96,000221
An exploration of <i>Smart City</i> approaches by international ICT firms	4	3,815	94,003815
Modern conceptions of cities as smart and sustainable and their commonalities	4	2,592	94,002592
From measure to guidance: Galactic model and sustainable development planning toward the best <i>Smart City</i>	4	1,165	94,001165
Data Governance in the Sustainable <i>Smart City</i>	13	0	93
A stochastic optimization framework for planning of waste collection and value recovery operations in smart and sustainable cities	2	5,431	92,005431
<i>Smart Cities</i> for wellbeing: youth employment and their skills on computers	2	0,305	92,000305
Planning and open-air demonstrating <i>Smart City</i> sustainable districts	1	2,592	91,002592
Fujisawa sustainable smart town: Panasonic's challenge in building a sustainable society	1	0,574	91,000574
Smart infrastructure by (PPPs) within the concept of <i>Smart Cities</i> to achieve sustainable development	1	0,192	91,000192
<i>Smart City</i> Solutions and Applications in China: Accelerating the Society Developing Harmoniously	0	1,096	90,001096
How to use technology in the service of mankind? Sustainable development in the city	0	0,298	90,000298
Improving urban accessibility: A methodology for urban dynamics analysis in smart, sustainable and inclusive cities	10	0,221	90,000221
The role of landscape design in <i>Smart Cities</i>	0	0,124	90,000124
<i>Smart City</i> Solution for Sustainable Urban Development	9	0	89
User-centric smart buildings for energy sustainable <i>Smart Cities</i>	38	1,258	88,001258
Investigating the role of virtual reality in planning for sustainable <i>Smart Cities</i>	6	2,592	86,002592
How can 'smart' also be socially sustainable? Insights from the case of Milan	14	2,375	84,002375
A multifunctional public lighting infrastructure, design and experimental test	4	0,305	84,000305
<i>Smart City</i> as the basic construct of the socio-economic development of territories	14	0,179	84,000179
<i>Smart Cities</i> : A global perspective	13	0,131	83,000131
<i>Smart City</i> Governance for Sustainable Public Value Generation	1	0	81
Crime prevention through urban design and planning in the <i>Smart City</i> era: The challenge of disseminating CP-UDP in Italy: learning from Europe	9	0,413	79,000413
Multi-stakeholder co-creation Analysis in <i>Smart City</i> Management: An Experience from Bandung, Indonesia	18	0,313	78,000313
Note: The PLEEC project—planning for energy efficient cities	8	0,12	78,00012
Integration of utilities infrastructures in a future internet enabled <i>Smart City</i> framework	36	3,031	76,003031
Conceptual Modeling of the Impact of <i>Smart Cities</i> on Household Energy Consumption	26	1,141	76,001141
Thermal imaging systems for real-time applications in <i>Smart Cities</i>	6	0,249	76,000249
Analysing smartness in European cities: A factor analysis based on resource efficiency, transportation and ICT	6	0,147	76,000147

COMBINAÇÃO 3 ("Technolog*" AND "Sustainab* development" AND "Smart cit**")			
TÍTULO	CI	FI	InOrdinatio
Promoting smartness among local areas in a Southern Italian region: The Smart Basilicata Project	5	1,367	75,001367
Nano and micro-sensors: Real time monitoring for the smart and sustainable city	3	0,273	73,000273
Smart funding options for developing <i>Smart Cities</i> : A proposal for India	12	0,143	72,000143
A European perspective of the development of deep geothermal in urban areas: Smart thermal grids, geothermal integration into <i>Smart Cities</i>	1	0,292	71,000292
Urban lighting project for a small town: Comparing citizens and authority benefits	10	2,592	70,002592
Blue buildings: Decentralized and integrated management of water from 'source-to-source, at source'	0	0,193	70,000193
A study on upgrading the level of <i>Smart Cities</i> construction in Qingdao	0	0,109	70,000109
Urban technology analysis matrix	7	0,358	67,000358
Modeling energy consumption in automated vacuum waste collection systems	16	4,552	66,004552
A resource-efficient and sufficient future mobility system for improved well-being in Europe	6	0,614	66,000614
Research on security construction of <i>Smart City</i>	5	0,126	65,000126
Monterrey envisioned as a <i>Smart City</i> developed through international model examples	0	0,125	50,000125
A decision-support system for smarter city planning and management	24	0,79	44,00079

Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Tabela 8: Portfólio de artigos ordenados resultantes da Combinação 7

COMBINAÇÃO 7 ("Technolog*" AND "Smart sustainable cit**")			
TÍTULO	CI	FI	InOrdinatio
Smart sustainable cities - Exploring ICT solutions for reduced energy use in cities	190	4,552	240,00
On the social shaping dimensions of smart sustainable cities: A study in science, technology, and society	82	4,624	162,00
A foundational framework for smart sustainable city development: Theoretical, disciplinary, and discursive dimensions and their synergies	40	4,624	130,00
The core enabling technologies of big data analytics and context-aware computing for smart sustainable cities: a review and synthesis	38	1,124	118,00
Achieving smart sustainable cities with GeolCT support: The Saudi evolving <i>Smart Cities</i>	28	3,853	108,00
Backcasting in futures studies: a synthesized scholarly and planning approach to strategic smart sustainable city development	11	0,614	101,00
New key performance indicators for a smart sustainable city	30	2,592	100,00
Internet of things and the economics of smart sustainable cities	5	0,205	85,00

Fonte: Elaborado pela autora (2020)

