

**OBTENÇÃO DE TERMOS SEMANTICAMENTE SIMILARES DE
RELAÇÕES ESPACIAIS EM LINGUAGEM NATURAL**

**OBTAINING SEMANTICALLY SIMILAR TERMS OF
SPATIAL RELATIONS IN NATURAL LANGUAGE**

**OBTENCIÓN DE TÉRMINOS SEMÁNTICAMENTE SIMILARES DE
RELACIONES ESPACIALES EN LENGUAJE NATURAL**

Cristiane Kutianski Marchi Fagundes

Doutora em Ciências Geodésicas pela Universidade Federal do Paraná – UFPR.
criskmf@gmail.com / <http://orcid.org/0000-0002-7300-8930>

Luciene Stamato Delazari

Doutora em Engenharia de Transportes pela Universidade de São Paulo – USP. Pós-doutora pela University of Nottingham (UK). Professora Associada do Departamento de Geomática da Universidade Federal do Paraná – UFPR.
luciene@ufpr.br / <http://orcid.org/0000-0003-0018-085X>

Recebido: 25/04/2021; Aceito: 03/09/2021; Publicado: 31/10/2022.

RESUMO

As pessoas utilizam em sua linguagem natural falada ou escrita diferentes descrições de localização para uma mesma região, podendo utilizar mais de um termo de relação espacial. Com o avanço tecnológico, as relações espaciais tornaram-se fonte de estudos multidisciplinares. No entanto, grande parte dos estudos se refere a pesquisas com relações espaciais topológicas, enquanto em linguagem natural, as relações espaciais são muito utilizadas no cotidiano das pessoas e não correspondem somente a termos topológicos. Assim, o objetivo deste trabalho é investigar o uso de diversos termos de relações espaciais em descrições de localizações do cotidiano das pessoas e encontrar os seus termos semanticamente similares, no contexto de aplicações computacionais para análises espaciais. Além da coleta e do processamento dos dados, a metodologia consiste na elaboração e na aplicação de regras para identificar os termos semanticamente similares de relações espaciais. Os resultados mostram que essas regras serviram como filtragem dos termos e que facilitaram a análise final dos termos encontrados; e também podem ser aplicadas em outros idiomas.

Palavras-chave: Relações Espaciais; Linguagem Natural; Descrições de Localização; Língua Portuguesa Brasileira.

ABSTRACT

People present in spoken/written natural language different descriptions for the same region, and may use more than one spatial relation term. With technological advances, spatial relations have become a source of multidisciplinary studies. However, most studies refer to research with topological spatial relations, while in natural language the spatial relations are widely used in people's daily lives and do not correspond only to topological terms. Thus, the aim of this work is to investigate the use of various terms of spatial relations in location descriptions of people's routines and to find their semantically similar terms, in the context of computational applications for spatial analysis. In addition to collecting and processing data, the methodology consists of the elaboration and application of rules to identify the semantically similar terms of spatial relations.

The results show that these rules served as filters of the terms and they facilitated the final analysis of the terms found. Additionally, the rules can be applied in other languages.

Keywords: Spatial Relations; Natural Language; Location Descriptions; Brazilian Portuguese.

RESUMEN

Las personas usan diferentes descripciones de ubicación para la misma región en su lenguaje natural, hablado o escrito, y pueden usar más de un término de relación espacial. Con los avances tecnológicos, las relaciones espaciales se han convertido en una fuente de estudios multidisciplinarios. Sin embargo, la mayoría de los estudios se refieren a investigaciones con relaciones espaciales topológicas, mientras que en el lenguaje natural, las relaciones espaciales se utilizan ampliamente en la vida cotidiana de las personas y no corresponden solo a términos topológicos. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es investigar el uso de varios términos de relaciones espaciales en las descripciones de las ubicaciones cotidianas de las personas y encontrar sus términos semánticamente similares, en el contexto de aplicaciones computacionales para el análisis espacial. Además de la recolección y procesamiento de datos, la metodología consiste en la elaboración y aplicación de reglas para identificar los términos semánticamente similares de relaciones espaciales. Los resultados muestran que estas reglas sirvieron como filtrado de los términos y facilitaron el análisis final de los términos encontrados; y también se puede aplicar en otros idiomas.

Palabras clave: Relaciones Espaciales; Lenguaje Natural; Descripciones de Lugares; Lengua Portuguesa Brasileña.

