

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE TRANSPORTES
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

Eloísa Moura Somavilla

**RETROREFLETIVIDADE EM SINALIZAÇÕES VERTICAIS E
DEMARCAÇÕES HORIZONTAIS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA
LITERATURA UTILIZANDO O MÉTODO PROKNOW-C**

Santa Maria, RS
2022

Eloísa Moura Somavilla

**RETROREFLETIVIDADE EM SINALIZAÇÕES VERTICAIS E
DEMARCAÇÕES HORIZONTAIS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA
LITERATURA UTILIZANDO O MÉTODO PROKNOW-C**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como Requisito parcial para obtenção do título de **Engenheira Civil**.

Orientador: Prof. Dr. Deividi da Silva Pereira

Santa Maria, RS
2022

Eloísa Moura Somavilla

**RETROREFLETIVIDADE EM SINALIZAÇÕES VERTICAIS E
DEMARCAÇÕES HORIZONTAIS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA
LITERATURA UTILIZANDO O MÉTODO PROKNOW-C**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como Requisito parcial para obtenção do título de **Engenheira Civil**.

Aprovada em 04 de Fevereiro de 2022:

Deividi da Silva Pereira, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)

Alejandro Ruiz Padillo, Dr. (UFSM)

Bruno de Souza Chaves, Dr. (UFSM)

Santa Maria, RS
2022

Dedico este trabalho aos meus pais, Laís Moura Somavilla e Carlos José Somavilla, à meu irmão Lucas Moura Somavilla e aos meus avós, tios, primos e amigos que sempre me apoiaram e torceram por mim.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por me dar força, resiliência e sabedoria durante todo o percurso.

Aos meus pais, Laís e Carlos, grandes exemplos, por todo o carinho, motivação e suporte. Meu mais carinhoso agradecimento à vocês que abdicaram de muita coisa para me proporcionar melhores oportunidades do que tiveram, educação e boa condição de vida. Sempre estiveram ao meu lado, incentivando cada uma das minhas escolhas, torcendo e rezando por mim, me dando suporte em todos os momentos difíceis e comemorando todas as minhas conquistas. Muito obrigado por acreditarem e apostarem todas as suas fichas em mim! Meu maior objetivo de vida é recompensá-los por tudo que fizeram e fazem por mim.

Ao meu irmão, Lucas Moura Somavilla, pela parceria e disposição em me ajudar sempre que necessário. Muito obrigado pela preocupação, pelas palavras de incentivo e pelos momentos de descontração compartilhados. Penso muito em minhas ações para que eu possa servir de exemplo e inspiração para você!

À meu avô Nilo Lucílio Moura que sempre foi meu grande incentivador! Sou muito feliz pelo orgulho que o senhor tem de mim. És exemplo de motivação, de pensar fora da caixa, de generosidade (mesmo com poucas condições) e otimismo. À minha avó Elsa Roerhs Moura (in memoriam), grande exemplo de amor e resiliência e que agora está em um lugar muito melhor, livre da doença, sem sofrimentos e como realmente merece. E aos meus avós paternos, Antônio Somavilla Sobrinho e Ilda Steffanello Somavilla que sempre me apoiaram e sempre me esperam com tanto carinho e um chimarrão na área.

À toda minha família, padrinhos, tios, primos, afilhados e amigos que me deram suporte e acreditaram nas minhas escolhas, torcendo sempre para que eu alcançasse meus objetivos.

Ao meu orientador, professor Deividi da Silva Pereira, pela paciência e confiança para realização desse trabalho, bem como pelos conselhos, diálogos, ensinamentos e disponibilidade durante este processo. És um exemplo de profissional para mim.

Agradeço também o laboratório LAMOT (Laboratório de Mobilidade e Logística) e o grupo GEPPASV (Grupo de Estudos e Pesquisas em Pavimentação e Segurança Viária) e todos seus integrantes, principalmente o professor Alejandro Ruiz Padillo, professor Deividi da Silva Pereira, Mestrando Alifer Beier e colega Victória Nunes pelas contribuições para realização deste trabalho.

Agradeço à FAPERGS pela bolsa disponibilizada nos semestres 02/2020 e 01/2021 para realização desta pesquisa.

E por fim e não menos importante, à Coordenação de Engenharia Civil, meus professores e à UFSM pelo ensino de qualidade indiscutível e infraestrutura que me foi disponibilizada durante esses anos de graduação.

RESUMO

RETROREFLETIVIDADE EM SINALIZAÇÕES VERTICAIS E DEMARCAÇÕES HORIZONTAIS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA UTILIZANDO O MÉTODO PROKNOW-C

AUTORA: ELOÍSA MOURA SOMAVILLA
ORIENTADOR: PROF. DR. DEIVIDI DA SILVA PEREIRA

Nas rodovias, a sinalização vertical e horizontal é um elemento relevante para garantir a segurança viária aos usuários, e para que ela cumpra seu papel de forma eficiente é imprescindível que a retrorrefletividade esteja em níveis adequados para sua visualização. São vários os fatores que influenciam o desempenho da retrorrefletividade nas placas e demarcações, assim como existem diferentes estratégias para sua manutenção por parte dos órgãos gestores. Em vista disso, fez-se uma revisão bibliográfica sistemática com base no método Proknow-C sobre o tema. Com essa metodologia foi possível selecionar os artigos mais relevantes e alinhados com o tema de estudo publicados nas últimas duas décadas e a partir disso realizou-se a análise bibliométrica e análise sistêmica deles. Este ainda é um tema pouco explorado e as publicações que existem são provenientes principalmente dos países mais desenvolvidos, ou seja, essas conclusões não podem ser consideradas representativas e aplicáveis em todos os casos. Entretanto, a preocupação com a retrorrefletividade em sinalizações vem crescendo nos últimos anos, principalmente com relação à gestão e manutenção desse tipo de sinalização em favor de garantir a segurança do usuário e justificar os investimentos na área. Ainda assim, foi possível entender que além dos fatores intrínsecos à sinalização para a retrorrefletividade da mesma, como a cor e idade, são relevantes os fatores extrínsecos à sinalização também, como o clima da região, o tráfego, e a manutenção. Por fim, obteve-se uma seleção de artigos relevantes sobre o tema, o compilado das suas conclusões e o registro desta revisão bibliográfica que pode servir para trabalhos futuros sobre o tema em estudo.

Palavras-Chave: Revisão sistemática. Proknow-C. Sinalização vertical. Demarcação horizontal. Retrorrefletividade.

ABSTRACT

RETROREFLECTIVITY IN VERTICAL SIGNS AND HORIZONTAL DEMARCATIONS: A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW USING THE PROKNOW-C METHOD

AUTHOR: ELOÍSA MOURA SOMAVILLA
ADVISOR: PROF. DR. DEIVIDI DA SILVA PEREIRA

On highways, vertical and horizontal signaling is an important element to provide road safety for users, and in order to achieve its goal, it is essential that the retroreflectivity is at adequate levels for viewing. There are several factors influencing the performance of retroreflectivity on signs and demarcations, as well as different strategies for maintaining it by management agencies. In view of this, a systematic literature review was carried out based on the Proknow-C method on the subject. With this methodology, it was possible to select the most relevant articles in line with the topic of study published in the last two decades, and based on that, bibliometric and systemic analysis were carried out. This is still a little explored topic and the publications that exist come mainly from the most developed countries, that is, these conclusions cannot be considered representative and applicable globally. However, the concern with retroreflectivity in signs has been growing in recent years, especially with regard to the management and maintenance of this type of sign in favor of guaranteeing user safety and justifying investments in the area. Even so, it was possible to understand that in addition to the intrinsic signaling factors for its retroreflectivity, such as color and age, the extrinsic signaling factors are also relevant, such as the region's climate, traffic, and maintenance. Finally, we obtained a selection of relevant articles on the topic, the compilation of their conclusions and the record of this bibliographical review that can serve for future works on the topic under study..

Key-words: Systematic review. Proknow-C. Vertical signaling. Horizontal demarcation. Retroreflectivity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma do Método Proknow-C.....	22
Figura 2 - Correlação entre palavras-chave e ano de publicação dos artigos selecionados.....	37
Figura 3 - Distribuição geográfica dos artigos de acordo com o país de origem dos autores.....	39
Figura 4 - Correlação entre os coautores dos artigos.....	40
Figura 5 - Distribuição temporal dos artigos.....	41
Figura 6 - Distribuição geográfica dos artigos.....	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Combinações de palavras-chave para pesquisa sistemática acerca da retrorrefletividade em sinalizações verticais.....	30
Tabela 2 - Número de artigos em cada etapa da pesquisa sistemática baseada no Método Proknow-C para retrorrefletividade em sinalizações verticais.....	31
Tabela 3 - Combinações preliminares de palavras-chave para pesquisa sistemática acerca da retrorrefletividade em sinalizações horizontais.....	32
Tabela 4 - Combinações definitivas de palavras-chave para pesquisa sistemática acerca da retrorrefletividade em demarcações horizontais.....	33
Tabela 5 - Número de artigos em cada etapa da pesquisa sistemática baseada no Método Proknow-C para retrorrefletividade em demarcações horizontais.....	35
Tabela 6 - Fatores extrínsecos que influenciam a retrorrefletividade em demarcações horizontais de acordo com a revisão sistemática.....	49
Tabela 7 - Fatores intrínsecos que influenciam a retrorrefletividade em demarcações horizontais de acordo com a revisão sistemática.....	50

LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS

ASTM	<i>American Society for Testing and Materials</i>
GEPPASV	<i>Grupo de Estudos e Pesquisas em Pavimentação e Segurança Viária</i> <i>Laboratório Multicritério de apoio à decisão</i>
LABMCDA	
LAMOT	<i>Laboratório de Mobilidade e Logística</i>
LR	<i>Coefficiente de Luminância refletida</i>
MUTCD	Manual on Uniform Traffic Control Devices
UFSC	<i>Universidade Federal de Santa Catarina</i>
UFSM	<i>Universidade Federal de Santa Maria</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
	1.1 OBJETIVO GERAL.....	13
	1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
	2.1 REVISÃO SISTEMÁTICA – MÉTODO PROKNOW-C.....	15
	2.3 RETRORREFLETIVIDADE.....	18
4	MATERIAIS E MÉTODOS	20
	4.1 MÉTODO PROKNOW-C.....	20
	4.2 MENDELEY.....	24
	4.3 ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA.....	25
	4.4 ANÁLISE SISTÊMICA.....	25
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
	5.1 MÉTODO PROKNOW-C.....	28
	5.1.1 Retrorrefletividade em sinalizações verticais.....	28
	5.1.2 Retrorrefletividade em demarcações horizontais.....	31
	5.2 ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA.....	36
	5.2.1 Retrorrefletividade em sinalizações verticais.....	36
	5.2.2 Retrorrefletividade em sinalizações horizontais.....	40
	5.2.3 Comparação entre resultados da análise bibliométrica.....	42
	5.3 ANÁLISE SISTÊMICA.....	43
	5.3.1 Retrorrefletividade em sinalizações verticais.....	43
	5.3.2 Retrorrefletividade em demarcações horizontais.....	45
6	CONCLUSÕES	51
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53

1 INTRODUÇÃO

Com o crescente aumento na frota viária mundial, muitas questões de tráfego são colocadas à prova. O aprimoramento do sistema de transportes é extremamente necessário pois interfere diretamente na logística e na conexão de um país, assim como na qualidade de vida das pessoas e na economia. Um acidente, por exemplo, além de danos psicológicos imensuráveis para as vítimas e suas famílias acarreta também em prejuízos financeiros significativos para as vítimas, empresas envolvidas e o estado. Logo, quanto mais ágil e seguro o sistema de transportes maiores as vantagens para a sociedade

A sinalização de tráfego é uma questão fundamental de segurança viária (SITZABEE et al, 2009). Conforme Fang et al. (2003) ela existe para regular o tráfego, orientar os motoristas e fornecer informações úteis para ajudar a tornar a direção segura e apropriada, entretanto, quando não está presente de forma efetiva, pode resultar em prejuízos. Assim sendo, a elevada taxa de mortalidade em acidentes viários levou a Organização das Nações Unidas (ONU) a eleger o período entre 2011-2020, já renovado até 2030, como a década em que todos os países participantes deveriam promover alternativas a fim de combater e diminuir essas estatísticas. Para isso, políticas que viabilizem sua manutenção regular para a melhoria da segurança em vias urbanas e rurais, bem como a integração destes itens junto a um projeto viário, são essenciais para a preservação da vida humana (ONU, 2010).

Além disso, é muito importante que a visibilidade dos sinais de trânsito seja garantida tanto de dia quanto de noite. Nesse contexto, a implantação de programas de engenharia para sinalização tem se mostrado consideravelmente eficiente na redução de acidentes (AL-MADANI; AL-JANAHI, 2002). Tendo em vista a importância das sinalizações de trânsito, é relevante que os órgãos de administração e empresas concessionárias de rodovias façam a manutenção e gerenciamento delas para garantir que sejam visíveis e legíveis para assim cumprirem sua função (BALALI et al. 2015).

Quando se fala em sinalização viária os dois principais tipos dela tem destaque: as sinalizações verticais e as demarcações horizontais.

As sinalizações verticais possuem a vantagem de serem elevadas, ficando acima da faixa de rodagem e, portanto, serem mais visíveis para o motorista (COSTA *et al.*, 2014). Elas representam um subsistema de sinalização cujo meio de comunicação está na posição vertical normalmente em placa, fixado ao lado ou suspenso sobre a pista. Além disso, as sinalizações verticais possuem uma película retrorrefletiva em sua superfície responsável por facilitar a visualização da mesma na ausência de luz natural. Como apresenta Ezeibe, Ilo, Oguonu, Ali, Abada & Ezeibe (2019) a retrorrefletividade é um aspecto bastante relevante para percepção das sinalizações verticais.

Por sua vez, as demarcações horizontais consistem em um conjunto de marcas, legendas e símbolos que são aplicados sobre o pavimento. Quando em situações de má iluminação e condições climáticas desfavoráveis, a sinalização horizontal mostra-se um aspecto essencial na segurança de motoristas e pedestres, transmitindo informações ao condutor sem a necessidade de desviar sua visão da via, haja visto que ela acaba se tornando o único meio de direção do piloto, na ausência ou ineficiência de sinalização vertical (COST, 1999). Além disso, também possuem retrorrefletividade, que é conferida por meio das microesferas retrorrefletivas, diferentemente das sinalizações verticais, onde essa propriedade é obtida pela película retrorrefletiva.

Diante disso percebe-se a importância da realização de uma revisão bibliográfica para compilar as informações acerca da retrorrefletividade em sinalizações verticais e demarcações horizontais. Com essa revisão se torna possível avaliar tanto aspectos bibliométricos de número de artigos e locais de publicação quanto aspectos sistêmicos relacionado ao conteúdo estudado nos artigos.