APÊNDICE B – IMPACTOS PARA O TRIPÉ DA SUSTENTABILIDADE

Quadro 13: Impactos para um dos eixos do TBL

CONTEXTO E AUTORES	EIXO ECONÔMICO
Diferença na distribuição de projetos CDM (China e Índia) (Bayer, Urpelainen e Xu, 2014)	Crescimento econômico
Energia Eólica em alto mar na China (Da <i>et al.</i> , 2011)	Uma das tecnologias de energia renovável mais maduras e econômicas; economia de custos
Eliminação de resíduos na China (Dorn <i>et al.</i> , 2012)	Seleção de plantas adequadas pode levar a economias de custos para a China, e negócios adicionais para os provedores de tecnologia
Transferência de Tecnologias da Informação e Comunicação para sustentabilidade (Mulamula e Amadi-Echendu, 2017)	O uso das TICs e os esforços relacionados para construir capacidade de absorção são uma estratégia específica para o desenvolvimento econômico e um pré-requisito para o salto tecnológico dos países menos desenvolvidos
Sustentabilidade dos projetos CDM (Muller, 2007)	Potencial de gerar rendas consideráveis
Ecologia de Código Aberto (OSE) e Tecnologia de Código Aberto (OSAT) (Osunyomi, Redlich e Wulfsberg, 2016)	Criação de valor para o desenvolvimento economicamente sustentável.
CONTEXTO E AUTORES	EIXO SOCIAL
Riscos sanitários da qualidade da água no Malawi (Holm <i>et al.</i> , 2016)	Melhoria na qualidade de vida com a melhora da água
Tecnologias para desenvolvimento sustentável socialmente justo (Moseson, Lama e Tangorra, 2012)	Justiça social
Gestão de recursos hídricos baseado em SIG na Romênia (Soutter <i>et al.</i> , 2009)	Melhoria na qualidade de vida com a melhora da água
Projetos CDM (Torvanger <i>et al.</i> , 2013)	Geração de empregos como resultado direto ou indireto do CDM
CONTEXTO E AUTORES	EIXO AMBIENTAL
Transferência de Tecnologias ambientalmente saudáveis para mitigar mudanças climática (Azam, 2011)	Resiliência às mudanças climáticas
Transferência de tecnologia no combate às mudanças climáticas, e o CDM para tal fim (Índia) (Dasgupta e Taneja, 2011)	Mitigação das mudanças climáticas
Emissões atmosféricas de navios no Malacca e Singapura (George <i>et al.</i> , 2016)	Reduzir a emissão e os limites de emissões dos navios, designar SECAs, NECAs e PMECAs, e proibir as emissões deliberadas de substâncias que empobrecem a camada de ozono

Fonte Elaborado pela autora (2020)

Quadro 14: Impactos para dois dos eixos do TBL

CONTEXTO E AUTORES	AMBIENTAL	ECONÔMICO
Investimento em P&D para tecnologias agrícolas na mitigação da mudança climática (Adenle, Azadi e Arbiol, 2015)	Biotecnologia agrícola tem maior potencial para eficiência energética, diminuindo a pegada de carbono. As principais oportunidades incluem maior sustentabilidade e mitigação e sequestro de CO2	Biotecnologia agrícola gera maior eficiência energética (economia de insumos) e maior produtividade em comparação com práticas agrícolas tradicionais
Pesquisa em Energia Sustentável e Água (Norte da África) (Boudghene Stambouli <i>et al.</i> , 2014)	A adoção de energias renováveis, como a solar e PV, auxiliará a mitigar as mudanças climáticas e outros problemas ambientais	Considerar água e energia juntos resulta em benefícios econômicos
Transferência de tecnologia sob o regime climático em termos de energias (Karakosta, Doukas e Psarras, 2010a)	Mitigação das mudanças climáticas	Mitigação dos custos futuros associados às alterações climáticas, e benefícios financeiros para as empresas envolvidas no processo de transferência
Transferência de tecnologias ambientalmente corretas, políticas climáticas sob perspectiva do CDM (Popp, 2011)	Redução de emissões. Sem o CDM, as empresas não seriam recompensadas por fornecer os benefícios ambientais de emissões reduzidas de carbono que resultam de um menor consumo de energia	Os benefícios ambientais das tecnologias não aumentam os lucros das empresas
Energia renovável: Potencial da bioenergia para necessidades rurais na Índia (Ravindranath e Balachandra, 2009)	Redução de emissões de carbono e poluição doméstica, recuperação e conservação de terras, mitigar os impactos da mudança climática, evitando emissões e absorvendo as emissões através do processo de fotossíntese	Custos unitários das bioenergias são inferiores às alternativas convencionais, reduzindo custos
Efeitos do FDI para os cinco principais emissores de GEE (Sarkodie e Strezov, 2019)	Entradas de FDI aumentam as emissões de CO2 nos cinco principais países emissores	Entradas de FDI aumentam o desenvolvimento econômico

Sistema OKOPROFIT: plataforma para transferência ativa de experiências e <i>know how</i> entre empresas, autoridades e especialistas (Tschiggerl e Wolf, 2012)	Constrói a base para o monitoramento ambiental eficiente e a mensurabilidade das medidas implementadas. Resulta em redução de emissão de gases e águas residuais	Redução de valores monetários
Industrialização do setor de construção civil da China (Zhang, Xie e Li, 2017)	Economia de 26% de material, conservando energia e respondendo as questões de ar e ruído	Economia de 16% nos custos de mão-de-obra e material, 26% menos utilização de material, e 37% menos tempo de construção
CONTEXTO E AUTORES	AMBIENTAL	SOCIAL
Benefícios do mapeamento participativo (remoto por satélite) no Zimbábue (Eitzel <i>et al.</i> , 2018)	Mapear as mudanças de uso/cobertura da terra para que sejam concentrados esforços em seu tratamento	Deteção e alívio da pobreza e sustentabilidade das populações mais vulneráveis do planeta
Papel da governança das cidades do futuro para mitigação e adaptação do clima a nível global (Mehta, Shankar e Bandopadhyay, 2016)	Melhoria ambiental com tecnologias apropriadas	A mitigação e adaptação de tecnologias resilientes ao clima é a chave para a qualidade de vida nas cidades
CONTEXTO E AUTORES	ECONÔMICO	SOCIAL
Cooperação entre a universidade e outras entidades para TT e conhecimento em Kosovo (Hajrizi, Stapleton e Kopacek, 2010)	A cooperação entre esses parceiros resultou em benefício para o desenvolvimento industrial e econômico de Kosova	Expansão de conhecimentos para os acadêmicos da universidade

Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Quadro 15: Impactos para o tripé da sustentabilidade