INTRODUÇÃO

No contexto espacial, o ser humano utiliza a linguagem natural para se expressar dependendo de suas experiências espaciais, como a percepção, navegação e representação do espaço, além do reconhecimento dos objetos e de como faz a busca de objetos em um ambiente. É através da linguagem natural falada e/ou escrita que as pessoas no seu cotidiano fazem descrições de suas próprias localizações/posições e/ou de lugares/objetos/pessoas (*locatum*) em relação a outros objetos/lugares/pessoas (*relatum*) com muita frequência (CLARK, 1973; WANG et al., 2008). A diversidade de informações dispostas nos ambientes do mundo real (feições geográficas e pontos de referência) faz com que as pessoas apresentem, na sua linguagem natural falada e escrita, descrições diferentes de uma mesma região, utilizando mais de uma opção de termos de relações espaciais. Adicionalmente, as relações espaciais são frequentemente expressas por outros termos que não somente por preposições, como por exemplo, verbos e advérbios de lugar que podem ser utilizados sozinhos ou em conjunto (PINKER, 2008; STOCK e HALL, 2017). Além disto, a maioria dos termos espaciais, incluindo aqueles que são utilizados no dia a dia das pessoas em diversas situações, possui uma semântica muito variada, o que, à primeira vista, não é perceptível (WANG et al., 2008).

As relações espaciais começaram a ser estudadas com a utilização de preposições principalmente na língua inglesa (COVENTRY; GARROD, 2004; KORDJAMSHIDI et

al., 2011; COVENTRY, 2013) e, com o avanço tecnológico, tornaram-se motivo para estudos multidisciplinares. Suas representações vêm sendo estudadas na área da cognição, linguística e ciência da computação com o processamento da linguagem natural e nas geociências (TOBLER, 1970; CLAIRE; GUPTILL, 1982; BURROUGH, 1986; KORDJAMSHIDI et al., 2010). Não há regras nas descrições de localização em linguagem natural realizadas pelas pessoas em seu cotidiano. Portanto, para sua representação, o tratamento da linguagem natural deve considerar os componentes morfológicos, lexicais, sintáticos, semânticos e lógicos que intervêm na linguagem. E esta representação é realizada através de frases locativas (BRITO, 1992; STOCK; DELAZARI, 2011; KORDJAMSHIDI et al., 2011; LIU et al., 2014). Porém, as descrições de localização em linguagem natural são realizadas com termos de relações espaciais e/ou com seus termos semanticamente similares, em sentenças muitas vezes mais complexas do que a estrutura das frases locativas (*relatum*, relação espacial, *locatum*). Além disto, o grau de liberdade que a linguagem natural proporciona às pessoas traz desafios para a representação computacional dos termos de relações espaciais, principalmente porque se deve considerar que o uso indevido de um termo de relação espacial entre elementos pode transmitir informações enganosas de localização/posição (FERREIRA; DELAZARI, 2019a). Adicionalmente, cabe ressaltar que cada língua tem suas particularidades na utilização de termos de relações espaciais.

Pode-se justificar a importância destes termos de relações espaciais em linguagem natural que são utilizados como semanticamente similares para a criação de uma ontologia de relações espaciais que possa ser utilizada para fazer a conexão de ontologias existentes de feições topográficas e também em tarefas que requeiram a capacidade de inferência espacial (MARCH-CASTAÑEDA, 2017). Podem também auxiliar em sistemas de busca de informações na *WEB*, em aplicativos para localização e em descrições de rotas (HU, 2018). Quando se trata de similaridade de termos de relações espaciais, as pesquisas são relacionadas às relações espaciais topológicas. Bruns e Egenhofer (1998) apresentaram uma imposição de ordem para as relações serem representadas espacialmente, o que resultou numa aplicação formal de similaridades; Shariff et al. (1998) estudaram um modelo formal para a geometria de relações espaciais que distingue propriedades topológicas e métricas; Schwering e Martin (2005) investigaram a integração de relações espaciais nas medidas de similaridade semântica entre conceitos geoespaciais, e Cuayáhuitl et al. (2010) propuseram um sistema de diálogo na língua alemã, para gerar instruções de rota indoor.

Além do mais, na última década a similaridade e a semântica vêm sendo estudadas para infraestrutura de dados espaciais (IDE) (STOCK et al., 2012; MARCH-CASTAÑEDA, 2017), em elementos relacionados a pontos de referência e feições

topográficas para utilização em ontologias (VARANKA, 2011), na criação de um catálogo de serviços geoespaciais baseado em semântica (YUE et al., 2011), em nomes de localidades chamados de textos geográficos colhidos em páginas da *WEB* e medidos através dos contextos encontrados (HU, 2018; HAMZEI; WINTER; TOMKO, 2019).

Contudo, as pesquisas apresentadas aqui se referem aos termos de relações espaciais topológicas que foram estudadas nas duas últimas décadas na linguística e na matemática (CARLSON; LOGAN, 2001; KURATA; SHI, 2008; RICHTER; WINTER, 2014; HERNÁNDEZ-PASTOR; PERIÑÁN-PASCUAL, 2016). E ainda, de acordo com Vasardani (2013), as pesquisas com termos de relações espaciais topológicas estão sendo estudadas para o processamento de linguagem natural e necessitam de mais pesquisas e estudos principalmente para permitir implementações em SIG. Ademais, as relações espaciais, além de topológicas, podem ser classificadas como direcionais, projetivas, cardinais, ou descrevem proximidade, adjacência ou orientação (BITTERS, 2009; COVENTRY; GARROD, 2004; KEMMERER, 2006; TENBRINK, 2017; ZWARTS, 2005; RODRIGUES; BENNETT, 2017; CLEMENTINI, 2019).