1.1 OBJETIVO GERAL

O principal objetivo desta pesquisa é avaliar, por meio de revisão sistemática baseada no método Proknow-C, os aspectos bibliométricos e sistêmicos acerca da retrorrefletividade em sinalizações verticais e demarcações horizontais.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Como forma de complementação do objetivo principal, foram elencados os seguintes objetivos específicos:

- Entender o cenário bibliográfico local e global para o tema da retrorrefletividade em sinalizações verticais e horizontais;
- Testar a aplicabilidade do Método Proknow-C para os meus dados referentes à área de transportes;
- Testar a efetividade do software Mendeley para a organização e estudo do grupo de artigos selecionados neste estudo;
- Verificar a viabilidade de aplicação do VOS viewer para análise das relações entre metadados do grupo de artigos selecionados neste estudo;
- Criar um banco de dados e um compilado das principais conclusões dos últimos estudos sobre o tema em estudo que sirva para pesquisas futuras.

Por fim, o trabalho se estruturou da seguinte forma: nos primeiros capítulos fez-se uma introdução, contextualização e justificativa do tema, bem como dos objetivos do trabalho. Em seguida desenvolveu-se o referencial teórico com detalhes acerca do método de revisão sistemática Proknow-C e bem como, um apanhado sobre a retrorrefletividade em sinalizações, tema alvo deste trabalho. Na sequência, registrou-se com riqueza em detalhes a execução e adaptações realizadas para a pesquisa sistemática e posteriormente as ferramentas utilizadas para organização dos dados e os procedimentos de análise bibliométrica e sistêmica. Por fim, foram apresentados e discutidos os resultados obtidos com o trabalho e finalizou-se com as conclusões do mesmo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Serão revisados, sequencialmente, os itens que foram primordiais na estruturação da revisão bibliográfica sobre a retrorrefletividade em sinalizações verticais e demarcações horizontais. A primeira parte do texto é referente à revisão sistemática por meio do Método Proknow-C, que é uma grande aliada na construção de um referencial teórico para trabalhos científicos. Já a segunda parte da revisão trata sobre o software Mendeley que foi utilizado no gerenciamento dos artigos e sobre a retrorrefletividade nas sinalizações verticais e demarcações horizontais para contextualizar o tema de estudo.

Por último, fez-se uma breve revisão sobre a retrorrefletividade, característica tão importante para a visibilidade das sinalizações durante a noite e conseqüentemente para a segurança viária.

2.1 REVISÃO SISTEMÁTICA – MÉTODO PROKNOW-C

A realização de uma pesquisa científica ocupa uma posição introdutória no desenvolvimento de um projeto de pesquisa (AFONSO *et al.*, 2012) abrangendo a revisão da literatura sobre o tema. É muito importante entender o que a comunidade científica tem consentido acerca do assunto do trabalho (ROSA *et al.*, 2015) para que se evite propor sugestões para um problema já resolvido ou com soluções melhores na literatura (AFONSO *et al.*, 2012).

Ademais, são necessárias referências confiáveis para a pesquisa científica, mesmo que se saiba que a revisão da literatura não é uma tarefa trivial (AFONSO *et al.*, 2012). Daí a importância da revisão sistemática que fornece ao pesquisador os insumos necessários e criteriosamente selecionados (MEDEIROS *et al.*, 2015).

O processo intitulado ProKnow-C (*Knowledge Development Process – Constructivist*) (ENSSLIN *et al.*, 2010 *apud* LACERDA; ENSSLIN; ENSSLIN, 2012) foi criado no ano de 2007 no Laboratório Multicritério de apoio à decisão (LABMCDA) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) (CHAVES *et al.*, 2017). Ele se caracteriza pela busca de conhecimento para o pesquisador acerca de determinado

assunto com o intuito de fundamentar sua pesquisa científica (LACERDA; ENSSLIN; ENSSLIN, 2012).

A construção desse conhecimento se dá com base no resultado da aplicação do método, que é um portfólio bibliográfico de artigos alinhados com a percepção do autor sobre o tema e com reconhecimento científico (DIENSTMANN *et al.*, 2014). E para que seja possível chegar nesse resultado, o método Proknow-C preconiza três etapas principais, que são: a seleção do portfólio bibliográfico, a análise bibliométrica e a análise sistêmica (VIEGAS *et al.*, 2016).

Explanado um pouco mais o fluxo de aplicação do método tem-se as subetapas principais que, tratando-se da seleção do portfólio bruto, são: a definição das bases de dados, palavras-chave, as buscas e verificação da aderência da base de dados escolhida para as palavras-chave (ENSSLIN *et al.*, 2015a). Com isso feito tem-se o banco de artigos bruto, que passa então pelas etapas de filtragem que tratam dos documentos duplicados, da atualidade dos mesmos, do reconhecimento científico com base no número de citações de cada artigo e da percepção do autor de alinhamento dos mesmos com o tema em estudo. Por fim chega-se, então, ao banco de artigos final (DIENSTMANN *et al.*, 2014).

Já para a fase de análise bibliométrica sugerem-se subetapas de estudo dos artigos selecionados que fazem menção ao grau de relevância dos periódicos, o reconhecimento científico dos artigos, o grau de relevância dos autores e as palavras-chave mais utilizadas (DIENSTMANN *et al.*, 2014). Com estes estudos métricos é possível avaliar a informação produzida em questão de relevância com base em recursos quantitativos (MEDEIROS *et al.*, 2015) relativos aos periódicos, artigos, autores e palavras-chave. Em contraponto, a análise sistêmica é a etapa em que é possível avaliar e tirar conclusões gerais acerca do conteúdo abordado nos artigos (DIENSTMANN *et al.*, 2014).

A estrutura do trabalho é fixa como será demonstrado na seção de metodologia. Entretanto, o pesquisador tem autonomia de tomar decisões ao longo do processo que condizem com as delimitações estabelecidas para a pesquisa (CHAVES *et al.*, 2017).

A metodologia ProKnow-C se mostra como uma ferramenta eficaz na seleção de portfólio pois é clara, objetiva e com rigor científico (AFONSO *et al.*, 2012). Por isso

e pela possibilidade de adaptação, esse método de revisão sistemática é aplicado aos mais variados temas de pesquisa, como finanças e tributos (ROSA *et al.*, 2015), marketing (DELLA MONICA *et al.*, 2020), energia (MACIEL; LEDESMA; ANDO JUNIOR, 2021), desenvolvimento sustentável (AFONSO *et al.*, 2012; FIGUEIREDO *et al.*, 2017), construção civil (GOMES; POGGIALI; AZEVEDO, 2019), análise de desempenho (ENSSLIN *et al.*, 2015a; FIGUEIREDO *et al.*, 2017; LUZ *et al.*, 2016), tecnologia da informação (ENSSLIN *et al.*, 2015b; LUZ *et al.*, 2016), entre tantos outros, sendo que em todos esses cenários a metodologia apresentou resultados bastante satisfatórios.

Por fim, tendo em vista a vasta variedade e o número crescente de publicações científicas, processos sistemáticos de revisão da literatura como o Proknow-C garantem um melhor aproveitamento e mais direcionamento para o trabalho dos pesquisadores (ENSSLIN *et al.*, 2015a).

2.2 GERENCIADOR BIBLIOGRÁFICO MENDELEY

Para a organização das referências bibliográficas e arquivos dos artigos selecionados na pesquisa foi utilizado um gerenciador bibliográfico. O dispositivo Mendeley é gratuito e está disponível tanto em formato de website quanto no formato de aplicação desktop. Ele é um gerenciador bibliográfico online, ou seja, tem a função de arquivar e organizar os trabalhos de interesse do pesquisador (BORNMANN; HAUNSCHILD, 2015). Seu funcionamento se assemelha a uma rede social facilitando a interação entre a comunidade científica, principalmente o site, pelo qual é possível buscar e acompanhar pesquisadores que estão pesquisando temas do interesse do pesquisador, criar grupos de trabalho para compartilhamento de dados.

O programa, que pode ser instalado no computador, chamado de Mendeley Desktop, permite a criação de pastas e armazenamento de artigos que podem receber comentários e grifos na aba de leitura e também permite a criação de citações e referências bibliográficas nos mais diversos formatos por meio da extensão do programa usado nos editores de texto. Além disso, o software permite a geração de estatísticas relacionadas à quantidade de artigos encontrados, distribuição geográfica das publicações, entre outras funções. (YAMAKAWA *et al.*, 2014).

Um dos principais benefícios deste dispositivo é a sincronização dos arquivos armazenados no programa, o que possibilita o acesso remoto de qualquer lugar e a qualquer hora aos documentos (ZAUGG *et al.*, 2011) e aumenta a segurança contra perdas por problemas computacionais. O acesso à sua biblioteca de documentos, tanto no site quanto no programa é feito por meio de um usuário e senha previamente cadastrados para cada perfil.

2.3 RETRORREFLETIVIDADE

A retrorrefletividade é uma propriedade que, quando presente em um elemento, faz com que a luz dos faróis dos veículos que incidem sobre sua superfície retorne para o campo de visão do motorista (DE SALLES *et al.*, 2015). Este é um fenômeno muito importante para que as sinalizações de trânsito sejam vistas pela noite (DE SALLES *et al.*, 2015) e assim regulem o tráfego e garantam uma melhor segurança viária (FANG *et al.*, 2003).

A retrorrefletividade em termos de medida é expressa pelo Coeficiente de Luminância Retrorrefletida (RL) que é a razão entre a Luminância (L) de uma superfície retrorrefletiva na direção da observação e a Iluminância (E) recebida sobre um plano perpendicular na direção da luz incidente (DNIT, 2017).

$$RL = \frac{L}{E}, \text{ onde:}$$

RL= Coeficiente de luminância retrorrefletida ($\frac{cd}{m^2.lx}$);

L= Luminância ($\frac{cd}{m^2}$);

E= Iluminância (lx).

A unidade de medida da luminância é candela por unidades de área e a da iluminância é lux (DNIT, 2017). Logo, a unidade de medida utilizada para a retrorrefletividade é candelas por lux por metro quadrado ($\frac{cd}{lx*m^2}$) (NOWOTNY *et al.*, 2012) para sinalizações verticais, enquanto que, em sinalizações horizontais é medida em milicandela por lux por metro quadrado ($\frac{mcd}{lx*m^2}$) (DNIT, 2017) em função de sua menor magnitude. Essas medições normalmente são realizadas com o uso de

equipamentos chamados retrorrefletômetros que podem ser portáteis ou móveis (CHOU *et al.*, 2020).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Nesta seção serão abordados os principais processos e ferramentas utilizadas para o desenvolvimento deste trabalho.

4.1 MÉTODO PROKNOW-C

Mesmo que para cada tipo de sinalização tenham sido feitas adaptações específicas na metodologia, que serão demonstradas melhor na seção de resultados, o método Proknow-C foi a base usada tanto para a pesquisa acerca da retrorrefletividade em sinalizações verticais quanto para a pesquisa sobre a retrorrefletividade em demarcações horizontais.

A metodologia deste trabalho é composta por três etapas fundamentais: pesquisa sistemática para encontrar o portfólio bibliográfico; análise bibliométrica em softwares apropriados para analisar possíveis correlações com os metadados dos artigos e, por fim, análise sistemática a partir do conteúdo dos principais tópicos trazidos pelos trabalhos. A forma de realização de cada etapa é descrita a seguir e salienta-se que a metodologia foi empregada em dois processos distintos, um para cada tipo de sinalização em estudo.

A metodologia de revisão sistemática empregada foi baseada no método Proknow-C (DIENSTMANN *et al.*, 2014) em conjunto com a análise bibliométrica com o intuito de identificar e entender a bibliografia já existente acerca da retrorrefletividade em sinalizações verticais e demarcações horizontais. Fez-se isso por meio de uma abordagem integrativa, composta por uma análise bibliométrica e uma análise sistemática (ou de conteúdo), que pode ser aplicada em várias áreas do conhecimento (GIMENEZ ISASI *et al.*, 2015).

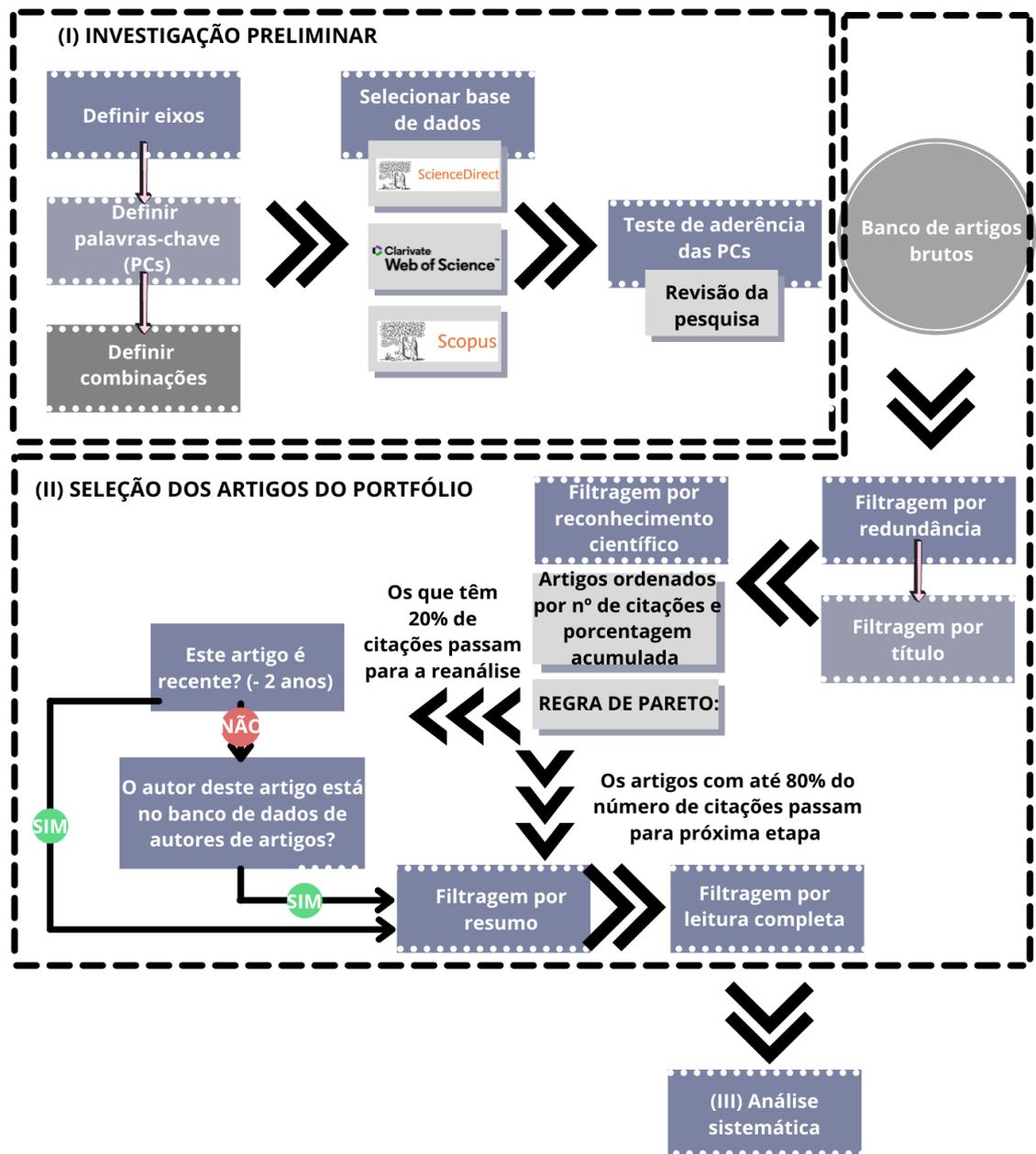
Em linhas gerais, o método baseia-se na seleção inicial de palavras-chave, de maneira a dar origem a um banco de artigos bruto, o qual passa em etapas posteriores por sucessivas filtragens: quanto à aderência das palavras-chave, quanto ao alinhamento do título, reconhecimento científico em relação ao número de citações,

quanto ao alinhamento do resumo e, finalmente, quanto ao alinhamento do texto completo (LACERDA; ENSSLIN; ENSSLIN, 2012).