CONTEXTO E AUTORES	IMPACTOS PARA O TRIPÉ DA SUSTENTABILIDADE
Papel do CDM nos países em desenvolvimento e menos desenvolvidos (África, Índia e China) (Aggarwal e Aggarwal, 2017)	AMBIENTAL: 49% dos projetos apresentam benefícios ambientais; ECONÔMICO: 45% dos projetos apresentam benefícios econômicos; SOCIAL: Somente 6% dos projetos focam em benefícios sociais
Energias renováveis na Argentina (Belmonte, Escalante e Franco, 2015)	AMBIENTAL: Promover desenvolvimento ambientalmente sustentável; ECONÔMICO: Maior igualdade e gestão democrática; SOCIAL: Melhoria da qualidade de vida
Projetos de florestamento e reflorestamento com CDM na Itália. Utiliza indicadores sustentáveis para os projetos (Corradini <i>et al.</i> , 2016)	AMBIENTAL: Os projetos CDM na Itália apresentam preservação dos recursos naturais e promovem energia confiável e renovável; ECONÔMICO: Os projetos CDM na Itália apresentam estímulo a economia local, incluindo empregos de curto e longo prazo na área do projeto; SOCIAL: Os projetos CDM na Itália apresentam geração de empregos, melhorando a qualidade de vida da população
Avaliação de cinco opções de energia renovável (hidroelétrica, eólica, solar, geotérmica e oceânica) por meio de seus benefícios sustentáveis (Doukas, Karakosta e Psarras, 2009)	AMBIENTAL: Benefícios ambientais: Melhoria das condições do ar local, redução de emissões de GEE, proteção da terra, melhor gerenciamento da água, gerenciamento de resíduos sólidos, conservação ecológica. Nos países desenvolvidos a tecnologia de energia renovável com mais benefícios ambientais é a eólica, e nos países em desenvolvimento é a hidráulica e eólica; ECONÔMICO: Benefícios econômicos: Diversificação do fornecimento de energia, potencial de replicabilidade no país, menor dependência de combustíveis importados, maior confiabilidade e estabilidade da rede, estabilidade dos preços de energia, contribuição para o desenvolvimento econômico geral e emprego do país. Nos países desenvolvidos a tecnologia de energia renovável com mais benefícios econômicos são solar e oceânica, e nos países em desenvolvimento são as cinco opções; SOCIAL: Benefícios sociais: Aumento do bem-estar socioeconômico, alívio da pobreza, melhoria da saúde, melhor educação, capacitação por meio de treinamento. Nos países desenvolvidos as tecnologias de energia renovável com mais benefícios sociais são eólicas e solares, e nos países em desenvolvimento são as provenientes de hidroelétricas, eólicas, solares e geotérmicas
Avaliar as tecnologias de energia renovável (RES) mais apropriadas para o Tajiquistão, utilizados critérios relacionados ao tripé da sustentabilidade (Doukas <i>et al.</i> , 2012)	AMBIENTAL: Redução de gases do efeito estufa (GHG), impacto sob o ambiente natural (nível sonoro, intrusão visual, pressão sobre os recursos da terra e uso excessivo da terra). Constatou-se que a qualidade de água é fator limitante para desenvolvimento de RES; ECONÔMICO: Desenvolvimento econômico local e regional, custo de investimento, e contribuição para a suficiência energética. Constatou-se que as tarifas subsidiadas de combustíveis (eletricidade/gás) são fatores limitantes para o desenvolvimento da energia de aquecimento solar de água; SOCIAL: Contribuição para o emprego de pessoas. Constatou-se que a qualidade da água (qualidade de vida) é um limitante para o desenvolvimento da energia de aquecimento solar de água no país
Transferência de aquecedores solares de água na Argentina (Escalante, Belmonte e Gea, 2013)	AMBIENTAL: Internalização de benefícios ambientais para a criação e sustentabilidade; ECONÔMICO: Desenvolvimento local. Os aspectos econômicos não emergiram explicitamente como fatores determinantes nos casos analisados neste estudo; SOCIAL: Internalização de benefícios sociais para a criação e sustentabilidade

CONTEXTO E AUTORES	IMPACTOS PARA O TRIPÉ DA SUSTENTABILIDADE
CDM e os benefícios das bioenergias (combustão de biomassa, gaseificação de biomassa, e biocombustíveis para transporte) (Flamos, Georgallis e Psarras, 2010)	AMBIENTAL: Reduzir impacto sobre as condições do ar local, redução de emissões de gases de efeito estufa, proteção da terra, gestão da água, gestão de resíduos, conservação ecológica; ECONÔMICO: Diversificação da oferta de energia, menor dependência de combustíveis importados, preço da energia, potencial de replicabilidade das melhores práticas, a contribuição para o desenvolvimento micro e macroeconômico e o emprego; SOCIAL: Criação de emprego, perspectivas de bem-estar socioeconômico, alívio da pobreza, melhoria da saúde e desenvolvimento rural, entre outros
Revisão dos ODS (Imaz e Sheinbaum, 2017)	AMBIENTAL: Ocorre a valorização do eixo Econômico em detrimento aos eixos Social e Ambiental; ECONÔMICO: Ocorre a valorização do eixo Econômico em detrimento aos eixos Social e Ambiental; SOCIAL: Ocorre a valorização do eixo Econômico em detrimento aos eixos Social e Ambiental
Benefícios do uso de tecnologias do espaço, como satélites (Jason <i>et al.</i> , 2010)	AMBIENTAL: Gestão de recursos, compreender os impactos das mudanças climáticas e lidar com elas, melhorar a mitigação, gestão e resposta a desastres; ECONÔMICO: Apoiar o desenvolvimento econômico sustentável; SOCIAL: Melhorar a segurança alimentar
Transferência de tecnologia de energia sustentável na China, Chile, Israel, Quênia e Tailândia (Karakosta, 2016)	AMBIENTAL: Redução de emissão de CO ₂ ; redução dos impactos negativos sob o ambiente à nível nacional; ECONÔMICO: Desenvolvimento econômico local e regional; SOCIAL: Contribuição para a independência energética e Contribuição para geração de empregos
Energia mais cabível para o desenvolvimento sustentável do Chile, e os benefícios esperados (Karakosta e Psarras, 2009)	AMBIENTAL: Proteção de terras e redução de riscos ambientais, economia de recursos; ECONÔMICO: Diversificação de fornecimento de energia, menor dependência de combustíveis importados, confiabilidade de fornecimento/transmissão de energia, estabilidade de preços de energia; SOCIAL: Benefícios ambientais e econômicos mais valorados que os sociais
Transferência de Tecnologia de energia sustentável em China, Chile, Israel, Quênia e Tailândia (Karakosta, Doukas e Psarras, 2008)	AMBIENTAL: Redução de emissão de CO ₂ ; redução dos impactos negativos sob o ambiente à nível nacional; ECONÔMICO: Desenvolvimento econômico local e regional; SOCIAL: Impactos sociais, contribuição para a independência energética
Energias sustentáveis de baixo carbono no Chile. Avaliaram as alternativas por meio de indicadores sustentáveis (Karakosta, Doukas e Psarras, 2009)	AMBIENTAL: Stakeholders consideram os benefícios ambientais e econômicos mais importantes que sociais; ECONÔMICO: Stakeholders consideram os benefícios ambientais e econômicos mais importantes que sociais. Oportunidade para adotar essas tecnologias de fontes renováveis são as legislações e financiamento por meio do CDM, entretanto há bloqueios para essa adoção, como alto custo, investimento inadequado, falta de estrutura institucional e legal, falta de conhecimento e novas tecnologias; SOCIAL: Stakeholders consideram os benefícios ambientais e econômicos mais importantes que sociais
Transferência de tecnologias sustentáveis por meio do CDM no Israel (Karakosta, Doukas e Psarras, 2011)	AMBIENTAL: Novas orientações políticas para tecnologias sustentáveis; ECONÔMICO: Oportunidades de comércio, desenvolvimento econômico e tecnologia superior; SOCIAL: Segurança de fornecimento de energia e alívio da pobreza
SHP na China como exemplo bem-sucedido (Liu, Eesser e Whiting, 2013)	AMBIENTAL: Economia de até 6,55 milhões de toneladas equivalentes de carvão padrão, reduzindo as emissões em 16,76 milhões de toneladas de dióxido de carbono a cada ano. SHP é uma das fontes de energia mais adequadas para mitigar as mudanças climáticas; ECONÔMICO: SHP foi quase invariavelmente associada ao desenvolvimento da economia rural chinesa e da demanda de eletricidade rural. Contribui para o desenvolvimento socioeconômico de pequenas populações dispersas e geograficamente isoladas; SOCIAL: SHP é uma das fontes de energia mais adequada para aliviar a pobreza nas áreas rurais, combatendo seu status vulnerável com a geração de eletricidade autônoma e uma rede de micro redes resiliente
Projetos de CDM para implementação da biomassa CHP com aquecimento urbano na Ásia (Lybæk e Andersen, 2010)	AMBIENTAL: Redução das emissões de CO ₂ por meio de redução das fontes das cadeias de materiais (transporte de resíduos), das cadeias energéticas; ECONÔMICO: Salvar despesas (com compra de energia e óleo combustível e custos de manuseio de resíduos), novas oportunidades de negócios (Venda de energia e calor; Venda de cinzas como fertilizante de terras agrícolas; Uso de resíduos de biomassa local como combustível; Fornecimento local de resíduos agrícolas); SOCIAL: Geração de empregos de curto e longo prazo, diretos e indiretos
Indústria de construção na China (Ma <i>et al.</i> , 2018)	AMBIENTAL: Controle da poluição ambiental; ECONÔMICO: Melhoria da eficiência produtiva; SOCIAL: Respeito aos habitats e tradições culturais, estabelecimento de confiança e relacionamentos sólidos
Gerenciamento da qualidade do Ar na Índia (Menon-Choudhary e Shukla, 2009)	AMBIENTAL: As transferências de tecnologia dos países desenvolvidos promovem o desenvolvimento ambientalmente sustentável, mitigação dos gases do efeito estufa e de poluentes locais; ECONÔMICO: Reduz risco de falhas e assim otimiza os custos e geram Co benefícios; SOCIAL: Qualidade de vida com a melhoria da qualidade do ar
Moradias seguras como o principal ônus do desenvolvimento sustentável em países emergentes (Nasri <i>et al.</i> , 2010)	AMBIENTAL: Diminuem os impactos negativos sobre o meio ambiente; ECONÔMICO: Melhora o resultado econômico reduzindo os custos operacionais e otimizando o desempenho econômico do ciclo de vida; SOCIAL: Moradias seguras e sustentáveis, gerando qualidade de vida
Energia Renovável: Biomassa da casca de arroz (Tailândia) (Parnphumeesup e Kerr,	AMBIENTAL: Contribuem para uso de energia renovável e reduz emissões de GEE, mas criam um potencial impacto negativo na qualidade do ar, como poeira, resíduo e descarte de resíduos; ECONÔMICO: Gerar renda extra com a venda de resíduos de biomassa;