Com relação à similaridade semântica as pesquisas existentes são voltadas para os elementos, feições e localidades, sendo a grande maioria realizada na língua inglesa (BENNETT; AGARWAL, 2007; PINKER, 2008; BLAYLOCK et al. 2009; HAN et al., 2013; CAMBRIA; WHITE, 2014; HAMZEI; WINTER; TOMKO, 2019). Portanto, analisar grupos de termos de relações espaciais encontrados em experimentos em linguagem natural torna-se importante, juntamente com a aplicação da similaridade semântica destes termos, que é essencial para aplicações computacionais.

Assim, neste artigo busca-se investigar o uso de relações espaciais em descrições de localização em linguagem natural do português brasileiro no cotidiano das pessoas. Como consequência serão propostos os termos semanticamente similares destas relações espaciais, considerando além da classificação topológica todos os termos de relações espaciais encontrados nas descrições de localização.

Portanto, as contribuições deste artigo são: a apresentação de um conjunto de dados que quantifica os termos de relações espaciais semanticamente similares da língua portuguesa brasileira para serem utilizados em aplicações computacionais, inclusive em programas de geoprocessamento; e a elaboração de regras que facilitam o processo de identificação e a análise das relações espaciais utilizadas nas descrições como semanticamente similares. Espera-se que tais regras possam ser aplicadas para outras línguas para a obtenção de termos semanticamente similares.

METODOLOGIA

Para agrupar os termos de relações espaciais semanticamente similares em linguagem natural do Português Brasileiro, a metodologia consistiu em coletar os termos de relações espaciais que as pessoas utilizam no seu cotidiano, a partir de sentenças de localização em linguagem natural. Após a coleta e através da análise e da contagem dos termos de relações espaciais foi possível realizar um agrupamento inicial destes termos. Também foram propostas e aplicadas regras que contribuíram com a criação e a análise dos agrupamentos finais de termos de relações espaciais e seus termos semanticamente similares.

A organização da metodologia foi realizada de acordo com a seguinte ordem: 1) obtenção de termos de relações espaciais mais utilizados na língua portuguesa brasileira através de dois experimentos em contextos diferentes (*outdoor* e *indoor*) (FAGUNDES; DELAZARI, 2021); 2) experimento realizado com frases para preencher com os termos de relações espaciais encontrados nos dois experimentos anteriores (os resultados e as análises deste experimento revelarão os termos similarmente semânticos encontrados); e 3) a proposição e aplicação de regras para separação e a análise dos termos similarmente semânticos.

Obtenção dos termos de relações espaciais mais utilizados na língua Portuguesa Brasileira

A definição dos termos de relações espaciais mais utilizados na língua Portuguesa Brasileira se deu a partir de dois experimentos de coleta de descrições de localização em linguagem natural. Estes dois experimentos permitiram a extração e obtenção de termos de relações espaciais mais utilizados na língua Portuguesa Brasileira, considerando o contexto da aplicação (*outdoor* e *indoor*) (FAGUNDES; DELAZARI, 2021).

O primeiro experimento considerou um contexto *outdoor*. A coleta de descrições de localização foi realizada por meio de um formulário *online*, com fotografias selecionadas a partir do *Google Street View*, de quatro regiões no território brasileiro e cinco regiões na Nova Zelândia. Cada uma das nove regiões foi composta por quatro fotografias que contemplaram as quatro direções, de modo a se ter todo o entorno dos locais representados, em vista egocêntrica e para permitir que os participantes pudessem fazer suas descrições em linguagem natural escrita. As fotografias não continham os nomes de ruas, praças e identificação do local, fazendo com que os participantes realizassem as

descrições utilizando os pontos de referência e os termos de relações espaciais que achassem convenientes. O contexto criado e apresentado às pessoas trouxe o seguinte enunciado: “Imagine que você testemunhou um acidente de trânsito, precisa chamar o serviço de emergência e deve fornecer a localização do acidente de forma detalhada, sem citar nomes de ruas, somente com os pontos de referência, para ajudar o serviço a chegar ao local”. Este contexto baseia-se na pergunta “Onde você está localizado?”.

O segundo experimento considerou um contexto *indoor* com coleta de descrições realizadas verbalmente *in loco*. As áreas para este teste foram em dois edifícios localizados no Campus III da Universidade Federal do Paraná, no Centro Politécnico. Os voluntários foram levados aos dois pontos predeterminados, foram posicionados no centro dos dois corredores onde receberam o seguinte contexto: “Imagine que seu amigo está lhe telefonando falando que acabou de chegar ao Campus III e precisa encontrá-lo pessoalmente e lhe pergunta: “Onde você está localizado?”. Esta pergunta fez com que os participantes observassem os ambientes *indoor* onde estavam localizados e respondessem com duas descrições de localização.