Para dar-se início ao processo foi realizada investigação preliminar, que se caracteriza pelo planejamento da pesquisa e testes iniciais. Fez-se a análise das bases de dados disponíveis e a opção por aquela que se mostrou mais adequada para o tema de estudo. Além disso, foi realizado o teste de algumas palavras-chave e análise dos resultados para verificar se estavam trazendo um número significativo de artigos alinhados com o assunto do trabalho. Também se definiu o horizonte temporal da busca, normalmente entre 10 e 20 anos, e selecionaram-se tópicos de filtragem para que fosse possível alcançar resultados mais direcionados.

Em seguida, com as palavras-chave, tópicos de filtragem, base de dados e horizonte temporal da busca definidas, montaram-se as combinações e pode se iniciar a pesquisa. As etapas do método Proknow-C realizadas para a seleção dos artigos estão ilustradas pelo fluxograma da Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma do Método Proknow-C.



Fonte: (Autora).

A investigação preliminar, etapa inicial do processo, se caracteriza pela definição dos eixos, palavras-chave, combinações, base de dados e por fim o teste de aderência dessas palavras-chave à base de dados escolhida (LACERDA; ENSSLIN; ENSSLIN, 2012). O teste de aderência das palavras-chave é realizado por meio da seleção de alguns artigos alinhados com o objetivo da pesquisa e então a verificação das suas palavras-chave. Caso estas já façam parte do conjunto de palavras-chave

que será usado para a busca, nada se altera. Porém, em caso de palavras novas nessa etapa, estas são acrescentadas às palavras-chave da pesquisa e então realizam-se novas buscas com elas para complementar o banco de artigos (DIENSTMANN *et al.*, 2014).

Tendo todas as palavras-chave e base de dados definidas escolhe-se o horizonte temporal da pesquisa e os filtros por tópicos que serão aplicados à busca. Com isso feito realizam-se as buscas que originam o banco de artigos bruto. A partir desse momento foi usado como ferramenta de gerenciamento do banco de artigos o software Mendeley. Nele foram criadas pastas com os artigos componentes de cada etapa de aplicação do método, as quais podiam ser duplicadas e então realizadas as filtrações e exclusões.

Seguindo as etapas estabelecidas pelo método Proknow-C são realizadas as filtrações quanto ao alinhamento do título, reconhecimento científico em relação ao número de citações, quanto ao alinhamento do resumo e, finalmente, pela leitura completa do artigo (LACERDA; ENSSLIN; ENSSLIN, 2012) que serão discutidas a seguir com mais detalhes.

A primeira filtração realizada a partir do banco de artigos bruto é a filtração por redundância que é, basicamente, a exclusão dos artigos duplicados. Essa filtração foi realizada de forma automática pelo software Mendeley no momento em que todos os artigos das buscas foram carregados na pasta da pesquisa, otimizando o processo.

Em seguida realiza-se a filtração por título dos artigos. Ela é simplificada, mas busca a qualificação do banco de artigos de forma mais otimizada pois o número de artigos ainda é bastante grande nessa etapa. Portanto procede-se com a leitura dos títulos e exclusão daqueles que não estão alinhados com o tema da pesquisa de acordo com a percepção do pesquisador.

Posteriormente é realizada a filtração por reconhecimento científico. Para fazê-la é necessário levantar o número de citações de cada um dos artigos com o apoio da ferramenta Google Scholar e ordená-los de forma decrescente por número de citações. Calculam-se então as porcentagens de citação de cada artigo em relação ao total de citações do banco e as porcentagens acumuladas. Dessa forma é possível identificar os artigos que representam, pelo menos 80% das citações, sendo os mais

reconhecidos cientificamente. Os demais artigos que totalizam menos de 20% das citações são retirados do banco de artigos e passam para uma etapa de repescagem. Para isso foi utilizado o postulado de Pareto, que estabelece que uma pequena minoria da população representa a maior parte do efeito ou nesse caso 80% do total de citações são derivadas de 20% das publicações (DE CARVALHO *et al.*, 2020).

Foram repescados e voltaram ao processo aqueles artigos que eram recentes (menos de dois anos de publicação e, portanto, sem tempo suficiente para adquirirem reconhecimento) ou possuíam algum autor que já estivesse no banco de artigos com reconhecimento científico. Os artigos sem reconhecimento científico, que não eram recentes e nem possuíam autores que já estavam presentes no banco de artigos foram excluídos do processo definitivamente.

E por fim, reunindo os trabalhos com reconhecimento científico e repescados, realizou-se a fase de filtragem pela leitura do resumo, verificando quais estavam alinhados ao tema do trabalho e excluindo-se os desalinhados.

A última filtragem realizada foi pela leitura dos artigos completos que terminou por formar o portfólio bibliográfico da pesquisa (LACERDA, ENSSLIN & ENSSLIN, 2012). Nessa filtragem procedeu-se igualmente à anterior: os artigos alinhados com o tema da pesquisa continuaram no banco de artigos e os não alinhados de acordo com a percepção do pesquisador foram excluídos.

Tem-se, assim, o banco de artigos final, selecionado pela revisão sistemática que pode ser usado como embasamento teórico do tema em estudo de acordo com estudos e pesquisas já realizados e reconhecidos cientificamente.

4.2 MENDELEY

Todo o banco de artigos bruto selecionado foi carregado e armazenado no gerenciador bibliográfico Mendeley que permitiu o gerenciamento do banco de dados e a filtragens do método de forma prática e organizada.

Em suma, este software embasou todo o desenvolvimento e aplicação do Método Proknow-C e posteriormente o armazenamento de todos os artigos do banco

de artigos final. A partir dele foi possível fazer a leitura completa dos documentos e destacar as partes mais importantes para a pesquisa.

4.3 ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

Para a compreensão dos materiais selecionados, sob a ótica da análise bibliométrica, foram utilizados softwares diferentes para sinalização vertical e demarcação horizontal. No caso do estudo da retrorrefletividade em sinalizações verticais foi usado o VOSviewer (www.vosviewer.com), visto que este permite uma visualização em redes dos metadados dos trabalhos sob diversos pontos de vista. Com ele foi possível criar ilustrações das palavras-chave dos artigos selecionados, relacionando-as entre si e organizadas pelo ano de publicação do artigo.

Além disso, foi possível estabelecer as relações existentes entre os autores e coautores desses mesmos trabalhos. Para complementar a análise bibliométrica foram levantados os países e periódicos de publicação dos artigos selecionados para que fosse possível avaliar a distribuição espacial das pesquisas sobre esse tema com o auxílio de gráficos criados a partir de planilhas eletrônicas do software Microsoft Excel.

Já para o tema da retrorrefletividade em demarcações horizontais, a partir do banco de artigos final também se realizaram análises bibliométricas do ponto de vista da distribuição temporal e espacial das publicações (Dienstmann *et al.*, 2014). Essas análises bibliométricas foram realizadas com o apoio do programa Microsoft Excel por meio de planilhas eletrônicas e gráficos ilustrativos que representam de forma objetiva e simplificada o estado atual da bibliografia existente sobre o tema e favorecem a análise e discussão dos resultados.

4.4 ANÁLISE SISTÊMICA¹

¹ Análise sistêmica se refere a análise do conteúdo dos artigos selecionados enquanto revisão sistemática é o formato estruturado de pesquisa que caracteriza o Método Proknow-C.

Tanto para a revisão bibliográfica acerca da retrorrefletividade em sinalizações verticais quanto em demarcações horizontais foram definidas questões norteadoras para guiar a leitura completa dos artigos selecionados. Dessa forma foi possível extrair informações mais pertinentes e de interesse da pesquisadora para que depois fossem comparadas entre si e embasassem conclusões mais generalistas acerca das descobertas sobre o tema.

As questões norteadoras utilizadas para a leitura completa dos artigos sobre a retrorrefletividade em sinalizações verticais foram:

1. Qual é o objetivo fundamental do trabalho?
2. A retrorrefletividade influencia em quais aspectos dos transportes?
3. Como foi medida a retrorrefletividade?
4. Quais os aspectos o artigo avalia que influenciam na retrorrefletividade?
5. Qual foi a metodologia de análise?

Para a leitura completa dos artigos sobre a retrorrefletividade em demarcações horizontais as questões norteadoras foram:

1. Quais são os tipos de tinta utilizadas na demarcação?
2. Quais são os tipos de microesferas utilizadas na demarcação?
3. Quais as taxas de aplicação de microesferas utilizadas?
4. Quais os aspectos que são levados em consideração na seleção e implementação do material?
5. Quais são os fatores que são levados em consideração para a escolha da demarcação horizontal em função da manutenção?
6. Quais as estratégias de manutenção das demarcações horizontais?
7. Houve alguma conclusão acerca de aspectos como a irregularidade, macrotextura e aderência?
8. Quais as características dos experimentos em campo?
9. Como foi realizado o tratamento e análise dos dados?

Salienta-se que todas as perguntas norteadoras foram usadas como ponto de partida para a leitura de cada artigo selecionado pela revisão, entretanto, pelas diferenças de abordagens dos estudos, nem todas as perguntas foram respondidas para cada um dos artigos.

Por fim, com esta análise do conteúdo dos artigos foi possível estabelecer relações entre diferentes estudos e avaliar as descobertas já registradas sobre o tema a fim de compilar esse conhecimento. Além disso, com base na análise sistêmica foi possível identificar lacunas e oportunidades de pesquisa (RICHARTZ; BORGERT; ENSSLIN, 2015).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo serão apresentados os resultados do trabalho e discussões pertinentes acerca deles.

5.1 MÉTODO PROKNOW-C

Os resultados de cada uma das etapas do Método de revisão sistemática Proknow-C serão apresentados e discutidos para cada um dos temas para os quais o método foi aplicado, levando em consideração as peculiaridades de cada um. Assim é possível comparar os resultados quantitativos e qualitativos encontrados tendo em vista que a retrorrefletividade em sinalizações verticais e demarcações horizontais têm a mesma função do ponto de vista a segurança viária.

5.1.1 Retrorrefletividade em sinalizações verticais

A revisão bibliográfica acerca deste tema foi realizada de acordo com o fluxo do método Proknow-C descrito na seção de materiais e métodos com algumas adaptações que serão justificadas ao longo da apresentação dos resultados.

A investigação preliminar iniciou-se pela definição dos eixos de palavras-chave, que foram apenas dois: Sinalização vertical e Retrorrefletividade. Com esses dois eixos foi possível aliar os dois objetos principais de interesse da pesquisa e trazer representatividade de ambos para todas as combinações. Salienta-se que as palavras-chave foram escritas no idioma inglês para que dessa forma fossem alcançadas publicações a nível internacional e provenientes de mais países.

Posteriormente definiram-se as palavras-chave que foram escolhidas de acordo com a experiência dos pesquisadores. Para o eixo sinalização vertical foram escolhidos termos sinônimos que fizessem menção a esse tipo específico de sinalização. As palavras-chave definidas para esse eixo foram: *Road sign**, *vertical sign**, *signaling**, *vertical signage*, *Highway sign* e *roadway sign*. O símbolo * foi usado

em algumas palavras-chave pois dentro do Portal da Capes ele permite encontrar outros termos similares.

Já para o eixo retrorrefletividade foram escolhidas quatro palavras-chave: *Retroreflect**, *Retroreflective film*, *retroreflection* e *Retroreflective sheeting*. Essas palavras-chave foram definidas em função da característica retrorrefletiva da sinalização.

A base de dados escolhida para as pesquisas foi o Portal de Periódicos da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), uma biblioteca virtual que permite às instituições de ensino e pesquisa no Brasil o acesso a materiais de diversas bases de dados.

Com o objetivo de testar a aderência das palavras-chave escolhidas, foram selecionados dois artigos inicialmente alinhados ao tema da pesquisa, e foram observadas as palavras-chave que não haviam sido incluídas nas pesquisas iniciais. A partir dessa análise, foi constatado que a incorporação da palavra-chave “*traffic sign*” ao primeiro eixo poderia fornecer novos artigos relevantes para a pesquisa. Da nova combinação foram obtidos 7 novos artigos, ou seja, que não estavam no banco já selecionado.

Com o intuito de realizar uma análise geral da relevância das combinações de palavras-chave dentro do banco de artigos selecionados até então, foram verificadas quais combinações incluíam esses artigos. Essa análise permitiu observar que a maioria dos trabalhos selecionados até essa etapa podiam ser encontrados apenas com as combinações “*Road Sign* Retroreflect**” e “*Vertical Sign* Retroreflect**”, tendo em vista que o restante delas fornecia pouco ou nenhum material que já não tivesse sido encontrado com essas combinações. Além disso, constatou-se que as combinações “*Road Sign* Retroreflective Film*” e “*Vertical Sign* Retroreflective Film*” poderiam ter sido retiradas sem prejudicar o banco final de artigos. Por esse motivo, a palavra-chave “*traffic sign*” selecionada pelo teste aderência, foi combinada apenas com “*Retroreflect**” e “*Retroreflective sheeting*”.

Com isso definiram-se as combinações definitivas da pesquisa, apresentadas na tabela 1.

Tabela 01 – Combinações de palavras-chave para pesquisa sistemática acerca da retrorrefletividade em sinalizações verticais.

Combinação	Eixo 1 Sinalização vertical	Eixo 2 Retrorrefletividade
1	Road sign*	Retroreflect*
2	Road sign*	Retroreflective film
3	Road sign*	Retroreflective sheeting
4	Vertical sign*	Retroreflect*
5	Vertical sign*	Retroreflective film
6	Vertical sign*	Retroreflective sheeting
7	Traffic sign	Retroreflect*
8	Traffic sign	Retroreflective sheeting

Fonte: (Autora).