CONTEXTO E AUTORES	IMPACTOS PARA O TRIPÉ DA SUSTENTABILIDADE
2011)	SOCIAL: Contribui significativamente para geração de emprego, mas por piorar a qualidade do ar afeta a qualidade de vida da população
El: Banco de dados eletrônico para promover transferência de tecnologia (Pearce <i>et al.</i> , 2012)	AMBIENTAL: Gerar empresas ecologicamente sustentáveis; ECONÔMICO: Crescimento de economias locais; SOCIAL: Qualidade de vida, alívio da pobreza, reduz doenças, melhorar a saúde pública, estabelecer a justiça e a estabilidade social e política
Sustentabilidade da tecnologia de vedação Otta (Pinard, 2013)	AMBIENTAL: Redução na taxa de degradação ambiental associada a um recurso escasso e não renovável. Redução dos níveis de poeira e a redução dos impactos adversos nas lavouras adjacentes às estradas; ECONÔMICO: Criação de empregos, redução da pobreza e crescimento econômico, injeção de dinheiro para a economia local, crescimento econômico especialmente das áreas rurais, desenvolvimento das habilidades locais a baixo custo inicial, intervenções de manutenção menos frequentes, e o custo o Otta é de 50 a 60% de outros selos comumente utilizados; SOCIAL: Criação de emprego, redução da pobreza, envolvimento da comunidade, eliminação de preconceitos de gênero, maior integração da população rural, aumento da mobilidade da população rural, melhorando os serviços essenciais como saúde; educação e serviços administrativos, redução da poeira, melhorando a saúde da população
TT para sustentabilidade ambiental para países em desenvolvimento (Rochon <i>et al.</i> , 2010)	AMBIENTAL: Objetivos ecologicamente benignos, sustentabilidade ambiental; ECONÔMICO: Crescimento equitativo e redução da pobreza; SOCIAL: Objetivos socialmente benéficos, redução pobreza
Influência da transferência de tecnologia sobre a ferrovia de bitola padrão nos países em desenvolvimento (Chege <i>et al.</i> , 2019)	AMBIENTAL: Correlação positiva da efetividade e importância das ferrovias de bitola padrão para a proteção ambiental, por meio da redução da emissão do gás carbônico; ECONÔMICO: Redução do tempo de viagem irá melhorar os negócios, o emprego e o crescimento do Produto Interno Bruto global com valor público holístico; SOCIAL: Promove o bem-estar por meio de um acesso acessível e justo ao transporte seguro e mobilidade
Ações Corporativas para o Desenvolvimento Ecologicamente Sustentável (Shrivastava, 1995)	AMBIENTAL: Reduzir o desperdício, conservar energia, reutilizar materiais, potencial de reduzir os riscos a longo prazo associados ao esgotamento de recursos, redução dos passivos do produto e da poluição e gerenciamento de resíduos; ECONÔMICO: Oportunidade de reduzir os custos operacionais, explorando eficiências ecológicas, economizar custos, criar vantagem competitiva (foco nos consumidores verdes), potencial de criar estratégias ambientais únicas e inimitáveis, distinguindo-se e tornando-se líderes ambientais dentro de suas indústrias, relações públicas e a imagem corporativa de uma empresa, redução das flutuações nos custos de energia; SOCIAL: Benefício ao ambiente das comunidades nas quais as empresas operam, com o melhor desempenho ecológico. Pode melhorar a saúde da população com a redução de poluição industrial, reduzindo as despesas de saúde
Energia renovável na Índia (Shukla, Dhar e Fujino, 2010)	AMBIENTAL: As energias renováveis têm impactos positivos, como a redução das emissões de gases de efeito estufa em termos de redução da poluição atmosférica local; ECONÔMICO: Melhoria da renda agrícola. Os custos das tecnologias são limitantes para a difusão de energias renováveis , e isso pode ser facilitado pelo desenvolvimento de capacidades domésticas na fabricação dessas tecnologias. Os custos das energias intermitentes (solar e eólica) resultou em uma participação máxima de energias renováveis em 15%, apesar de um alto incentivo de carbono. Portanto, um aumento pode acontecer a custos baixos se restrições forem impostas ao crescimento de outras tecnologias de baixo carbono, como nuclear e CCS; SOCIAL: Maior segurança energética, criação de emprego rural, melhoria da renda agrícola, reabilitação de áreas, possibilidade de criar empregos na manufatura, operações de usinas e agricultura. No entanto, seria necessário treinar as pessoas para que elas estejam preparadas para esses trabalhos
Mina de carvão metano na China (Uddin <i>et al.</i> , 2015)	AMBIENTAL: Benefícios para o ar, terra, água e conservação; ECONÔMICO: Crescimento econômico; SOCIAL: Saúde, bem-estar, segurança, aprendizagem e emprego
Grandes represas hidrelétricas chinesas no Camboja (Urban <i>et al.</i> , 2015)	AMBIENTAL: Perda de habitats florestais e de bambu, ameaças a uma grande variedade de espécies, incluindo 10 espécies ameaçadas; ECONÔMICO: Atrair investimentos de construtores chineses de barragens tem sido uma ferramenta eficaz para ajudar a superar a pobreza energética e impulsionar o crescimento econômico; SOCIAL: Impactos negativos sobre os meios de subsistência, cerca de 22.000 pessoas são diretamente afetadas pela barragem. Os mais afetados são os pobres colecionadores de bambu que não podem entrar em sua área original de bambu devido à construção da barragem e vendedores de frutas que são vulneráveis devido a um declínio acentuado no turismo após a construção da barragem. Muitos moradores ainda não têm acesso à eletricidade
Tecnologia de energia de baixo carbono para países em desenvolvimento através do CDM (van der Gaast, Begg e Flamos, 2009)	AMBIENTAL: Em Yunnan: carvão limpo para fornecimento de energia, energia hidrelétrica de barragens, lâmpadas economizadoras de energia e refrigeradores solares são os maiores responsáveis pela redução de emissões de GEE e não GEEs; ECONÔMICO: Diversificação e confiabilidade do fornecimento de energia, geração de empregos e rendas; SOCIAL: Em Yunnan: carvão limpo para fornecimento de energia, energia hidrelétrica de barragens, lâmpadas economizadoras de energia e refrigeradores solares, são grandes responsáveis para geração de empregos