Tanto as descrições escritas do primeiro experimento como as descrições faladas do segundo experimento ocorreram de maneira fluida e natural como acontece durante o processo de uma descrição de localização em linguagem natural do cotidiano das pessoas.

Após a coleta das descrições das localizações nos dois contextos apresentados acima, iniciou-se o processamento dos dados, que consistiu na análise e no desmembramento das descrições em frases locativas, que são as sentenças que apresentam os *relata*, *locata* e os termos que representam as relações espaciais. Foram estas frases locativas que permitiram a extração dos termos de relações espaciais mais citados nos dois contextos. Os resultados dos dois contextos foram analisados e agrupados por gênero, número e preposições iniciais e finais (FAGUNDES; DELAZARI, 2021). Deste agrupamento, foram considerados os termos que foram citados mais do que 10 vezes, resultando em 14 termos utilizados de relações espaciais: “em frente à”, “na”, “há”, “que tem”, “em”, “próximo de”, “com”, “perto do”, “ao lado de”, “à frente”, “do outro lado”, “atrás de”, “entre” e “de frente ao”. Estes termos foram utilizados no experimento de coleta de termos de relações espaciais para análise de similaridade semântica, foco principal deste artigo.

Os dois experimentos acima serviram apenas para a coleta dos termos mais utilizados na língua em questão.

Experimento de coleta de termos de relações espaciais para análise de similaridade semântica

O resultado dos dois experimentos anteriores permitiu identificar 14 termos de relações espaciais na língua Portuguesa Brasileira, utilizados para obter os termos semanticamente similares através da aplicação de regras que facilitem o seu agrupamento. Para tal, foi proposto um experimento dividido em três partes. Na primeira parte, os usuários preencheram um questionário on-line, criado no Formulário *Google*, contendo o termo de consentimento do experimento e perguntas sobre idioma nativo, nível de educação, curso, idade e sexo. Na segunda parte, foi realizada a pesquisa principal que consistiu na criação de 14 frases locativas com a estrutura “*locatum*, relações espaciais e *relatum*” (FAGUNDES; DELAZARI, 2021). A partir destas frases, os voluntários deveriam escrever termos de relações espaciais que substituíssem os termos em cada sentença. O enunciado do teste explicava que deveriam ser utilizados termos de relações espaciais que não alterassem o significado das frases e que representassem as mesmas situações geográficas. Todas as respostas foram obrigatórias, a fim de ter o mesmo número total de respostas para as 14 frases. As frases propostas foram:

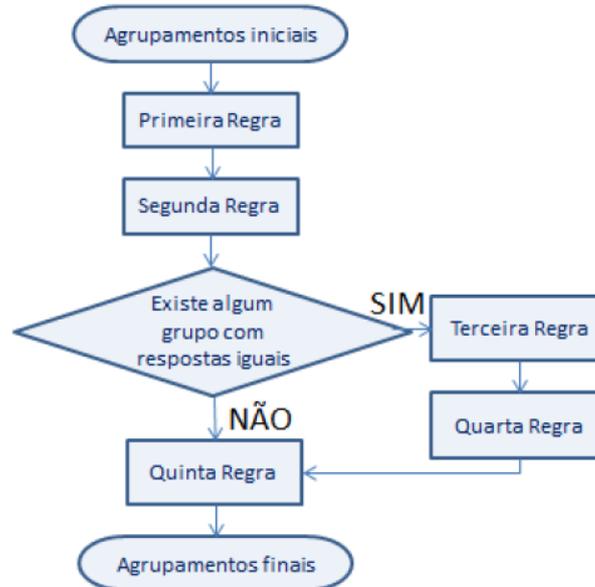
1. Eu estou EM FRENTE À rodoviária.
2. Eu estou NA esquina de duas ruas movimentadas.
3. HÁ muitos prédios comerciais na rua em que estou.
4. Eu estou localizado em uma região QUE TEM vários prédios históricos.
5. Eu estou EM um parque.
6. Eu estou PRÓXIMO DE um hospital.
7. Eu estou em um cruzamento COM quatro ruas.
8. Eu estou PERTO DO cemitério.
9. Eu estou AO LADO DE um supermercado.
10. À FRENTE de onde estou situado está o Centro Histórico da cidade.
11. DO OUTRO LADO DA rua em que estou tem uma universidade.
12. A maior ponte da cidade está ATRÁS DE MIM.
13. Eu estou ENTRE a praça e a prefeitura.
14. Eu estou DE FRENTE AO Palácio do Governo.