Realizaram-se as buscas com as combinações e o resultado foi um banco bruto de 2131 artigos. Desse banco foram selecionados apenas os trabalhos que haviam sido publicados na última década (1111 artigos) e que se enquadraram dentro das áreas de engenharia e transportes refinando-se a pesquisa por tópicos (521 artigos). Tópicos como medicina, biologia, anatomia e psicologia foram excluídos nas buscas e ficaram apenas aqueles alinhados ao tema de acordo com a percepção da pesquisadora.

Em seguida foi realizado o teste de aderência das palavras-chave conforme detalhado acima. Pelo teste de aderência adequaram-se as combinações e então fizeram-se as buscas extras que complementaram o banco de artigos. E por fim, com todas as buscas realizadas excluíram-se os artigos duplicados, filtrando o banco de artigos por redundância. Ao fim dessa etapa o número de artigos foi 448.

A partir desse banco de artigos foram, então, realizadas as outras etapas de filtragem já mencionadas na seção de materiais e métodos, de modo a obter o portfólio bibliográfico final, alinhado com o tema da pesquisa e com relevância científica. O número de documentos encontrados em cada etapa é apresentado na Tabela 2.

Tabela 02 – Número de artigos em cada etapa da pesquisa sistemática baseada no Método Proknow-C para retrorrefletividade em sinalizações verticais.

Etapa	Número de Artigos
Banco de artigos Bruto	2131
Banco de artigos após filtragem por espaço temporal	1111
Banco de artigos após filtragem por área	521
Banco de artigos após o teste de aderência das palavras-chave e exclusão dos artigos duplicados	448
Banco de artigos após a filtragem por título	40
Banco de artigos após novas combinações	47
Banco de artigos com relevância científica	11
Banco de artigos após a repescagem	21
Banco de artigos após filtragem por resumo	13
Banco de artigos após filtragem por leitura completa	11

Fonte: (Autora).

Pode-se verificar que, após a leitura completa do banco de artigos, 11 foram selecionados para compor o banco final de artigos que serviu de insumo para a análise bibliométrica e sistêmica acerca do tema.

5.1.2 Retrorrefletividade em demarcações horizontais

Inicialmente, para a revisão sistemática, foram realizadas 17 combinações de palavras originadas de três eixos: sinalização horizontal, retrorrefletividade e tipo de pavimento. Para o primeiro eixo foram escolhidas as palavras-chave: *horizontal sign*, *pavement marking*, *signaling** e *road marking*, enquanto para o segundo eixo foram: *retroreflect**, *premix**, *drop-on*, *glass beads*, e *microspheres*. E por fim para o último eixo as palavras escolhidas foram: *asphalt concrete*, *micro surfacing*, *adherence* e **texture**.

Da mesma forma que comentado na seção anterior, 4.1.1, para esta pesquisa sistemática as palavras-chaves foram escritas no idioma inglês para que houvesse uma maior abrangência de trabalhos a nível internacional. Bem como o símbolo * foi usado para permitir a captação de variações das palavras por prefixos ou sufixos.

As dezessete combinações iniciais foram reproduzidas na Tabela 3.

Tabela 03 – Combinações preliminares de palavras-chave para pesquisa sistemática acerca da retrorrefletividade em sinalizações horizontais.

Combinação	Eixo 1 Sinalização horizontal	Eixo 2 Retrorrefletividade	Eixo 3 Pavimento
1	<i>Horizontal sign</i>	<i>Premix*</i>	<i>Asphalt concrete</i>
2	<i>Horizontal sign</i>	<i>Premix*</i>	<i>Adherence</i>
3	<i>Pavement marking</i>	<i>Premix*</i>	<i>*texture*</i>
4	<i>Pavement marking</i>	<i>Glass beads</i>	<i>Micro surfacing</i>
5	<i>Pavement marking</i>	<i>Retroreflect*</i>	<i>*texture*</i>
6	<i>Signaling*</i>	<i>Drop-on</i>	<i>Micro surfacing</i>
7	<i>Signaling*</i>	<i>Drop-on</i>	<i>Adherence</i>
8	<i>Signaling*</i>	<i>Retroreflect*</i>	<i>*texture*</i>
9	<i>Road marking</i>	<i>Drop-on</i>	<i>Adherence</i>
10	<i>Road marking</i>	<i>Glass beads</i>	<i>*texture*</i>
11	<i>Road marking</i>	<i>Retroreflect*</i>	<i>Micro surfacing</i>
12	<i>Road marking</i>	<i>Drop-on</i>	<i>Asphalt concrete</i>
13	<i>Horizontal sign</i>	<i>Glass beads</i>	<i>*texture*</i>
14	<i>Horizontal sign</i>	<i>Retroreflect*</i>	<i>Adherence</i>
15	<i>Signaling*</i>	<i>Microspheres</i>	<i>Adherence</i>
16	<i>Pavement marking</i>	<i>Microspheres</i>	<i>Asphalt concrete</i>
17	<i>Horizontal sign</i>	<i>Microspheres</i>	<i>Micro surfacing</i>

Fonte: (Autora).

Nessa primeira tentativa utilizou-se o horizonte temporal de 10 anos, filtro por tópico Engenharia e as pesquisas foram realizadas nas três bases de dados mais comuns nas buscas de artigos científicos internacionais na área da engenharia: *Science Direct*, *Scopus* e *Web of Science*. Entretanto, logo após o teste de aderência das palavras-chave e filtragem de documentos por título verificou-se a necessidade de alteração nas buscas para enriquecer as pesquisas e encontrar mais artigos alinhados ao tema de estudo. Então verificaram-se as palavras-chave presentes em artigos diretamente alinhados com o tema da retrorrefletividade nas demarcações horizontais e estas foram incluídas para formação das novas combinações.

Assim, para a segunda tentativa foi excluído o último eixo que era referente ao tipo de pavimento pois entendeu-se que essa característica não deveria balizar as buscas, e agregaram-se algumas novas palavras aos eixos Demarcação horizontal e Retrorrefletividade. Dessa forma, foram realizadas pesquisas com 46 combinações nas três bases de dados citadas anteriormente, como mostra a Tabela 04.

Tabela 04 – Combinações definitivas de palavras-chave para pesquisa sistemática acerca da retrorrefletividade em sinalizações horizontais.

(continua)

Combinação	Eixo 1 Sinalização horizontal	Eixo 2 Retrorefletividade
1	<i>Horizontal sign</i>	<i>Premix</i>
2	<i>Horizontal sign</i>	<i>Painting</i>
3	<i>Horizontal sign</i>	<i>glass sphere</i>
4	<i>Horizontal sign</i>	<i>Brighter road markings</i>
5	<i>Pavement marking</i>	<i>Retroreflectivity</i>
6	<i>Pavement marking</i>	<i>drop-on</i>
7	<i>Pavement marking</i>	<i>glass bead</i>
8	<i>Pavement marking</i>	<i>Microspheres</i>
9	<i>Sign*</i>	<i>Premix</i>
10	<i>Sign*</i>	<i>drop-on</i>
11	<i>Sign*</i>	<i>glass bead</i>
12	<i>Sign*</i>	<i>Microspheres</i>
13	<i>Sign*</i>	<i>Painting</i>
14	<i>Sign*</i>	<i>glass sphere</i>
15	<i>Road marking</i>	<i>Retroreflectivity</i>
16	<i>Road marking</i>	<i>Premix</i>
17	<i>Road marking</i>	<i>drop-on</i>
18	<i>Road marking</i>	<i>glass bead</i>
19	<i>Road marking</i>	<i>Microspheres</i>
20	<i>Road marking</i>	<i>Painting</i>
21	<i>Road marking</i>	<i>glass sphere</i>
22	<i>Road marking</i>	<i>Brighter road markings</i>
23	<i>Horizontal signage</i>	<i>Retroreflectivity</i>
24	<i>Horizontal signage</i>	<i>Premix</i>
25	<i>Horizontal signage</i>	<i>drop-on</i>
26	<i>Horizontal signage</i>	<i>Microspheres</i>
27	<i>Pavement markers</i>	<i>drop-on</i>
28	<i>Pavement markers</i>	<i>glass bead</i>

Tabela 04 – Combinações definitivas de palavras-chave para pesquisa sistemática acerca da retrorrefletividade em sinalizações horizontais.

(continuação)

29	<i>Pavement markers</i>	<i>Brighter road markings</i>
30	<i>Paint marking</i>	<i>Retroreflectivity</i>
31	<i>Paint marking</i>	<i>drop-on</i>
32	<i>Paint marking</i>	<i>Microspheres</i>
33	<i>Paint marking</i>	<i>Painting</i>
34	<i>Road delineation</i>	<i>Retroreflectivity</i>
35	<i>Road delineation</i>	<i>glass bead</i>
36	<i>Road delineation</i>	<i>Microspheres</i>
37	<i>Road delineation</i>	<i>Painting</i>
38	<i>Paint line</i>	<i>Microspheres</i>
39	<i>Paint line</i>	<i>Brighter road markings</i>
40	<i>Road marking</i>	<i>Material</i>
41	<i>Pavement marking</i>	<i>Bead density</i>
42	<i>Horizontal Sign</i>	<i>Retro-reflectivity</i>
43	<i>Horizontal sign</i>	<i>Waterborne paint</i>
44	<i>Pavement markers</i>	<i>Waterborne paint</i>
45	<i>Road marking</i>	<i>Retro-reflectivity</i>
46	<i>Paint marking</i>	<i>Retro-reflectivity</i>

Fonte: (Autora).

Usou-se um horizonte temporal de 20 anos dessa vez para aumentar a abrangência dos resultados e filtragem por tópicos como engenharia e ciência dos materiais para a criação do banco de artigos bruto deste trabalho que, dessa vez, contou com 38441 artigos.

A partir do banco de artigos bruto iniciaram-se os processos de filtragem dos artigos conforme indicado no fluxograma da Figura 1. O processo de filtragem dos resultados está ilustrado numericamente pela Tabela 5.

Tabela 05 – Número de artigos em cada etapa da pesquisa sistemática baseada no Método Proknow-C para retrorrefletividade em demarcações horizontais.

Etapa	Número de Artigos
Banco de artigos Bruto	706
Banco de artigos após filtragem por espaço temporal (10 anos), área e leitura dos títulos	7
Novo banco de artigos bruto (Pós teste de aderência de PCs)	38441
Banco de artigos após filtragem por espaço temporal (20 anos) e área (tópicos)	7057
Banco de artigos após a filtragem por duplicados e leitura do título	67
Banco de artigos com relevância científica	23
Banco de artigos após a repescagem	51
Banco de artigos após filtragem por resumo	35
Banco de artigos após filtragem por leitura completa	31

Fonte: (Autora).

Na primeira linha da Tabela 5 está indicado o número de artigos proveniente da primeira pesquisa realizada e na segunda linha um número bruscamente mais baixo após as filtrações por espaço temporal, área e leitura do título. Daí a necessidade da incorporação de novas palavras-chave e reestruturação da pesquisa por meio do teste de aderência como explicado anteriormente. O resultado alcançado com a nova pesquisa está na terceira linha da Tabela 5.

Entre a terceira e quinta linha da Tabela 5 nota-se novamente uma diminuição bastante expressiva no número de artigos e isso se deve a algumas características das buscas. O primeiro fator que explica esses números é a maior abrangência da pesquisa com apenas dois eixos e mais combinações. Também pode ser citado o fato de que, por haver muitas pesquisas com PCs semelhantes, houve muitos artigos duplicados no banco de dados e além disso que, com a leitura do título pode-se entender melhor o assunto de cada artigo e excluir aqueles desalinhados ao tema.

Dessa forma, prosseguiu-se com as filtrações a partir dos 67 artigos restantes no banco. A seguinte filtragem realizada foi em função do reconhecimento científico de cada um dos artigos pela análise do número de citações dos mesmos, sendo que desta vez restaram 23 artigos no banco. Os artigos excluídos nessa fase passaram por uma etapa de repescagem que avaliou dois aspectos: a atualidade dos trabalhos, resgatando aqueles que eram mais recentes (últimos dois anos) e o renome dos

autores, resgatando aqueles artigos que possuíam os mesmos autores de outros artigos já selecionados. Após a realização da repescagem o número de artigos do banco subiu para 51.

Na sequência foram realizadas as filtragens por leitura do resumo e leitura completa do artigo excluindo-se aqueles artigos que não tinham relação com o objetivo da pesquisa. Por fim, obteve-se o banco de artigos final selecionado por meio da revisão sistemática baseada no método Proknow-C.

A partir do banco de artigos selecionados (31 em total) realizou-se a análise bibliométrica em que levaram-se em consideração informações relevantes sobre os trabalhos selecionados acerca do tema e que pudessem ser associadas para assim contribuírem com a formação de um panorama mundial sobre o estado da arte da retrorrefletividade em sinalizações horizontais. Salienta-se que em razão da utilização de bases de dados internacionais, este trabalho se restringe à revisão bibliográfica de artigos publicados em jornais, revistas e eventos indexados. Dessa forma, não são levadas em consideração normas e documentos técnicos nacionais e internacionais.

5.2 ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

Nesta seção serão discutidos os resultados da análise bibliométrica, como distribuição geográfica e temporal dos artigos, encontrados para a retrorrefletividade em sinalizações verticais e demarcações horizontais.