CONTEXTO E AUTORES	IMPACTOS PARA O TRIPÉ DA SUSTENTABILIDADE
Tecnologias espaciais no Quênia (Waswa e Juma, 2012)	<p>AMBIENTAL: Gerenciamento ambiental (Monitorar vegetação, conservação e gestão água, plano de florestamento e mapeamento florestal, monitoramento do regulamento da zona costeira, avaliações de impacto de mineração, expansão urbana e monitoramento do uso da terra, monitorização da desertificação, monitoramento de poluição terrestre e atmosférica), Gestão e resposta aos desastres (avaliação de danos causados pelas inundações, monitoramento de Seca, SIG claro de inundação, análise de zoneamento de inundação, resposta de emergência SIG, zoneamento de terrenos), Monitoramento do oceano e da atmosfera (monitoramento e previsão do tempo, monitoramento climático, monitoramento de oceanografia e vida marinha), Gestão dos recursos naturais (exploração mineral, planejamento e monitoramento de mineração, gestão da vida selvagem).;</p> <p>ECONÔMICO: Auxiliar o governo a cumprir a agenda de desenvolvimento econômico, geração de empregos;</p> <p>SOCIAL: Oportunidade de gerar empregos nas indústrias de fabricação de produtos espaciais, melhorar a segurança alimentar, Saúde (Vigilância e epidemiologia da doença, Sistema de Informação Geográfica de Saúde (SIG) a nível distrital, Rede de Tele Medicine, Rede Nacional de Distribuição de Medicamentos) e educação</p>

Fonte: Elaborado pela autora (2020)