Na terceira parte, os termos coletados foram organizados em uma planilha do Excel, onde as colunas continham os 14 termos de relações espaciais das sentenças e as linhas continham todos os termos citados pelos participantes. Os termos citados foram agrupados e contabilizados inicialmente pela igualdade das palavras, mesmo quando

estavam no singular ou plural, feminino ou masculino, ou quando havia diferença nas preposições iniciais e/ou finais que acompanhavam o termo principal. Se as respostas continham erros de escrita ou de gramática foram consideradas por se tratar de linguagem natural.

A partir dos agrupamentos iniciais, foram propostas cinco regras para aquisição dos termos de relações semanticamente similares, conforme ilustra a figura 1:

Figura 1 – Fluxograma das regras para aquisição dos termos semanticamente similares.



Fonte: autores.

1. Foram excluídos os termos citados menos de 1% do total de respostas de cada grupo de sentenças pré-definidas, para que estes termos não interferissem no resultado de cada grupo. Pois são termos que não são comumente utilizados.
2. Todos os termos de relações espaciais que compuseram as sentenças pré-definidas (neste caso os 14 termos principais) foram eliminados quando apareceram como respostas dos outros termos principais, ou seja, estes termos não deveriam aparecer como resposta em nenhum outro grupo. Esta regra colabora com a eliminação de termos de relações espaciais vagos que podem aparecer em vários grupos, atrapalhando o resultado das similaridades.
3. Verificação em pares de grupos, quando houve algum grupo de termos com respostas iguais às respostas dos dois termos principais analisados, estes dois grupos foram unidos. Ou seja, os grupos que tiveram respostas com termos de relações espaciais iguais caracterizam que podem ser termos similares.
4. A partir da união dos grupos que obtiveram respostas com termos iguais, foram considerados apenas os termos citados como resposta nos dois grupos. Os termos que

foram citados em apenas um dos grupos unidos foram excluídos. Isto porque deveriam ficar somente os termos similares aos dois grupos que foram unidos.

5. Foram excluídos os termos que não apresentaram citações maiores do que 10% das citações do termo mais citado de cada grupo. Isto se justifica, por que podem ser termos que não sejam comumente utilizados. Como a finalidade é para aplicações computacionais, o ideal é que sejam utilizados os termos mais mencionados e que não gerem dúvidas quanto as suas similaridades semânticas e seu entendimento por todos os usuários.

RESULTADOS

Resultados da obtenção dos termos de relações espaciais mais utilizados na língua Portuguesa Brasileira

O primeiro experimento ocorreu em 2017 e teve 121 descrições de localização coletadas no contexto *outdoor*, que foram desmembradas em 521 frases locativas e, portanto, resultando em 521 termos de relações espaciais. O segundo experimento foi realizado em 2018, onde foram coletadas 66 descrições num contexto *indoor*. Estas 66 descrições foram desmembradas em 390 frases locativas com os seus respectivos termos de relações espaciais (FAGUNDES; DELAZARI, 2021).

Estes termos foram agrupados em cada contexto pela igualdade das palavras de relação espacial que poderiam ter diferenças no gênero, número e preposições iniciais e finais. Como por exemplo, o termo “de frente à” foi colocado no mesmo grupo dos termos “de frente com” e “de frente para” porque eles têm a igualdade do termo de relação espacial (de frente), porém o que variou foram as preposições finais “à”, “com” e “para”; ou o exemplo do termo “ao lado” que foi colocado junto com o termo “do lado” que tem as preposições iniciais diferentes. Estes termos foram contabilizados primeiramente por experimento para se obter os termos mais utilizados em cada contexto. Posteriormente, os resultados dos dois contextos foram unidos por igualdade dos termos, resultando em 79 diferentes grupos de relações espaciais. Destes 79 grupos foram selecionados os termos que foram mencionados mais do que 10 vezes, resultando em 14 termos de relações espaciais mais utilizados na língua portuguesa brasileira: “em frente à”, “na”, “há”, “que tem”, “em”, “próximo de”, “com”, “perto do”, “ao lado de”, “à frente”, “do outro lado”, “atrás de”, “entre” e “de frente ao”. Os participantes dos dois experimentos anteriores e do terceiro experimento são distintos.

Resultados do experimento de coleta de termos de relações espaciais para análise de similaridade semântica

Após a obtenção dos 14 termos utilizados na língua portuguesa brasileira passa-se para os resultados do experimento para a coleta de termos de relações espaciais para análise de similaridade semântica, que é o foco principal deste artigo. Este experimento, aplicado através de frases do cotidiano das pessoas, ajudou no entendimento de quais são os termos de relações espaciais que são utilizados pelas pessoas como semanticamente similares. Concordando com Maharjan et al. (2016), que citam que experimentos realizados a partir de sentenças prontas, onde os termos de relações espaciais são inseridos, podem ter os resultados utilizados em ferramentas que identificam termos semânticos e calculam a similaridade semântica.