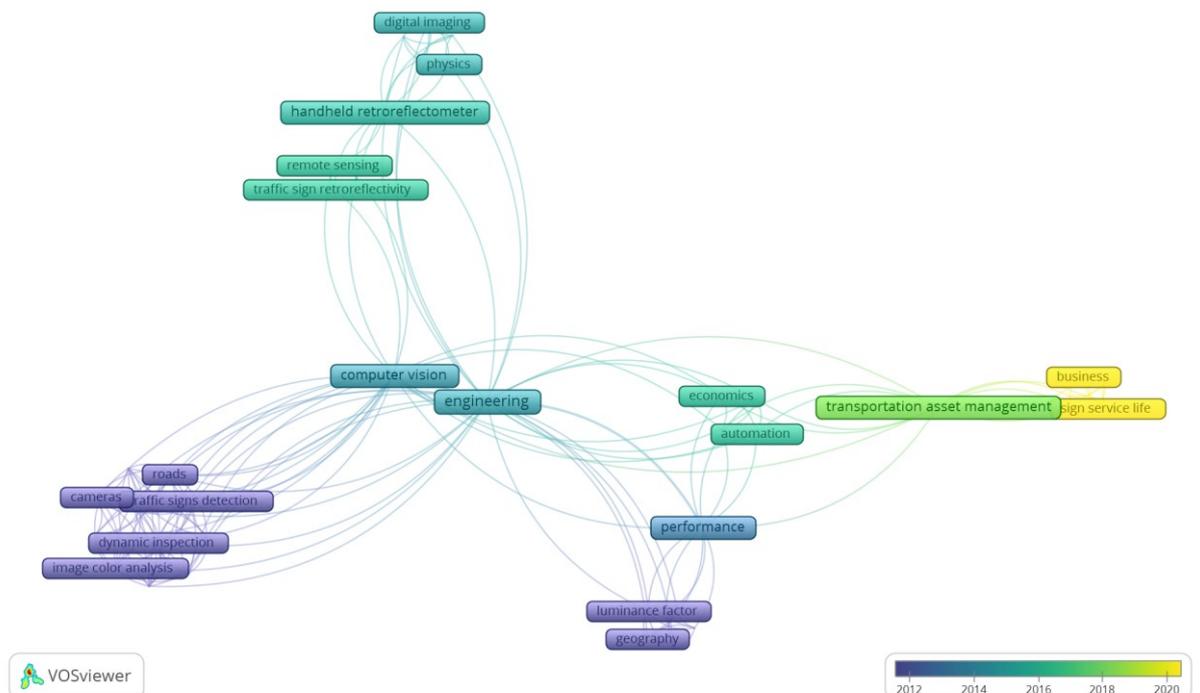
5.2.1 Retrorrefletividade em sinalizações verticais

Para análise das correlações existentes entre as palavras-chave e disposição no tempo dos artigos selecionados por meio da revisão sistemática foi utilizado o software VOSviewer disponibilizado gratuitamente na internet.

A observação das imagens geradas para análise bibliométrica pelo software VOSviewer permitiram a avaliação de forma mais visual de alguns aspectos relevantes da bibliografia existente acerca da retrorrefletividade em sinalizações verticais, desde o ponto de vista das palavras-chave indicadas nos artigos. Na Figura

2 é possível identificar que a palavra engenharia destaca-se significativamente em relação às demais, o que sugere que grande parte desses trabalhos são desta área de pesquisa. Isso se deve principalmente ao fato de que os trabalhos foram filtrados dentro do Portal de Periódicos da CAPES, mantendo apenas os que eram dessa área ou se relacionavam com a mesma. Também se nota a presença de palavras-chave que são incidentes em mais de um artigo e fazem referência possivelmente à metodologia de avaliação e análise utilizada nos trabalhos, exemplificadas por: visão computacional, retrorrefletômetro manual, sensoriamento remoto e imagens digitais. Todas estas palavras-chave aparecem fundamentalmente em publicações do período de 2012 a 2016.

Figura 2 – Correlação entre palavras-chave e ano de publicação dos artigos selecionados.

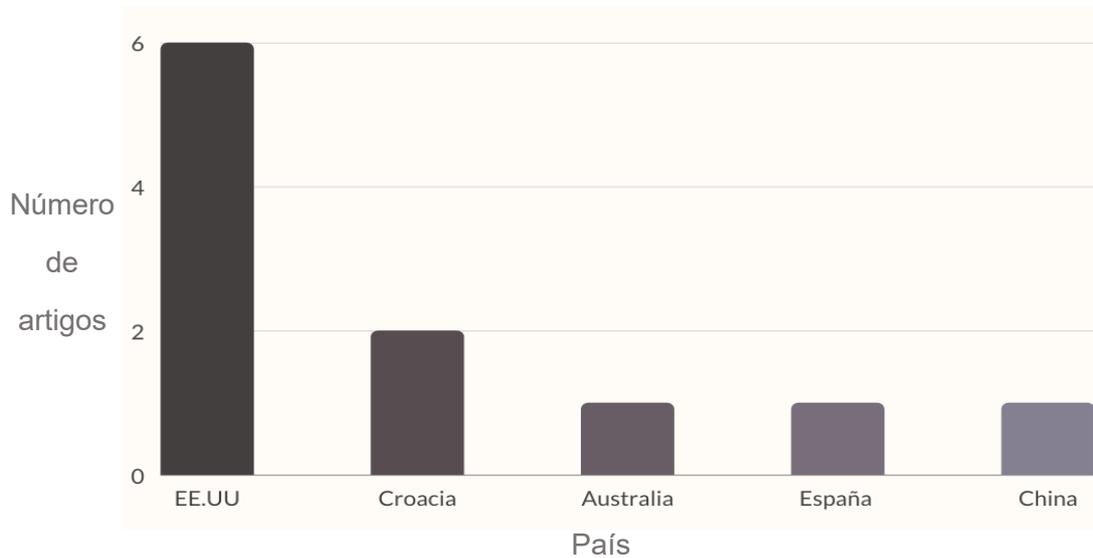


Fonte: (VOSviewer).

Entretanto, conforme mostra a Figura 2, em publicações mais recentes, que datam de 2018 até os dias atuais, notam-se palavras-chave que relacionam a questão da retrorrefletividade com a gestão. Aparecem as palavras: economia, automação, gestão de ativos de transportes e performance. A partir disso percebe-se que a preocupação com investimentos assertivos nessa área vem crescendo bastante nos últimos anos, visto que projetos de pavimentação e sinalização normalmente representam custos bastante elevados que precisam ser justificados a longo prazo. A crescente incorporação de empresas multinacionais nos consórcios de construção e concessão de rodovias (ADEDIGBA; LIN; DIN, 2020) justifica esse crescimento, o que destaca a necessidade de incorporar esse ponto de vista nos estudos de engenharia sobre a sinalização e suas características. No ano de 2020, ainda é possível notar a incorporação das palavras “negócios” e “vida útil do projeto”, evidenciando, juntamente com as palavras recentes já mencionadas, uma mudança nas propostas utilizadas pelos artigos, passando das tradicionais abordagens objetivas de medição da retrorrefletividade, para uma discussão em que se inclui retrorrefletividade em um plano mais geral de avaliação e manutenção das sinalizações para garantir a segurança dos usuários.

Para análise da distribuição geográfica dos artigos selecionados pela revisão sistemática foi buscada a nacionalidade dos autores de cada artigo. Na Figura 3 é possível observar essa relação. Do total de artigos, 6 foram publicados por autores dos Estados Unidos, 2 da Croácia e os 3 restantes ficaram divididos entre Austrália, Espanha e China. A análise evidenciou uma concentração de esforços no estudo da retrorrefletividade em sinalizações verticais especialmente na América do Norte e na Europa, onde localizam-se, em geral, os países mais desenvolvidos. Não foram identificados na última década e dentro da base de dados consultada, trabalhos provenientes da América Latina e da África, permitindo aferir que ainda são necessários investimentos em estudos que sejam adequados aos padrões de transporte dessas regiões. O crescimento de pesquisas na área nos Estados Unidos pode ser explicado pela implementação nesse país do Manual on Uniform Traffic Control Devices (MUTCD) (FHWA, 2009), o qual estabeleceu padrões mínimos de retrorrefletividade para as sinalizações, focando a atenção dos gestores de trânsito na melhoria especialmente da visibilidade noturna dos sinais.

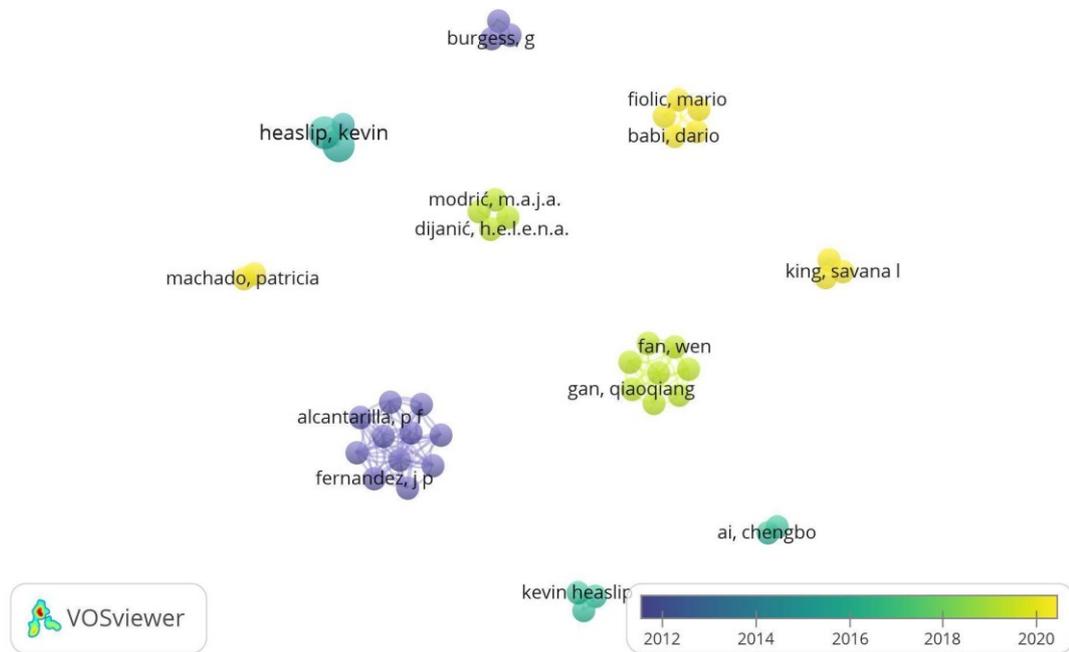
Figura 3 – Distribuição geográfica dos artigos de acordo com o país de origem dos autores.



Fonte: (Autora).

Esta análise também foi possível graças ao software VOSviewer, onde foi produzida a imagem do mapa de correlações identificada como Figura 4. A partir desse mapa, que relaciona os coautores dos trabalhos, foi possível perceber que a maioria das correlações encontradas foram apenas dentro do mesmo artigo, com exceção de Kevin Heaslip que, juntamente com Majid Khalilikhah, produziram três trabalhos juntos nos anos de 2015 e 2016. Cabe ressaltar que as pesquisas publicadas em 2016 não haviam sido selecionadas por relevância científica. A primeira delas determinou os efeitos de diversas formas de dano na retrorefletividade do sinal utilizando um retrorefletômetro manual, e a segunda usou o método de coleta de dados baseado em imagem estacionária para avaliação da condição dos sinais de trânsito para comparar com a velocidade de coleta de dados do retrorefletômetro manual. No entanto, os dois foram repescados por possuírem autores dentro do banco de artigos com significativo número de citações, visto que a pesquisa desenvolvida em 2015, que utilizava imagens digitais diurnas para avaliar a conformidade da condição visual com a retrorefletividade do sinal, havia sido selecionada. Com isso, é possível perceber uma tendência de migração para novas tecnologias que permitam avaliar a retrorefletividade de maneira menos dispendiosa, como pode ser observado pela relevância científica apresentada pelo tema.

Figura 4 – Correlação entre os coautores dos artigos.



Fonte: (VOSviewer).

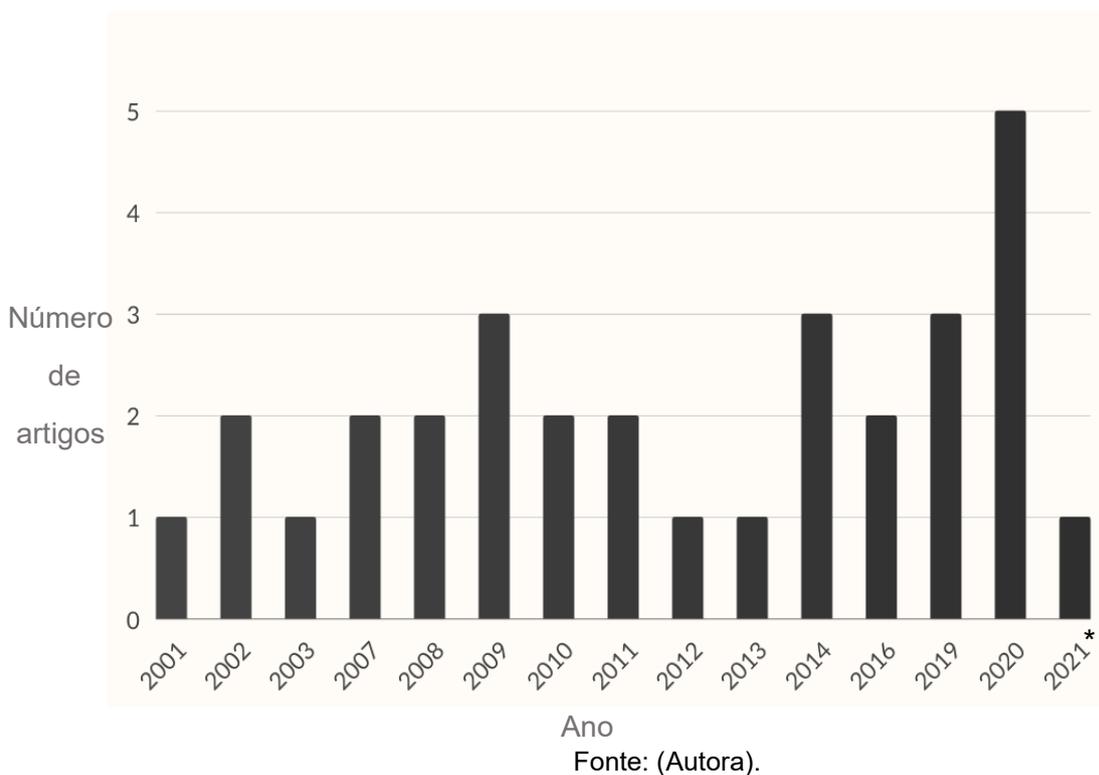
Em relação aos periódicos e jornais de publicação, cada um dos 11 trabalhos selecionados para o banco de artigos final foi publicado em um diferente dos demais. Mesmo os Estados Unidos que desponta em número de publicações possui cada uma delas em um periódico diferente. Esse resultado corrobora as análises anteriores e demonstra que esse tema ainda foi pouco pesquisado, e se encontra muito disperso na literatura com pesquisas de diferentes autores publicados em diferentes periódicos, ou seja, não há uma continuidade de trabalho. Assim, se faz necessário o desenvolvimento de novos trabalhos para consolidar fontes importantes de pesquisa sobre o tema, assim como relacioná-las entre elas.

5.2.2 Retrorrefletividade em sinalizações horizontais

Na figura 5 está representado o gráfico de distribuição temporal dos artigos selecionados pela revisão sistemática. De acordo com ela é possível observar um

considerável aumento da produção científica de artigos da referida área na última década (2011-2021), representando cerca de 58% da totalidade. A tendência se acentua desde 2014, período em que o assunto está sendo ainda mais discutido e abordado, destacando o ano de 2020 em que foi encontrado o máximo de publicações. Esses dados, enfatizam ainda mais a relevância do estudo e demonstram a crescente preocupação na abordagem de sinalizações horizontais na atualidade. Entretanto, para o ano de 2021 percebe-se um número bastante baixo de artigos selecionados e isso se explica pelo fato de que o presente trabalho foi realizado durante o ano de 2021 então não foi possível alcançar todas as publicações feitas durante o ano.