**APÊNDICE C - IMPACTOS DAS *SMART CITIES* PARA O TRIPÉ DA
SUSTENTABILIDADE**

Quadro 22: Impactos das *Smart Cities* para o tripé da sustentabilidade

AUTORES	IMPACTOS
Anttiroiko, Valkama e Bailey (2014)	SOCIAL: A utilização de uma plataforma para os serviços inteligentes, com o eixo social como pré-requisito para a inteligência no domínio público, promove participação nos processos de governança, solucionando problemas sociais
Alkhatib, Barachi e Shaalan (2019)	SOCIAL: A partir de uma estrutura baseada na mídia social Twitter para o gerenciamento de eventos e incidentes em cidades inteligentes, os dados são coletados por meio de feeds de mídia social e a partir disso há melhoria nas respostas a eventos que colocam pessoas em risco. Mais eficiência em resgate, resultando em mais segurança.
Alavi <i>et al.</i> (2018)	SOCIAL: A aplicação das soluções das <i>Smart Cities</i> , aliada a implementação da IoT, gera melhorias na segurança, a habitabilidade e o conforto dos cidadãos.
Boukhechba <i>et al.</i> (2017)	SOCIAL: Aplicação do NomaBlue, uma nova visão de reconhecimento espacial em cidades inteligentes, que se utiliza de dados e colaboração de usuários utilizando a tecnologia Bluetooth. Promove benefícios aos cidadãos promovendo informações de forma mais rápida. Promove Qualidade de vida, agilidade e informação.
Pérez-Delhoyo <i>et al.</i> (2017)	SOCIAL: Auxilia a implementar um sistema integrado de análise de acessibilidade urbana, focado em pessoas com deficiências, utilizando tecnologias como GPS e RFID. O sistema ajudará a melhorar a mobilidade e a habitabilidade das cidades e, assim, a qualidade de vida e o bem-estar de todos os cidadãos.
Hayat (2016)	SOCIAL: Implantação de uma central de controle a desastres, bem como estrutura de governo de emergência, irá melhorar a segurança para os cidadãos.
Chiodi (2016)	SOCIAL: A utilização do planejamento CP-UDP (<i>Crime Prevention through Urban Design and Planning</i>) e a participação eletrônica no planejamento urbano, irão promover mais segurança aos cidadãos, cidades mais seguras, e consequentemente melhorias na qualidade de vida da comunidade.
Poletti e Treville (2016)	SOCIAL: Implantação de micro e nano-sensores nas estruturas das <i>Smart Cities</i> . Os resultados demonstram que a aplicação de sensores melhora a qualidade de vida dos cidadãos, quando aplicados a estações de monitoramento da qualidade da água ou ar, por exemplo.
Kammerlander <i>et al.</i> (2015)	SOCIAL: Aborda um sistema de transporte socialmente inclusivo e inovador, sustentável, econômico, com mobilidade reduzida, mas ainda satisfatória. A aplicação do sistema promove o bem-estar dos cidadãos.
Khansari, Mostashari e Mansouri (2014)	AMBIENTAL: Influência das tecnologias inteligentes no comportamento de consumo de recursos das pessoas (energia), por meio das teorias cognitiva e de aprendizagem. Os resultados mostram que as tecnologias da informação das <i>Smart Cities</i> impactam positivamente na conservação de energia. A combinação de mudanças na tecnologia renovável, bem como campanhas de conscientização e informações, pode coletivamente gerar uma mudança no comportamento do consumo e na adoção de sistemas de energia renovável, contribuindo para reduzir o impacto ambiental.
Zawieska e Pieriegud (2018)	AMBIENTAL: Estudo com foco na relação entre sustentabilidade e soluções Smart no domínio de mobilidade e transportes. O estudo revelou que a implementação do conceito de Smart City pode contribuir significativamente para a redução adicional das emissões de GEE relacionadas ao transporte nas áreas urbanas. O maior potencial para reduzir as emissões de GEE está no avanço tecnológico, especificamente, no maior uso de combustíveis e fontes de energia alternativas e, no futuro próximo, em veículos autônomos. <i>Entretanto, não há a garantia da redução das emissões de GEE se as soluções não forem acompanhadas de avanços relevantes na tecnologia de produção de energia elétrica.</i>
Angelidou <i>et al.</i> (2018)	SOCIAL: Aborda o potencial de contribuição das soluções inteligentes para o desenvolvimento urbano sustentável no domínio do meio ambiente. A melhora ambiental e segurança no tráfego haverá melhora na qualidade de vida dos cidadãos. AMBIENTAL: Os resultados são analisados conforme a melhora ambiental, sendo: Gestão e reciclagem de resíduos; aumentar o espaço verde; diminuição da captura de CO ₂ ; redução da poluição atmosférica; utilização de fontes renováveis; edifícios de baixa energia; aumentar a eficiência de dispositivos e processos, desenvolvendo áreas de proteção animal ou vegetal; e maximizar a

AUTORES	IMPACTOS
	eficiência do uso da água
Macke <i>et al.</i> (2018)	SOCIAL: Avaliar a percepção de qualidade de vida em uma <i>Smart City</i> (Curitiba), por meio da satisfação dos cidadãos. Os resultados demonstraram que com a melhora das relações sócio estruturais; bem-estar ambiental; bem-estar material; e integração comunitária, haverá a percepção de melhora na qualidade de vida dos cidadãos, criando uma comunidade mais forte na cidade. ECONÔMICO: A partir da avaliação dos cidadãos, há uma leve insatisfação com as condições financeiras promovidas pela <i>Smart City</i> .
Martin <i>et al.</i> (2019)	SOCIAL: Desenvolvimento do conceito de correção da inteligência sustentável urbana, baseando-se nos princípios do projeto " <i>Smart Cities and Communities lighthouse projects</i> " da União Europeia. Os resultados mostram que há ausência da agenda de equidade social, pondo em risco a contínua marginalização da sustentabilidade social, como promoção da igualdade, participação do cidadão, saúde e bem-estar e justiça social, evidenciando a necessidade de estudos que avaliem os benefícios sociais do desenvolvimento urbano inteligente e sustentável. AMBIENTAL: A correção da inteligência sustentável urbana, dobra a promessa de modernização ecológica e usa tecnologias digitais para obter serviços coletivos e de infraestrutura mais eficientes, influenciando no comportamento do usuário e produzindo menor consumo de recursos e emissões de carbono.
Costin e Eastman (2019)	SOCIAL: A implantação das tecnologias inteligentes, como IoT, pode resultar em melhora no bem-estar dos cidadãos, e maior segurança. AMBIENTAL: Cidades mais eficientes, redução dos impactos ambientais e mantendo a sustentabilidade ambiental.
Picatoste <i>et al.</i> (2018)	SOCIAL: As <i>Smart Cities</i> podem oferecer novas possibilidades de trabalho para aqueles qualificados, ou seja, notou-se que há a relação entre novas oportunidades de emprego para aqueles capacitados em TIC, tecnologia amplamente implantada em <i>Smart Cities</i> . ECONÔMICO: Geração de empregos aos que contém capacitação em TICs. Por consequência, geração de renda e desenvolvimento de políticas para melhorar as habilidades de TIC para jovens.
Sakurai e Kokuryo (2018)	SOCIAL: Os desafios enfrentados pela Panasonic (empresa de eletrônicos) para construir a Sustainable Smart Town (Fujisawa), promovendo compartilhamento de informações, e monitorando as atividades dos residentes e analisando os dados coletados. Os benefícios sociais gerados foram: segurança, mobilidade, bem-estar e comunidade. AMBIENTAL: Os benefícios ambientais gerados foram: redução dos impactos ambientais negativos e fornecimento de energia.
Jamei <i>et al.</i> (2017)	SOCIAL: Potencial da utilização da Realidade Virtual (RV) em diferentes domínios: Conforto térmico dos pedestres nas <i>Smart Cities</i> : Melhora no conforto térmico dos pedestres; Visualização de transporte inteligente: fornecer dados em tempo real sobre condições de tráfego, pedestres e estacionamento e diversos sistemas de transporte disponíveis para reduzir os problemas de tráfego e a incidência de acidentes graves, garantindo maior segurança, eficiência dos transportes. Pode promover também ações de transporte inteligente, criando uma ligação entre todos os bairros, aplicando estratégias de prevenção ao crime para projetar ruas mais seguras, supervisão constante sobre o fornecimento de sistemas de transporte de alta qualidade, gerando mobilidade. AMBIENTAL: Potencial da utilização da Realidade Virtual (RV) em transportes inteligentes, reduzindo a emissão de CO2 via métodos eficazes de retroficação.
Kullman <i>et al.</i> (2016)	AMBIENTAL: Resultados do projeto PLEEC (Planning for Energy Efficient Cities): eficiência na produção e consumo de serviços relacionados à energia em uma cidade (aquecimento, refrigeração, transporte, reciclagem e gerenciamento de resíduos, luz, energia); baixa utilização de recursos fósseis, e outros recursos não renováveis; baixa emissão de gases que afetam o clima, e outros materiais e poluentes. ECONÔMICO: Baixo custo e redução de uso de recursos e serviços.
Gade <i>et al.</i> (2016)	SOCIAL: Utilização de câmeras térmicas (sensores) em <i>Smart Cities</i> para monitoramento em tempo real. Acarreta melhorias para a mobilidade, acessibilidade e segurança para os cidadãos, garantindo a privacidade, que é um dos pontos fracos da utilização de outras câmeras para monitoramento. AMBIENTAL: Possibilidade de economizar até 90% da energia para iluminação.