O experimento foi realizado em outubro e novembro de 2019. Foram coletadas 270 respostas que totalizaram 3780 termos de relações espaciais que foram agrupados considerando os 14 termos de relações espaciais referentes às 14 sentenças apresentadas na metodologia. Dentre os participantes, 53,3% possuíam Pós-graduação, 33,7% Graduação e 13% Ensino Médio. As respostas vieram de participantes das três áreas de atuação: técnica, biológicas e humanas. Com relação à idade foram 28,9% de 40 a 49 anos, 26,7% acima de 50 anos, 25,9% de 30 a 39 anos, 15,2% de 20 a 29 anos e 3,3% menores de 20 anos. A participação do gênero feminino foi de 76,3%.

O primeiro passo foi a criação de uma planilha Excel para análise das sentenças, que foram contadas e agrupadas de acordo com as respostas. Como exemplo, a figura 2 ilustra os resultados do agrupamento inicial para a relação espacial “em frente à”, ou seja, para os resultados obtidos para a frase 1 (Eu estou EM FRENTE À rodoviária). Ou seja, das 270 respostas obtidas para a frase 1, foi possível realizar o agrupamento inicial em 30 diferentes termos. A figura 2 ilustra os diferentes termos de relações espaciais que foram mencionados na sentença correspondente a esta relação. Sendo que a espacialização dos termos, ilustrada na figura 2 (“Rodoviária de Curitiba” como exemplo) remete à quantidade de citações de cada termo pela coloração, ou seja, o termo “na frente” foi citado 67 vezes aparecendo em vermelho, juntamente com os termos “diante da” (50 vezes) em laranja e “defrente” (45 vezes) em amarelo, e assim em ordem decrescente até os termos mencionados uma vez de cor azul.

da contabilização das 270 respostas, obteve 30 diferentes termos no seu agrupamento inicial, aplicou-se a primeira regra.

Primeira Regra: Foram excluídos os termos citados menos de 1% do total de respostas de cada grupo de sentenças pré-definidas. Ou seja, a coleta de dados deste experimento resultou em 270 respostas para cada termo, portanto foram excluídos os termos com menos de três citações. Conforme ilustra a figura 2, as relações espaciais citadas para “em frente à” tinham 30 termos no agrupamento inicial, com a aplicação da primeira regra passaram de 30 para 9 termos, como ilustra a figura 3.

Figura 3 – Primeira regra aplicada ao termo “em frente à”.



Fonte: autores.

Segunda Regra: Os termos de relações espaciais que coincidiam com os 14 termos de relações espaciais das 14 frases foram excluídos, pois a versatilidade das relações espaciais ficou evidenciada nas respostas em linguagem natural (FERREIRA e DELAZARI 2019a) e para este experimento o desejado são os termos que caracterizaram similaridade e não a concorrência entre os 14 termos principais, ou a aparição de termos de relações espaciais vagos que não agregam qualidade às similaridades encontradas. A figura 4 mostra que foram eliminados os termos pertencentes às sentenças 2 (na), 14 (de frente), 6 (próximo de), 1 (em frente à) e 8 (perto do). A segunda regra permite que os termos que são considerados principais de uma língua sejam descartados das respostas dos outros grupos.

Figura 4 – Segunda regra aplicada ao termo “em frente à”.



Fonte: autores.

Antes da aplicação da terceira regra, deve-se verificar se existem pares de grupos com respostas iguais, ou seja, se existem termos de relações espaciais iguais por pares de grupos. Percebeu-se que os grupos: 1. “em frente à” e “de frente ao”, 2. “com” e “que tem”, 3. “em frente à” e “à frente de”, 4. “de frente ao” e “à frente de”, 5. “no, na” e “em um, em uma”, 6. “perto” e “próximo”, 7. “do outro lado” e “à frente de”, 8. “no/na e entre”, e 9. “do outro lado da” e “ao lado de” apresentaram respostas iguais. Portanto, estes 9 grupos passarão pela terceira e quarta regra antes de passar para a quinta e última regra.

Os outros dois grupos de termos das sentenças principais “há”, e “atrás” não apresentaram respostas com termos iguais, portanto, passaram diretamente para a quinta regra, conforme a figura 1 apresentada na metodologia.

Terceira Regra: Foram unidos os grupos que tiveram respostas com termos de relações espaciais iguais. A aplicação desta regra resultou na união de nove grupos que apresentaram respostas com termos semelhantes/iguais. Os termos “em frente à” e “de frente ao” continuarão sendo utilizados como exemplo de resultado (tabela 1). Estes grupos passaram para a quarta e quinta regras, conforme figura 1 da metodologia. A tabela 1 ilustra os resultados encontrados para o termo “de frente ao”, onde se pode perceber que existem termos que são semelhantes aos termos das respostas dadas para a relação espacial “em frente à”.