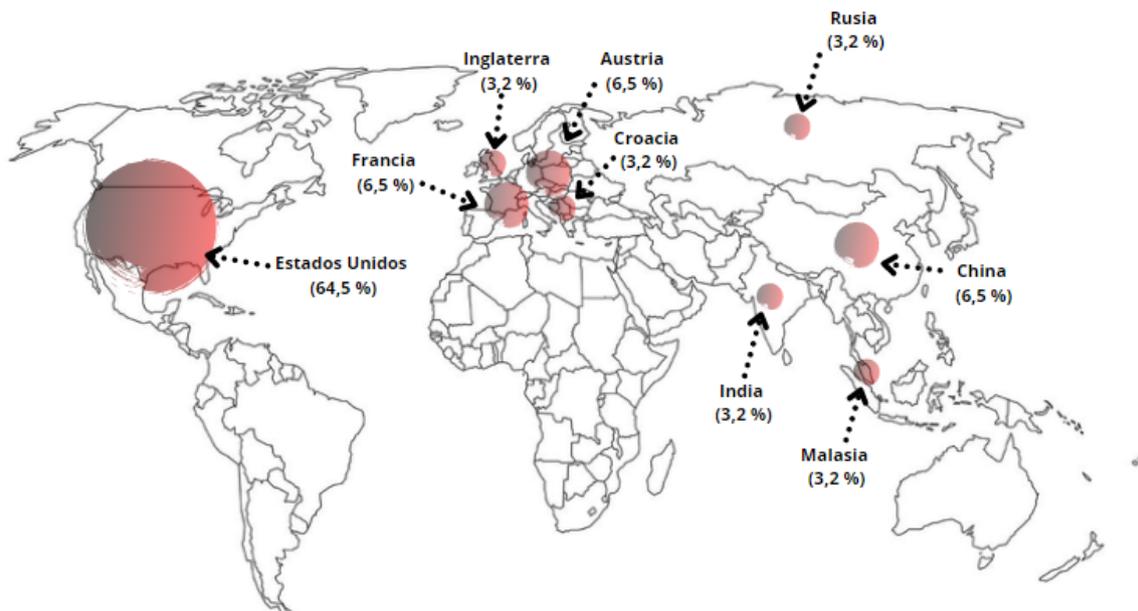
Figura 5 – Distribuição temporal dos artigos.



Outro fato analisado é a distribuição destas publicações no espaço geográfico, conforme apresentado na Figura 3. É notória a ausência da abordagem do tema em continentes como América do Sul, América Central, África e Oceania, se contrapondo em relação à América do Norte, que por sinal, constitui a maior parcela de percentagem científica com mais da metade de todas as publicações do banco de artigos final sobre a retrorrefletividade em sinalizações horizontais, seguido da Europa

e Ásia que acumulam, respectivamente, 19,4% e 16,1%. De certa forma, o panorama mundial traduz as peculiaridades e avanços de obras da literatura, que concentram-se basicamente nos Estados Unidos (EUA), país que já tem normativas e manuais específicos para garantia e manutenção da retrorrefletividade nesse tipos de sinalização (FHWA, 2009). Logo, é clara a necessidade de estudos representativos das outras regiões do mundo a respeito desse tema para que estas também possam desenvolver técnicas adequadas para sua realidade.

Figura 6 – Distribuição geográfica dos artigos.



Fonte: (Autora).

5.2.3 Comparação entre resultados da análise bibliométrica

Os resultados encontrados para a análise bibliométrica em termos de distribuição geográfica foram similares tanto para a retrorrefletividade em sinalizações verticais quanto em demarcações horizontais. Para ambos os temas o maior número de artigos selecionados provém dos Estados Unidos, ou seja, uma maior representatividade da América do norte seguido pela Europa nos estudos acerca da temática de retrorrefletividade em sinalizações. As outras regiões do globo, como Ásia, América do Sul e Oceania, possuem poucos ou nenhum artigo nesse sentido,

considerando as bases de dados e o período empregado nas revisões sistemáticas. Isso demonstra uma lacuna de pesquisa que se traduz pela falta de técnicas e conhecimento direcionado para essas realidades. Percebe-se então a necessidade de desenvolvimento de estudos e pesquisas acerca da retrorrefletividade tanto em sinalizações verticais quanto em demarcações horizontais nesses ambientes para que se tenha mais respaldo científico para a tomada de decisões do governo acerca dos investimentos nesse setor da área de transportes.

Em termos de distribuição temporal os resultados dos artigos sobre retrorrefletividade em sinalizações verticais e demarcações horizontais também são semelhantes no sentido de que houve um aumento no número de estudos sobre este tema nos últimos dez anos. Essa perspectiva se mostra bastante otimista em função do número ainda reduzido e concentrado geograficamente de pesquisas e publicações sobre o tema.

5.3 ANÁLISE SISTÊMICA

Nesta seção estão descritas as principais descobertas e resultados dos estudos já realizados sobre os temas da retrorrefletividade em sinalizações verticais e horizontais e seus contextos.

5.3.1 Retrorrefletividade em sinalizações verticais

Pela análise das questões norteadoras da pesquisa tornou-se possível avaliar detalhes e tendências dos estudos já realizados sobre esse tema. Entre os principais tópicos dos artigos selecionados estão estudos sobre o impacto das sinalizações verticais no comportamento dos motoristas, sensação de segurança (DARKO BABI *et al.*, 2020) e conseqüentemente no índice de acidentes, que aumenta com o grau de deterioração da retrorrefletividade desse tipo de sinalização (FERKO *et al.*, 2019).

Além disso, foi possível notar que o uso de imagens estacionárias digitais (KHALILIKHAH; BALALI; HEASLIP, 2016; KHALILIKHAH; HEASLIP; SONG, 2015) e visão computacional (AI; TSAI, 2016) para a avaliação do desempenho e

retrorefletividade em sinalizações verticais é uma tendência que vem ganhando força no cenário da pesquisa mundial, visto que representa uma técnica prática e tecnológica que facilita esse tipo de avaliação e pode ser uma alternativa ao uso de retrorefletômetros em campo. Além disso, percebe-se a preocupação crescente com estratégias efetivas de gestão e manutenção da sinalização com a análise e comparação de técnicas usadas por órgãos responsáveis (MACHADO; RASDORF, 2020) para que dessa forma seja assegurada a visibilidade por meio da retrorefletividade nas sinalizações verticais.

Com relação à metodologia de tratamento dos dados percebe-se que na maioria dos casos, tanto com resultados de campo como obtidos em laboratório, usou-se a estatística com o objetivo de estabelecer relações entre os dados e assim obter conclusões a respeito deles (BABIC *et al.*, 2020; FERKO *et al.*, 2019; KHALILIKHAH; HEASLIP, 2016). Além disso, metodologias mais modernas também foram empregadas na análise, como a tecnologia LIDAR, que estabelece a correlação entre a intensidade da imagem capturada por sensores e a retrorefletividade do sinal de trânsito (AI, TSAI, 2016), e algoritmo de processamento de imagens, detectando os sinais e painéis de modo a classificá-los em função da sua luminância e forma, e os respectivos valores de retroreflexão e contraste (GONZÁLEZ *et al.*, 2011). Por outro lado, Machado & Rasdorf (2020) realizaram análises qualitativas das respostas de cada DOT (Department of Transportation) pesquisado dos Estados Unidos com relação aos questionamentos realizados sobre as metodologias de gerenciamento das sinalizações.

O efeito da presença de elementos de sinalização de trânsito (marcações e sinais de trânsito) no comportamento de jovens condutores em condições noturnas foi investigado por Babic, Babi, Cajner, Sruk, & Fiolic (2020), com base em dados relativos à velocidade de condução, aceleração e desaceleração e posição lateral do veículo. Analisando medidas de frequência cardíaca e movimento dos olhos, foi avaliado o nível de estresse do motorista ao dirigir nos cenários com e sem elementos de sinalização de tráfego, sendo um estudo focado diretamente na percepção do usuário. Contudo, esse foi o único trabalho encontrado a respeito do tema na última década e na base consultada, evidenciando uma lacuna de pesquisa que ainda precisa ser explorada a fim de compreender de fato como a sinalização influencia nas tomadas de decisão dos condutores.

Mesmo que películas retrorrefletivas sejam usadas em diversos setores da sociedade e com variados fins (BURGESS; SHORTIS; SCOTT, 2011a), quando se trata de sinalização vertical é quase uma unanimidade que a retrorrefletividade influencia o aspecto da segurança viária (FERKO *et al.*, 2019; MACHADO; RASDORF, 2020; VIEIRA, 2020) principalmente durante a noite (AI; TSAI, 2016). Por isso, verificou-se o conjunto de fatores já estudados, tanto extrínsecos quanto intrínsecos à sinalização, que influenciam na retrorrefletividade da mesma. São considerados fatores intrínsecos aqueles que são inerentes a sinalização em si, como a cor e tipo de película, e extrínsecos aqueles que são consequência do ambiente, como o tráfego de veículos ou de pedestres.

Quando se fala em fatores intrínsecos, como já era esperado, a retrorrefletividade das sinalizações verticais diminui significativamente com o avanço da idade da mesma (BURGESS; SHORTIS; SCOTT, 2011b; KHALILIKHAH; HEASLIP; SONG, 2015) e as sinalizações verticais de cor branca são as que apresentam maiores índices de retrorrefletividade na maioria dos casos quando comparadas às outras cores (KHALILIKHAH; HEASLIP; SONG, 2015).

Já quando se trata de fatores extrínsecos, há diferença significativa entre o desempenho retrorrefletivo das sinalizações para diferentes formas de dano. Placas desbotadas e rachadas apresentam a maior taxa de falha na retrorrefletividade enquanto que para efeitos de vandalismo deve-se avaliar o dano em campo (KHALILIKHAH; HEASLIP, 2016). Além disso, a presença de poeira e abrasão nas sinalizações verticais também faz com que a retrorrefletividade seja prejudicada (BURGESS; SHORTIS; SCOTT, 2011a).

Dessa forma, programas de manutenção adequada e periódica fazem com que a retrorrefletividade seja mantida em níveis aceitáveis no decorrer do tempo (MACHADO; RASDORF, 2020).

5.3.2 Retrorrefletividade em demarcações horizontais

Os artigos selecionados por meio da revisão sistemática foram avaliados por meio de questões norteadoras e registrados os pontos mais relevantes de cada um para que se pudessem compilar e comparar as informações e descobertas presentes

e, dessa forma, contribuir para orientação de trabalhos futuros. Entre as questões norteadoras que guiaram a leitura completa dos artigos estão as características do material empregado, como tipo de tinta, microesferas, taxa de aplicação e os fatores que são levados em consideração para seleção dos materiais na fase de implementação e manutenção. Também buscaram-se informações acerca das características dos ensaios realizados em campo, como tipo de pavimento, regularidade e aderência, equipamentos usados, e fatores que influenciam na retrorrefletividade, entre outras. As respostas dessas questões foram organizadas e agrupadas de forma que auxiliem futuras revisões bibliográficas e trabalhos sobre o tema.

Com a seleção dos artigos foi possível notar que do ponto de vista de materiais para construção de sinalizações horizontais se destacam a tinta à base de água (DONNELL *et al.*, 2009; HIGGINS *et al.*, 2009; MOHAMED *et al.*, 2020; SMADI *et al.*, 2014), termoplásticos (BABÍĆ *et al.*, 2019; MOHAMED *et al.*, 2020; ZHANG *et al.*, 2011), plástico aglomerado a frio e película pré-fabricada (BARRETTE; PIKE, 2019; MIGLETZ *et al.*, 2001), que é apontada como mais cara em relação às demais mas que, em contraponto apresenta uma maior vida útil (XU *et al.*, 2021). Todas essas opções de tintas são empregadas com a aplicação de microesferas para conferir retrorrefletividade à marcação. E além delas existem estudos inovadores para marcação horizontal com o uso de materiais fosforescentes, que ainda apresentam dificuldades de implantação devido à necessidade de estabilizar as partículas na matriz da tinta e a tendência de o fósforo para hidrolisar (NANCE; SPARKS, 2020).

Quanto aos experimentos de campo realizados nos estudos sobre o tema da retrorrefletividade em sinalizações horizontais percebe-se que eles se distribuem em dois principais formatos: Ensaio de percepção humana da retrorrefletividade (BARRETTE; PIKE, 2019; GIBBONS; HANKEY, 2007; HIGGINS *et al.*, 2009) e ensaios de medição da retrorrefletividade da marcação com o uso de retrorrefletômetros (DONNELL *et al.*, 2009; JIA *et al.*, 2013; PIKE; HAWKINS; CARLSON, 2007).

Pela avaliação dos trabalhos já realizados percebe-se que para aplicação das marcações deve assegurar-se que, em relação à macrot textura, a superfície do pavimento esteja seca e limpa para que a aderência da tinta a ele seja mais efetiva (HARUN; ROSDI; ROSMANI, 2019). Além disso Zhang Hummer, Rasdorf & Mastin

(2013) afirmam que normalmente logo no início da vida útil da marcação há uma diferença na retrorrefletividade de acordo com a direção de observação, pois ao lançar as microesferas, a velocidade horizontal faz com que um dos lados dela fique mais coberta do que o outro.

Os resultados obtidos a partir da revisão bibliográfica e compilados neste trabalho permitem concluir que ainda existe uma lacuna de pesquisa acerca da retrorrefletividade em marcações horizontais, principalmente que levem em consideração as diferenças de comportamento e durabilidade em diferentes posições geográficas. O número de trabalhos sobre o tema ainda é pequeno mas percebe-se que a necessidade de insumos técnicos tem fomentado o desenvolvimento de mais trabalhos com esse fim nos últimos anos. Além disso, os trabalhos já realizados apontam fatores influentes na retrorrefletividade que podem balizar novos estudos, em diferentes lugares e condições, e também com o objetivo de descobrir outras nuances sobre o tema.

Os principais fatores que influenciam a retrorrefletividade nas marcações horizontais de acordo com a seleção de artigos desta revisão bibliográfica foram organizados nas Tabelas 6 e 7. Esses fatores foram divididos em fatores intrínsecos, características próprias da marcação, e fatores extrínsecos, aqueles que dependem do ambiente, tráfego ou do pavimento. A partir disso percebe-se que fatores extrínsecos como desgaste por atrito, clima, tipo de pavimento e manutenções relativas à neve foram indicados por muitos trabalhos como relevantes e impactantes para a retrorrefletividade em marcações horizontais no pavimento. E quanto aos fatores intrínsecos percebem-se o tipo de marcação, a cor, a idade, o tipo de microesferas e taxas de aplicação e técnicas de incorporação das microesferas como influentes na retrorrefletividade desse tipo de sinalização como será discutido a seguir.