AUTORES	IMPACTOS
Fernández et al. (2014)	SOCIAL: Aborda a gestão de resíduos, com a tecnologia de coleta automatizada de resíduos a vácuo (<i>Automated Vacuum Waste Collection - AVWC</i>). A implantação da tecnologia reduz impactos gerados por métodos tradicionais, como odores, ruídos, etc., melhorando a qualidade de vida e bem-estar dos cidadãos. AMBIENTAL: A implantação da tecnologia gera redução das emissões de gases de efeito estufa e outros inconvenientes, como odores e ruídos. A combinação da tecnologia AVWC com tecnologias da informação tornou o consumo de energia mais eficiente.
Beretta (2018)	SOCIAL: A partir da análise dos projetos de <i>Smart Cities</i> voltados para o domínio Smart Environment, conclui-se que embora os projetos tenham foco ambiental, apresenta impactos positivos sociais, potencialmente estendido a toda população. <i>Diferentemente da área de projetos ambientais, projetos de mobilidade podem gerar impactos negativos, como a eco-gentrificação, pois se concentram na mobilidade de uma determinada área, beneficiando somente os usuários deste local.</i> AMBIENTAL: Os projetos apresentam tanto benefícios ambientais, melhorando a qualidade do meio ambiente, mas também benefícios sociais.
Ahvenniemi et al. (2017)	<i>Nos frameworks das Smart Cities, a dimensão da sustentabilidade social é significativamente super-representada, cobrindo mais da metade dos indicadores. A sustentabilidade econômica é medida por um pouco menos de um terço dos indicadores, enquanto a sustentabilidade ambiental é ligeiramente sub representada, com apenas 20% dos indicadores pertencentes a essa dimensão (Social>Econômico>Ambiental).</i>
Bibri (2018a)	SOCIAL: A aplicação de IoT e Big Data nos domínios das <i>Smart Cities</i> tendem a visar ganhos econômicos e qualidade de vida, ignorando seu papel na melhoria ambiental. AMBIENTAL: Embora exista essa diferenciação em benefícios para os eixos, a implementação de TICs, a IoT e análise de Big Data podem ser aplicados para otimizar a eficiência energética e mitigar os efeitos ambientais, por meio da utilização efetiva dos recursos naturais, ao gerenciamento inteligente de infraestruturas e instalações e à prestação aprimorada de serviços de apoio ao meio ambiente. ECONÔMICO: visa ganhos econômicos e qualidade de vida, ignorando seu papel na melhoria ambiental.
Martin, Evans e Karvonen (2018)	<i>As análises demonstram que as iniciativas de Smart Cities tendem a proporcionar formas insustentáveis de crescimento econômico e consumismo, enquanto negligenciam a equidade social e a proteção ambiental.</i>
Allam e Dhunny (2019)	SOCIAL: A integração da Inteligência Artificial (IA) e Big Data nas <i>Smart Cities</i> , promovem maior habitabilidade urbana e impulsionam o crescimento econômico. A implantação das tecnologias nas <i>Smart Cities</i> gera melhorias nas infraestruturas de transporte, serviços de saúde, segurança, comunicações e acesso a amenidades e serviços sociais de qualidade. Também, por meio da IA, tecnologias e dispositivos avançados de vigilância, como drones, são usados para combater inúmeras ameaças à segurança enfrentadas nas cidades, resultando em maior segurança para os cidadãos. AMBIENTAL: Melhorar as respostas às mudanças climáticas e reduzir seus impactos na vida urbana. ECONÔMICO: As práticas das <i>Smart Cities</i> apresentam correlação direta com maiores resultados econômicos e desempenho urbano. Promove resiliência econômica e uma economia urbana mais sustentável e saudável através do empoderamento da população local e a criação de riqueza localmente.
Chen e Han (2018)	SOCIAL: Projeto Smart (Bristol Is Open) de monitoramento da qualidade da água e disponibilização dos dados em tempo real, demonstrando a viabilidade de sistemas de monitoramento ambiental. Com o monitoramento da qualidade da água e sua melhor gestão haverá melhora deste recurso, e conseqüentemente melhora na saúde e qualidade de vida da população. AMBIENTAL: Identificar e analisar possíveis fontes de poluição no sistema urbano dos rios, a partir da utilização de uma rede de sensores, podendo melhorar o desempenho das estações de tratamento de águas residuais, ao mesmo tempo em que economiza custos operacionais e melhora a qualidade da água dos rios. ECONÔMICO: Possibilidade de melhorar o desempenho das estações de tratamento de águas residuais, ao mesmo tempo em que economiza custos operacionais para o tratamento.
Yigitcanlar et	<i>As práticas das Smart Cities reforçam o crescimento econômico neoliberal,</i>