Tabela 1 – Terceira regra aplicada ao termo “em frente à”.

Termo	Termos encontrados	Citações
em frente à	na frente, na frente da	67
	diante, diante da/a/à	50
	defronte, defronte a/à/da/para	45
	perante	4
de frente ao	na frente, na frente do	45
	diante, diante ao/do	52
	defronte, defronte ao/do	29
	perante, perante o	5
	olhando, olhando o/para	10
de cara, de cara com, com a cara	4	

Fonte: autores.

A partir da verificação da existência de termos iguais nas respostas de todos os grupos, passa-se para a união dos grupos.

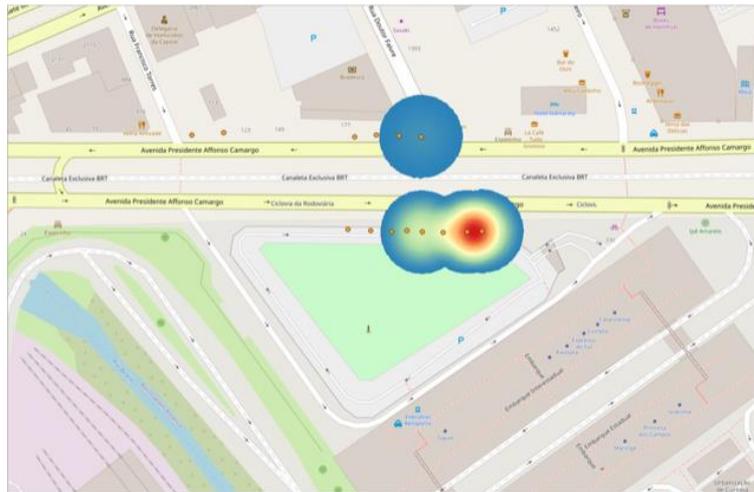
Quarta Regra: A partir da união dos grupos encontrados com a aplicação da terceira regra, foram considerados apenas os termos semelhantes e citados nos dois grupos. Os termos que não eram semelhantes aos dois grupos foram eliminados, conforme tabela 2. Ou seja, a representação espacial destes termos se torna concentrada e coerente com a similaridade dos termos que foram unidos, conforme ilustra a figura 5.

Tabela 2 – Quinta regra aplicada ao termo “em frente à”.

Termos	Termos encontrados	Citações
em frente à + de frente ao	na frente, na frente da	112
	diante, diante da/a/à	102
	defronte, defronte	74
	à/ao/do/da/para	9
	perante, perante o	eliminado
	olhando, olhando o/para	eliminado
de cara, de cara com, com a cara	eliminado	

Fonte: autores.

Figura 5 – Espacialização dos termos de relações espaciais referentes à quarta regra dos termos “em frente à” e “de frente ao”.



Fonte: autores.

Quinta Regra: Foram excluídos os termos que não apresentaram citações maiores do que 10% das citações do termo mais citado de cada grupo. Como o objetivo do trabalho é trazer os termos semanticamente similares para que sejam utilizados em processamento da linguagem natural em aplicações computacionais em SIG, o importante é que fiquem os termos que realmente são mais utilizados e são entendíveis por todas as pessoas. Continuando com o mesmo exemplo, na união dos grupos “em frente à” e “de frente ao” o termo “perante” foi excluído.

Nos resultados dos agrupamentos após a aplicação das cinco regras percebeu-se que a quantidade de termos foi diminuindo a cada regra aplicada até que restassem os termos considerados como semanticamente similares. A aplicação das regras foi um importante passo para se chegar aos grupos semanticamente similares contrastando com Marcinczuk et al. (2016) que em seu experimento ainda tinham que resolver o problema da diversidade de termos de relações espaciais encontrados no reconhecimento de expressões espaciais aplicados na língua polonesa.

A partir dos resultados encontrados após a aplicação das regras, foi realizada uma análise dos grupos de termos, para ver a coerência da similaridade encontrada e a classificação dos termos. Os resultados são apresentados na tabela 3.

Tabela 3 – Resultados dos termos semanticamente similares.