Tabela 6: Fatores extrínsecos que influenciam a retrorrefletividade em demarcações horizontais de acordo com a revisão sistemática.

Fator extrínseco que influencia a retrorrefletividade	Citação
Presença de água (precipitação)	Higgins et al., 2009; Pike et al., 2007; Barrette et al., 2019; Gibbons & Hankey, 2007;
Inclinação transversal do pavimento	Pike et al., 2007;
Presença de sais e materiais abrasivos	Babić et al., 2019; Rich et al., 2002;
Presença de perfis elevados ou marcas sonoras	Pike et al., 2011;
Clima	Babić et al., 2019; Mohamed et al., 2020; Migletz et al., 2001; Mull & Sitzabee, 2012; Rich et al., 2002;
Manutenções devido à neve	Babić et al., 2019; Sitzabee et al., 2009; Mull & Sitzabee, 2011; Rich et al., 2002;
Tipo de pavimento	Babić et al., 2019; Harun et al., 2019; Sathyanarayanan et al., 2008; Gibbons & Hankey, 2007;

Fonte : (Autora).

Tabela 7: Fatores intrínsecos que influenciam a retrorrefletividade em demarcações horizontais de acordo com a revisão sistemática.

Fator intrínseco que influencia a retrorrefletividade	Citação
Cor	Babić et al., 2019; Avelar et al., 2014; Abboud & Bowman, 2002; Sitzabee et al., 2009; Hummer et al., 2011; Sathyanarayanan et al., 2008; De Salles et al., 2015
Tipo de marcação	Harun et al., 2019; Naidu et al., 2020; Chou et al., 2020; Migletz et al., 2001; Abboud & Bowman, 2002; Sitzabee et al., 2009; Karwa & Donnell, 2010; Gibbons & Hankey, 2007;
Idade	Babić et al., 2019; Karwa & Donnell, 2010; Ozelim & Turochy, 2014; Hummer et al., 2011;
Tipos de microesferas e taxas de aplicação	Higgins et al., 2009; Babić et al., 2019; Smadi et al., 2014; Burghardt et al., 2020; Harun et al., 2019; Migletz et al., 2001; Burghardt et al., 2016; Gibbons & Hankey, 2007; Marini, 2003; Grosques, 2008; Zhang et al., 2010;
Técnicas de incorporação das microesferas	Harun et al., 2019; Grosques, 2008; Zhang et al., 2010
Direção de pintura da marcação	Zhang et al., 2013;
Espessura/largura da marcação	Harun et al., 2019; Sitzabee et al., 2009; Donnell et al., 2009.

Fonte : (Autora).

Quanto se fala em cor, alguns estudos demonstram que ela interfere na retrorrefletividade da sinalização (ABBOUD; BOWMAN, 2002; AVELAR; CARLSON, 2014; BABIĆ *et al.*, 2019; HUMMER; RASDORF; ZHANG, 2011; SATHYANARAYANAN; SHANKAR; DONNELL, 2008; SITZABEE; HUMMER; RASDORF, 2009). No início de sua vida útil normalmente a cor branca é a que apresenta maior retrorrefletividade, entretanto após dois anos nota-se uma inversão e a cor amarela com a mesma idade pode apresentar maior retrorrefletividade que a branca (DE SALLES *et al.*, 2015).

Marcações mais espessas e com maior densidade de microesferas também se caracterizam por uma maior durabilidade de sua retrorrefletividade (DONNELL *et al.*, 2009). Mas ainda assim, quanto maior a idade da marcação menor é a sua retrorrefletividade (KARWA; DONNELL, 2010). Dessa forma pode-se concluir que, além de atentar-se às características da tinta e microesfera é necessário levar em consideração o local de implantação e suas particularidades como clima e pavimento para a escolha dos materiais e técnicas mais adequados pois estes também condicionam a durabilidade e visibilidade da retrorrefletividade em marcações horizontais.

Um exemplo disso é a precipitação, que quando se acumula sobre a marcação pode diminuir significativamente a retrorrefletividade percebida (HIGGINS *et al.*, 2009) assim como o tráfego em superfícies de pavimento úmido que acelera a degradação da retrorrefletividade das marcações (DONNELL *et al.*, 2009). Isso corrobora também com a informação de que o desgaste por atrito causado pelo tráfego contribui para essa degradação (BABIC *et al.*, 2019; MOHAMED *et al.*, 2020).

De acordo com ZHANG *et al.* (2013) a direção de pintura da demarcação e lançamento das microesferas retrorrefletivas influencia na percepção da retrorrefletividade da mesma. Isso acontece pois ao lançar as microesferas sobre a pintura, dependendo da direção e inclinação do lançamento, um dos lados da microesfera fica mais coberto que o outro ocasionando assim a baixa retrorrefletividade da demarcação quando observada pelo lado em que as microesferas ficaram mais cobertas. Em contraponto (RENZ, 2018) concluiu que as demarcações com tecnologia intemix aliada a dropon de inserção de microesferas não apresenta qualquer diferença em níveis de retrorrefletividade em consequência da direção da pintura.

Outras condições que quando presentes em maior quantidade ou intensidade na marcação podem afetar negativamente a retrorrefletividade são: sais e materiais abrasivos (RICH; MAKI; MORENA, 2002), inclinação transversal (PIKE; HAWKINS; CARLSON, 2007), perfis elevados ou marcas sonoras (PIKE; BALLARD; CARLSON, 2011) e até mesmo o atrito causado pela retirada da neve acumulada (BABIC *et al.*, 2019).

6 CONCLUSÕES

A sinalização viária constitui um dos principais elementos que garantem a qualidade e eficiência do sistema de transporte rodoviário, visto que orienta e direciona os motoristas, para organizar o tráfego e garantir a segurança dos usuários. As sinalizações verticais consistem no grupo de sinais elevados enquanto as demarcações horizontais ficam no nível do pavimento. Entretanto, ambas têm a função de transmitir uma mensagem e por isso devem ser visíveis tanto de dia quanto de noite. Para que essa visibilidade seja efetiva, no entanto, essas sinalizações possuem uma característica que se chama retrorrefletividade, permitindo que a mesma seja percebida mesmo na ausência da luz natural. Dessa maneira, este trabalho objetivou realizar uma busca sistemática das pesquisas desenvolvidas nas últimas duas décadas sobre a retrorrefletividade nas sinalizações verticais e demarcações horizontais, realizar uma análise bibliométrica e sistêmica com os artigos selecionados, bem como contribuir para a identificação das lacunas de pesquisa nessa área.

Com a aplicação do Método Proknow-C e as bases de dados definidas para este estudo os resultados se limitaram a publicações internacionais, não sendo alcançadas normas, documentos técnicos ou trabalhos acadêmicos nacionais sobre o tema. Em geral, o método Proknow-C se mostrou muito eficiente para revisões bibliográficas na área de transportes apesar das suas limitações em função das bases de dados.

Entretanto, mesmo com as limitações de busca, pela revisão sistemática foi possível identificar que há uma lacuna de pesquisa acerca da retrorrefletividade em sinalizações nos países e regiões subdesenvolvidos. Nos países mais desenvolvidos estudos com essa temática são mais frequentes e estão em ascensão. Dessa forma entende-se que é necessário desenvolver estudos, testes e ensaios para que haja um mapeamento e descobertas relevantes e representativas de diferentes cenários, climas e possibilidades. Esses estudos são de extrema importância para o planejamento, execução e manutenção do sistema de sinalização de forma econômica, segura e eficiente.

Com a leitura dos artigos selecionados pela revisão sistemática acerca do tema foi possível identificar alguns fatores intrínsecos e extrínsecos das sinalizações que afetam a retrorrefletividade das mesmas. No caso das sinalizações verticais os fatores intrínsecos que mais influenciam na retrorrefletividade da mesma são a idade e a cor, enquanto para as demarcações horizontais além destas temos o tipo de demarcação, e o tipo e índice de microesferas retrorrefletivas. Já em relação aos fatores extrínsecos nas demarcações horizontais, os fatores climáticos como precipitação, presença e retirada mecânica da neve influenciam nos índices de retrorrefletividade. Também influencia diretamente na percepção humana da retrorrefletividade o atrito causado pelo fluxo de veículos e a inclinação do pavimento. Já para as sinalizações verticais os fatores extrínsecos que mais influenciam na retrorrefletividade são os danos por vandalismo ou atrito nas placas.

Por fim, e levando em consideração todo o processo e resultados do estudo concluiu-se que o Método Proknow-C pode ser muito eficiente para pesquisas da área de transportes. Também notou-se que o desenvolvimento e melhoria das técnicas de projeto, execução e manutenção de sinalizações são imprescindíveis para o bom funcionamento do sistema de transportes de um local.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOUD, Nasser; BOWMAN, Brian L. Cost- and longevity-based scheduling of paint and thermoplastic striping. **Transportation Research Record**, [S. l.], n. 1794, p. 55–64, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.3141/1794-07>

ADEDIGBA, Olawoyin Gregory; LIN, Runhui; DIN, Nizam Ud. The degree of internationalization of Chinese Multinationals along the belt and road initiative countries. **PLoS ONE**, [S. l.], v. 15, n. 7 July, p. 1–22, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236636>

AFONSO, Michele Hartmann Feyh ; SOUZA, Juliane Vieira de; ENSSLIN, Sandra Rolim; ENSSLIN, Leonardo. Como Construir Conhecimento Sobre O Tema De Pesquisa? Aplicação Do Processo Proknow-C Na Busca De Literatura Sobre Avaliação Do Desenvolvimento Sustentável. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, [S. l.], v. 5, n. 2, p. 47–62, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.5773/rgsa.v5i2.424>

AI, Chengbo; TSAI, Yichang James. An automated sign retroreflectivity condition evaluation methodology using mobile LIDAR and computer vision. **Transportation Research Part C: Emerging Technologies**, [S. l.], v. 63, p. 96–113, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.trc.2015.12.002>

AL-MADANI, Hashim; AL-JANAHI, Abdul Rahman. Role of drivers' personal characteristics in understanding traffic sign symbols. **Accident Analysis and Prevention**, [S. l.], v. 34, n. 2, p. 185–196, 2002. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0001-4575\(01\)00012-4](https://doi.org/10.1016/S0001-4575(01)00012-4)

AVELAR, Raul; CARLSON, Paul. Link between pavement marking retroreflectivity and night crashes on Michigan two-lane highways. **Transportation**

Research Record, [S. l.], n. 2404, p. 59–67, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.3141/2404-07>

BABIĆ, D. A. R. I. O.; Ščukanec, A. N.Đ.E.L.K.O.; Babić, D. A.R.K.O.; Fiolić, M. A.R.I.O.. Model for predicting road markings service life. **Baltic Journal of Road and Bridge Engineering**, [S. l.], v. 14, n. 3, p. 341–359, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.7250/bjrbe.2019-14.447>

BABIC, Darko; Babi, Dario; Cajner, Hrvoje; Sruk, Ana; Fiolic, Mario. Effect of Road Markings and Traffic Signs Presence on Young Driver Stress Level, Eye Movement and Behaviour in Night-Time Conditions: A Driving Simulator Study. **Safety**, [S. l.], v. 6, n. 2, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/safety6020024>

BALALI, Vahid; ASHOURI RAD, Armin; GOLPARVAR-FARD, Mani. Detection, classification, and mapping of U.S. traffic signs using google street view images for roadway inventory management. **Visualization in Engineering**, [S. l.], v. 3, n. 1, p. 1–18, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s40327-015-0027-1>

BARRETTE, Timothy P.; PIKE, Adam M. Closed-Course Human Factors Evaluation of Marking and Marker Visibility. **Transportation Research Record**, [S. l.], v. 2673, n. 10, p. 840–849, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0361198119846471>

BORNMANN, Lutz; HAUNSCHILD, Robin. Which people use which scientific papers? An evaluation of data from F1000 and Mendeley. **Journal of Informetrics**, [S. l.], v. 9, n. 3, p. 477–487, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.joi.2015.04.001>

BURGESS, G.; SHORTIS, M. R.; SCOTT, P. Photographic assessment of retroreflective film properties. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote**

Sensing, [S. l.], v. 66, n. 5, p. 743–750, 2011 a. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2011.07.002>

CHAVES, Leonardo Corrêa; ENSSLIN, Leonardo; ANDRADE DE LIMA, Marcus Vinícius; ENSSLIN, Sandra Rolim. Avaliação De Desempenho Organizacional E Gestão De Processos: Mapeamento Do Tema. **Revista Eletrônica de Estratégia & Negócios**, [S. l.], v. 10, n. 1, p. 101, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.19177/reen.v10e12017101-139>

CHOU, Chia Pei; LEONG, Kin Wai; CHEN, Ai Chin; LEE, Yao Xuan. Road marking retroreflectivity study via a visual algorithm. **International Journal of Pavement Research and Technology**, [S. l.], v. 13, n. 6, p. 614–620, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s42947-020-6001-x>

COSTA, Marco; SIMONE, Andrea; VIGNALI, Valeria; LANTIERI, Claudio; BUCCHI, Alberto; DONDI, Giulio. Looking behavior for vertical road signs. **Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour**, [S. l.], v. 23, p. 147–155, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.trf.2014.01.003>

BABIC, Darko; BABI, Dario; CAJNER, Hrvoje; SRUK, Ana; FIOLIC, Mario. Effect of Road Markings and Traffic Signs Presence on Young Driver Stress Level, Eye Movement and Behaviour in Night-Time Conditions: A Driving Simulator Study. **Safety**, [S. l.], v. 6, n. 2, p. 1–16, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/safety6020024>

DE CARVALHO, Gustavo Dambiski Gomes; SOKULSKI, Carla Cristiane; DA SILVA, Wesley Vieira; DE CARVALHO, Hélio Gomes; DE MOURA, Rafael Vignoli; DE FRANCISCO, Antonio Carlos; DA VEIGA, Claudimar Pereira. Bibliometrics and systematic reviews: A comparison between the Proknow-C and the Methodi Ordinatio. **Journal of Informetrics**, [S. l.], v. 14, n. 3, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.joi.2020.101043>

DE SALLES, Lucio Salles; PEREIRA, Deividi Da Silva; TEIXEIRA, Daniel Luis Krachefski; SPECHT, Luciano Pivoto. **Avaliação retrorrefletiva de pintura de**

demarcação horizontal: peculiaridades e considerações sobre a norma e os requisitos mínimos nacionais. [S. l.], v. 23 n. 3, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.14295/transportes.v23i3.886>

DELLA MONICA, Carolina Lima; Hack, Eduardo Neto; Camacho, Renata Bezerra; Pereira, Eliane Nascimento. Marketing de experiência na era digital: criação de um portfólio bibliográfico e estudo bibliométrico. **AtoZ: novas práticas em informação e conhecimento**, [S. l.], v. 8, n. 2, p. 8, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.5380/atoz.v8i2.65779>

DIENSTMANN, J. S.; LACERDA, R. T. O.; ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S. R.. Innovation Management and Performance Evaluation: Structured process of literature review. **Produção Online**, [S. l.], p. 2–30, 2014.