AUTORES	IMPACTOS
al. (2018)	<i>concentra-se em populações afluentes, destitui cidadãos, negligencia a proteção ambiental e falha em desafiar ou fornecer alternativas reais à cultura consumista predominante.</i>
Bibri (2019)	<p>SOCIAL: A utilização das TICs, como em aplicativos de transporte, têm o potencial de abordar ou responder aos desafios de equidade e inclusão da sustentabilidade social, empregando design universal em aplicativos de uso geral, incluindo recursos preocupados com custos e fornecendo opções de idioma, além de desenvolvendo aplicativos para smartphones para pessoas com deficiência (inclusão social).</p> <p>AMBIENTAL: <i>Entretanto, a utilização das TICs representa riscos que vão além da sustentabilidade ambiental, incluindo a sustentabilidade social em termos de equidade, justiça, participação, inclusão, privacidade, segurança e outros.</i></p> <p>ECONÔMICO: As TICs, que são tecnologias necessárias no desenvolvimento das <i>Smart Cities</i>, são direcionadas principalmente ao desenvolvimento econômico.</p>
Díaz-Díaz, Muñoz e Pérez-González (2017)	<p>SOCIAL: A partir da análise de oito serviços urbanos prestados no Projeto da cidade SmartSantander, identificou-se que a partir do engajamento dos cidadãos mais informados sobre os serviços públicos e sua participação na gestão, benefícios sociais são gerados, como a criação de novos empregos, altamente qualificados, maior envolvimento dos cidadãos, que a partir do maior conhecimento e obtenção de informações podem participar mais do gerenciamento destes serviços.</p> <p>AMBIENTAL: Os resultados da implantação das TICs para os serviços públicos inteligentes reduzem tanto os custos, quanto de energia e outros recursos naturais. Os serviços municipais fornecidos com a IoT e outras tecnologias de cidades inteligentes têm uma pegada ecológica reduzida quando comparados aos gerenciados convencionalmente.</p> <p>ECONÔMICO: A partir da pesquisa concluiu-se que apesar de os serviços públicos inteligentes, gerenciados com TICs, necessitarem de investimentos e conhecimentos iniciais em tecnologia, eles permitem ao município economizar custos e aumentar a eficiência da gestão a longo prazo.</p>
Van den Buuse e Kolk (2019)	<p>SOCIAL: Aborda os impactos gerados pelas empresas de TICs (IBM, Cisco e Accenture), os fornecedores de tecnologias das <i>Smart Cities</i>. A IBM criou centenas de empregos desde o início, em 2008.</p> <p>AMBIENTAL: As atividades da Cisco, relacionadas às <i>Smart Cities</i>, pressupõem que soluções baseadas em TICs com eficiência energética podem contribuir para a redução do consumo de energia e das emissões de GEE nas cidades.</p> <p>ECONÔMICO: Com o advento do conceito <i>Smart Cities</i>, houve o crescimento de um novo negócio, as indústrias de TICs, gerando empregos e consequentemente receita.</p>
Jatinkumar Shah et al. (2018)	<i>Planejamento das operações de coleta de lixo, por meio de um modelo de otimização para minimizar o custo total de transporte e maximizar a recuperação do valor ainda incorporado nos resíduos. O trabalho apresentou foco no valor econômico que o planejamento pode resultar, embora o modelo possa ser ajustado para refletir os aspectos ambientais e sociais gerados.</i>
Basiri, Azim e Farrokhi (2017)	<p>SOCIAL: A aplicação de Tecnologias da Informação (TI) nas <i>Smart Cities</i> pode gerar os benefícios: melhorar a utilização de infraestruturas, melhorando a qualidade de vida; disponibilizar novos serviços aos cidadãos e visitantes, como orientar em tempo real sobre a melhor forma de modalidades de transporte.</p> <p>AMBIENTAL: Reduzir consumo de recursos, como água e energia, contribuindo para redução de emissão de CO₂.</p> <p>ECONÔMICO: Melhorar as empresas comerciais com a disponibilidade de dados sobre os serviços da cidade.</p>
Moreno, Zamora e Skarmeta (2014)	<p>SOCIAL: Análise do desempenho energético em edifícios, por meio de um sistema de gerenciamento de eficiência energética integrado a uma plataforma de automação predial, centrada no usuário. O resultado da implantação do sistema em um prédio demonstra que sua aplicação visa conforto dos moradores.</p> <p>AMBIENTAL: Economia de cerca de 20% de energia no aquecimento do edifício, que pode se traduzir em uma redução de 8% no consumo de energia dos edifícios no nível de cidade europeia.</p> <p>ECONÔMICO: Com a redução do consumo de energia dos edifícios, haverá redução de custos.</p>
Trivellato (2017)	SOCIAL: Resultados de projetos de <i>Smart Cities</i> : Projeto Ambrogio: sistema que permito que os cidadãos relatem situações as autoridades, como policiais, para

AUTORES	IMPACTOS
	<p>maior agilidade de comunicação e maior segurança dos cidadãos; Projeto Main Operation Centre (MOC): sistema que por meio de ferramentas integradas de gerenciamento de riscos, irá acompanhar o fluxo de pessoas, veículos e mercadorias, por 24 horas por dia, para supervisionar o bom andamento das atividades e intervir prontamente no caso de problemas, gerando agilidade e segurança, tanto de pessoas como de bens materiais. AMBIENTAL: Resultados de projetos de <i>Smart Cities</i>: Projeto DOMO GRID: melhoria da eficiência e a eficácia do consumo de energia. ECONÔMICO: Resultados de projetos de <i>Smart Cities</i>: Plataforma de crowdfunding patrocinada pelo município: Projeto com objetivo de fortalecer a parceria entre empresas públicas, privadas e sociais, a fim de facilitar a aquisição de recursos e o financiamento de iniciativas sociais e projetos sociais.</p>
Cellucci <i>et al.</i> (2015)	<p>SOCIAL: Apresenta um estudo de iluminação inteligente para uma reserva natural da costa Italiana. Foram testadas alternativas e comparadas com a implantação de um sistema inteligente para iluminação. Os resultados obtidos foram: O sistema de iluminação inteligente resulta em maiores informações para os cidadãos, como de trânsito e estacionamento por exemplo, facilitando a escolha de rotas e melhorando a segurança dos cidadãos, veículos e edifícios. AMBIENTAL: O resultado obtido com o sistema de <i>Retrofitting</i>, modernização do sistema de iluminação utilizando tecnologia LED, representa melhoria da qualidade da luz, mais econômica e durável, permite a redução dos custos de manutenção, produz uma redução sensível de cerca de 33% do consumo de energia para a iluminação da rua. Já o sistema de iluminação inteligente apresenta maior economia de energia em alguns pontos, permite gerenciar o fluxo turístico sazonal e obter maiores economias de energia. ECONÔMICO: O sistema <i>Retrofitting</i> resulta em melhoria da qualidade da luz, mais econômica e durável, permite a redução dos custos de manutenção. Os resultados da implantação de sistemas inteligentes de iluminação evidenciam uma redução de custos anuais de energia, sugerindo sua implantação em não somente em metrópoles, mas também em pequenas cidades.</p>

Fonte: Elaborado pela autora (2020)