DONNELL, Eric T; Donnell, Eric T.; CHEHAB, Ghassan R.; TANG, Xiaochao; SCHALL, Donald. Exploratory analysis of accelerated wear testing to evaluate performance of pavement markings. **Transportation Research Record**, [S. l.], n. 2107, p. 76–84, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.3141/2107-08>

ENSSLIN, Leonardo; LACERDA, Rogerio; SOARES, Micheli; LIMA, Carlos. Avaliação de Desempenho nas Empresas de Saneamento Básico: Construção de um Portfólio Bibliográfico Relevante ao Tema. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, [S. l.], v. 4, n. 1, p. 72–90, 2015 a. Disponível em: <https://doi.org/10.5585/geas.v4i1.187>

ENSSLIN, Leonardo; MUSSI, Clarissa Carneiro; CHAVES, Leonardo Correa; DEMETRIO, Sandro Natalino. It outsourcing management: the state of the art recognition by a constructivist research process and bibliometrics. [S. l.]: **JISTEM - Journal of Information Systems and Technology Management**, 2015 b. Disponível em: <https://doi.org/10.4301/S1807-17752015000200010>

FANG, Chiung-yao; CHEN, Sei-wang; FUH, Chiou-Shann. Road-Sign Detection and Tracking. **IEEE TRANSACTIONS ON VEHICULAR TECHNOLOGY**. [S. l.], v. 52, n. 5, p. 1329–1341, 2003.

FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION (FHWA). Manual on uniform traffic control devices for streets and highways (MUTCD). U.S.A, 2009. 816p.

FERKO, Marija; STAJNIC, Ana; MODRIC, Maja; DIJANIC, Helena. The Impact of Traffic Sign Quality on the Frequency of Traffic Accidents. **Promet**, [S. l.], v. 31, n. 5, p. 549–558, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.7307/ptt.v31i5.3023>

FIGUEIREDO, Paola; ENSSLIN, Sandra; ROSSETTO, Adriana; MATOS, Lucas. Avaliação De Desempenho Para O Desenvolvimento Do Urbanismo Sustentável: Revisão De Literatura E Diretrizes Para Futuras Investiações. **MIX Sustentável**, [S. l.], v. 3, n. 2, p. 114, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.29183/2447-3073.mix2017.v3.n2.114-124>

GIBBONS, Ronald B.; HANKEY, Jonathan. Wet night visibility of pavement markings dynamic experiment. **Transportation Research Record**, [S. l.], n. 2015, p. 73–80, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.3141/2015-09>

GIMENEZ ISASI, Natalia Khouri; MOROSINI FRAZZON, Enzo; URIONA, Mauricio. Big Data and Business Analytics in the Supply Chain: A Review of the Literature. **IEEE Latin America Transactions**, [S. l.], v. 13, n. 10, p. 3382–3391, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/TLA.2015.7387245>

GOMES, Camila Lacerda; POGGIALI, Flávia Spitale Jacques; AZEVEDO, Rogério Cabral de. Concretos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição e adições minerais: uma análise bibliográfica TT - Concretos with recycled aggregates of construction and demolition waste and mineral additions: a bibliographic analysis. **Matéria (Rio de Janeiro)**, [S. l.], v. 24, n. 2, 2019. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-70762019000200318&lang=pt%0Ahttp://www.scielo.br/pdf/rmat/v24n2/1517-7076-rmat-24-2-e12358.pdf

GONZÁLEZ, Álvaro; GARCÍA-GARRIDO, Miguel Ángel; LLORCA, David Fernández; GAVILÁN, Miguel; FERNÁNDEZ, J Pablo; ALCANTARILLA, Pablo F;

Parra, Ignacio; HERRANZ, Fernando; BERGASA, Luis M; SOTELO, Miguel Ángel; TORO, Pedro Revenga De. System Using Computer Vision. **Transportation**, [S. l.], v. 12, n. 2, p. 485–499, 2011.

HARUN, M. H.; ROSDI, S.; ROSMANI, M. High performance thermoplastic and cold applied plastic road markings: How long do they last? **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, [S. l.], v. 512, n. 1, p. 0–12, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/512/1/012002>

HIGGINS, Laura; MILES, Jeffrey D.; CARLSON, Paul; BURNS, David; AKTAN, Fuat; ZENDER, Mark; KACZMARKZ, James M. Nighttime visibility of prototype work zone markings under dry, wet-recovery, and rain conditions. **Transportation Research Record**, [S. l.], n. 2107, p. 69–75, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.3141/2107-07>

HUMMER, Joseph E.; RASDORF, William; ZHANG, Guanghua. Linear Mixed-Effects Models for Paint Pavement-Marking Retroreflectivity Data. **Journal of Transportation Engineering**, [S. l.], v. 137, n. 10, p. 705–716, 2011. Disponível em: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)TE.1943-5436.0000283](https://doi.org/10.1061/(ASCE)TE.1943-5436.0000283)

JIA, Hh; Yin, Hw; ZHANG, H L ; WANG, Xf ; CHANG, SI ; YANG, Jc Study on the heterodyning scattering of retroreflective free-space optical communication with optical heterodyning. **Journal Of The Optical Society Of America A-Optics Image Science And Vision**, [S. l.], v. 30, n. 11, p. 2286–2290, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1364/JOSAA.30.002286>

KARWA, Vishesh; DONNELL, Eric T. Predicting pavement marking retroreflectivity using artificial neural networks: Exploratory analysis. **Journal of Transportation Engineering**, [S. l.], v. 137, n. 2, p. 91–103, 2010. Disponível em: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)TE.1943-5436.0000194](https://doi.org/10.1061/(ASCE)TE.1943-5436.0000194)

KHALILIKHAH, Majid; BALALI, Vahid; HEASLIP, Kevin. Using stationary image based data collection method for evaluation of traffic sign condition. **International Journal of Transportation Science and Technology**, [S. l.], v. 5, n. 4, p. 248–256,

2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijtst.2017.03.001>

KHALILIKHAH, Majid; HEASLIP, Kevin. The effects of damage on sign visibility: An assist in traffic sign replacement.(Report)(Author abstract). **Journal of Traffic and Transportation Engineering**, [S. l.], v. 3, n. 6, p. 571, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2016.03.009>

KHALILIKHAH, Majid; HEASLIP, Kevin; SONG, Ziqi. Can daytime digital imaging be used for traffic sign retroreflectivity compliance? **Measurement: Journal of the International Measurement Confederation**, [S. l.], v. 75, p. 147–160, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2015.07.049>

LACERDA, Rogério Tadeu de Oliveira; ENSSLIN, Leonardo; ENSSLIN, Sandra Rolim. Uma análise bibliométrica da literatura sobre estratégia e avaliação de desempenho. **Gestão & Produção**, [S. l.], v. 19, n. 1, p. 59–78, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0104-530x2012000100005>

LUZ, Théo Augustus; ENSSLIN, Leonardo; MUSSI, Clarissa Carneiro; DUTRA, Ademar. Avaliação de desempenho de serviços de tecnologia da informação: Identificação do estado da arte por meio de um processo de pesquisa construtivista e análise bibliométrica. **Perspectivas em Ciencia da Informacao**, [S. l.], v. 21, n. 2, p. 120–140, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1981-5344/2526>

MACHADO, Patricia; RASDORF, William. Analysis of Three Sign Management Program Case Studies. **Public Works Management and Policy**, [S. l.], v. 25, n. 1, p. 51–74, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/1087724X19862285>

MACIEL, Joylan Nunes; LEDESMA, Jorge Javier Gimenez; ANDO JUNIOR, Oswaldo Hideo. Forecasting Solar Power Output Generation: A Systematic Review with the Proknow-C. **IEEE Latin America Transactions**, [S. l.], v. 19, n. 4, p. 612–624, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/TLA.2021.9448544>

DE MEDEIROS, Ivan L.; VIEIRA, Alessandro; BRAVIANO, Gilson; GONCALVES, Berenice S. Canvas for systematic review and bibliometrics: literature

review facilitated by information visualization/Revisao sistematica e bibliometria facilitadas por um canvas **Brazilian Journal of ...**, [S. l.], p. 1–16, 2015. Disponível em:

<https://go.gale.com/ps/i.do?id=GALE%7CA465696656&sid=googleScholar&v=2.1&it=r&linkaccess=abs&issn=18085377&p=IFME&sw=w>

MIGLETZ, J.; GRAHAM, J. L.; HARWOOD, D. W.; BAUER, K. M.. Service life of durable pavement markings. **Transportation Research Record**, [S. l.], n. 1749, p. 13–21, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.3141/1749-03>

MOHAMED, Maged; ABDEL-RAHIM, Ahmed; KASSEM, Emad; CHANG, Kevin; MCDONALD, Armando G.. Laboratory-Based Evaluation of Pavement Marking Characteristics. **Journal of transportation engineering. Part B, Pavements**, [S. l.], v. 146, n. 2, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1061/JPEODX.0000168>

NANCE, Jason; SPARKS, Taylor D. From streetlights to phosphors: A review on the visibility of roadway markings. **Progress in Organic Coatings**, [S. l.], v. 148, n. April, p. 105749, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2020.105749>

NOWOTNY, Ty K.; VELINSKY, Steven A; LASKY, Ty A; DONOHOE, Sean P. Test Driven Design of a System for Removing Graffiti from Retroreflective Signs. **Mechanics based design of structures and machines**, [S. l.], v. 40, n. 3, p. 366–379, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/15397734.2012.680876>

PIKE, Adam M.; BALLARD, Lance D.; CARLSON, Paul J. Evaluation of retroreflectivity measurement techniques for profiled and rumble stripe pavement markings. **Transportation Research Record**, [S. l.], n. 2258, p. 80–87, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.3141/2258-10>

PIKE, Adam M.; HAWKINS, H. Gene; CARLSON, Paul J. Evaluating the retroreflectivity of pavement marking materials under continuous wetting conditions. **Transportation Research Record**, [S. l.], n. 2015, p. 81–90, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.3141/2015-10>

RENZ, Eduardo Martins. **Avaliação do comportamento da retrorrefletividade de pintura de demarcação viária em micro revestimento asfáltico à frio**. 2018. 183 p. Dissertação. (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2018.

RICH, Michael J.; MAKI, Robert E.; MORENA, Jill. Development of a pavement marking management system: Measurement of glass sphere loading in retroreflective pavement paints. **Transportation Research Record**, [S. l.], n. 1794, p. 49–54, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.3141/1794-06>

RICHARTZ, Fernando; BORGERT, Altair; ENSSLIN, Sandra Rolin. Comportamento dos Custos: Mapeamento e Análise Sistêmica das Publicações Internacionais. **Sociedade, Contabilidade e Gestão**, [S. l.], v. 9, n. 3, p. 92–108, 2015. Disponível em: https://doi.org/10.21446/scg_ufrj.v9i3.13334

ROSA, Priscila Alano; PETRI, Sérgio Murilo; MATOS, Lucas dos Santos; ENSSLIN, Sandra Rolim; FERREIRA, Luiz Felipe. Avaliação de Desempenho no Planejamento Tributário: Aplicação do Processo Proknow-C em International Electronic Libraries. **Revista Evidenciação Contábil & Finanças** [S. l.: s. n.] Disponível em: <https://doi.org/10.18405/recfin20150105>

SATHYANARAYANAN, Sudhakar; SHANKAR, Venky; DONNELL, Eric T. Pavement marking retroreflectivity inspection data: A weibull analysis. **Transportation Research Record**, [S. l.], n. 2055, p. 63–70, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.3141/2055-08>

SITZABEE, William E.; HUMMER, Joseph E.; RASDORF, William. Pavement Marking Degradation Modeling and Analysis. **Journal of Infrastructure Systems**, [S. l.], v. 15, n. 3, p. 190–199, 2009. Disponível em: [https://doi.org/10.1061/\(asce\)1076-0342\(2009\)15:3\(190\)](https://doi.org/10.1061/(asce)1076-0342(2009)15:3(190))

SMADI, Omar; HAWKINS, Neal; ALDEMIR-BEKTAS, Basak; CARLSON, Paul; PIKE, Adam; DAVIES, Chris. Recommended laboratory test for predicting the initial retroreflectivity of pavement markings from glass bead quality. **Transportation**

Research Record, [S. l.], v. 2440, n. 2440, p. 94–102, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.3141/2440-12>

VIEGAS, Cláudia V.; BOND, Alan J.; VAZ, Caroline R.; BORCHARDT, Miriam; PEREIRA, Giancarlo Medeiros; SELIG, Paulo M.; VARVAKIS, Gregório. Critical attributes of Sustainability in Higher Education: A categorisation from literature review. **Journal of Cleaner Production**, [S. l.], v. 126, p. 260–276, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.02.106>

VIEIRA, Rossano Streppel. **ESTUDO DE DESEMPENHO DE EFICIÊNCIA RETRORREFLETIVA DE PELÍCULAS EMPREGADAS EM SINALIZAÇÃO VERTICAL**. [S. l.: s. n.]

XU, Ling; CHEN, Zixuan; LI, Xianrui; XIAO, Feipeng. Performance, environmental impact and cost analysis of marking materials in pavement engineering, the-state-of-art. **Journal of Cleaner Production**, [S. l.], v. 294, p. 126302, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126302>

YAMAKAWA, Eduardo Kazumi; KUBOTA, Flávio Issao; BEUREN, Fernanda Hansch; SCALVENZI, Lisiane; CAUCHIK MIGUEL, Paulo Augusto. Comparing the bibliographic management softwares: Mendeley, EndNote and Zotero. **Transinformacao**, [S. l.], v. 26, n. 2, p. 167–176, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0103-37862014000200006>

ZAUGG, Holt; WEST, Richard E.; TATEISHI, Isaku; RANDALL, Daniel L. Mendeley: Creating communities of scholarly inquiry through research collaboration. **TechTrends**, [S. l.], v. 55, n. 1, p. 32–36, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11528-011-0467-y>

ZHANG, Guanghua ; HUMMER, Joseph E. ; RASDORF, William ; MASTIN, Neil. The Impact of Directionality on Paint Pavement Marking Retroreflectivity. **Public Works Management and Policy**, [S. l.], v. 18, n. 1, p. 41–55, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/1087724X12438266>

ZHANG, YunlonG ; PIKE, Adam M. ; GE, Hancheng ; CARLSON, Paul J..
Comparison of designs of field test decks for pavement marking materials.
Transportation Research Record, [S. l.], n. 2258, p. 95–102, 2011. Disponível em:
<https://doi.org/10.3141/2258-12>