Termos principais	Termos semanticamente similares encontrados por classes	Classificação	Citações	Total
em frente à, de frente ao	na frente, na frente da/do/de	projetiva	112	288
	diante, diante da/do/de/a/à/ao	projetiva	102	
	defronte, defronte à/ao/do/da/de/para	projetiva	74	
no/na, em um/uma	num/numa	topológico	161	161
há	existe, existem	verbo	157	157
entre	no meio, no meio da, no meio de, meio a	topológico	94	134
	em meio, em meio a, em meio à	topológico	22	
	cercado pela, cercado por	topológico	7	
	dentre	topológico	7	
	no meio entre	topológico	4	
atrás	às/em/nas minhas costas, às costas	projetiva	74	130
	a/em/na minha retaguarda, na retaguarda	projetiva	24	
	de trás, detrás, detrás de mim	projetiva	12	
	posterior, posterior à/ à mim, posteriormente à mim	projetiva	12	
	para trás, para trás de mim, prá trás	projetiva	8	
à frente de	adiante, à diante, a diante	projetiva	69	108
do outro lado de	do/ao/no lado oposto, do/no lado oposto da/à, lado oposto da	projetiva	27	60
	no outro lado, no outro lado da, noutro lado	projetiva	23	
	do lado contrário, do lado contrário da, no lado contrário da, ao lado contrário	projetiva	5	
	a direita da, a esquerda da, a sua esquerda na	projetiva	5	
ao lado de	na lateral, na lateral de, na lateral em, lateral, à lateral de	projetiva	34	43
	a direita, a direita de, à direita de, a esquerda, à esquerda do	projetiva	9	
com, que tem	que possuem, que possui	topológica	30	30
próximo de, perto de	na proximidade do, nas proximidades do	distância	22	22

Fonte: autores.

DISCUSSÃO

Os resultados mostraram que as pessoas utilizam termos diferentes para descreverem uma mesma situação geográfica. O experimento corrobora com a afirmação de Pinker (2008) e Ferreira e Delazari (2019b) de que existe um número significativo de relações espaciais que podem ser combinados entre si e que os termos de relações espaciais são versáteis na linguagem cotidiana das pessoas.

Este estudo buscou quantificar os termos de relações espaciais encontrados como semanticamente similares (Tabela 3) de todos os grupos de termos de relações espaciais, enquanto outros estudos tratam de similaridades entre elementos de um ambiente ou feições geográficas (VARANKA, 2011; STOCK et al., 2012; HU, 2018; HAMZEI; WINTER; TOMKO, 2019) ou trabalham com grupos de relações espaciais topológicas limitadas às expressões de linguagem que são geometricamente especificadas (STOCK, 2014). O tratamento de termos de relações espaciais não topológicos ainda é um desafio, inclusive para trabalhos executados na área da robótica (HO; WANG, 2019; SISBOT; CONNELL, 2019), no processamento da linguagem natural e nos programas de geoprocessamento. Isto porque, corroborando com Schwering e Martin (2005), embora as relações espaciais formais (topológicas, distância e direção) possuam uma semântica bem definida, também são utilizados os termos de relações espaciais da classificação projetiva,

adjacente, cardinal e verbal no cotidiano das pessoas. Todos estes termos são usados pelas pessoas em suas rotinas diárias e a linguagem natural apresenta uma semântica mais complexa e que geralmente implica na utilização de mais de um tipo de termo de relação espacial e não somente em termos topológicos utilizados sozinhos em frases locativas de fácil entendimento.

As regras também colaboram na filtragem (eliminação) dos termos de relações espaciais, pois a similaridade tem sido explorada em textos no processamento de linguagem natural, recuperação de informações e inteligência artificial que ainda passam por dificuldade em desenvolver ferramentas devido à alta variabilidade semântica da linguagem (HAN et al., 2013). Neste experimento, com a aplicação das regras elaboradas, houve uma filtragem (eliminação) de 39% dos termos coletados, o que facilitou a análise final dos termos encontrados.

Portanto, com a aplicação das regras, foi possível obter os agrupamentos finais de termos semanticamente similares, corroborando com Ferreira e Delazari (2019a) que explicam que, embora relações espaciais usadas erroneamente causem entendimentos semelhantes às pessoas, isso não implica que a escolha de qualquer uma delas denote a mesma informação espacial.

Os termos semanticamente similares encontrados provam que na linguagem natural do cotidiano das pessoas situações de localização e posição espacial geralmente não levam em conta somente as regras da língua portuguesa brasileira ou da língua em questão e sim as experiências e as percepções dos ambientes vividas por cada indivíduo, concordando com Stock et al. (2010).

Ainda de acordo com os resultados apresentados, os termos encontrados podem ser agrupados conforme a quantidade de vezes que foram citados pelos voluntários. Desta maneira, pode-se atribuir um distanciamento aos termos de cada grupo encontrado pela ordem decrescente das citações, sendo que o termo mais próximo ao termo principal, ou seja, o termo com mais citações, é o termo similar mais utilizado e o termo mais distante ou o menos citado é o termo similar menos utilizado - diferenciando dos estudos de Bruns e Egenhofer (1998) e Cuayáhuítl et al. (2010). Os termos encontrados podem ser substituídos uns pelos outros, que serão entendidos e representarão a mesma localização geográfica, porém o distanciamento mostra quais são os termos mais significativos pela ordem decrescente das citações (figura 6). Isto contribui com aplicações computacionais que podem fazer a utilização tanto dos termos mais citados como de todos os termos, de acordo com as similaridades encontradas, como, por exemplo, num SIG, tanto na formulação das perguntas quanto nas respostas requisitadas pelo programa. Corroborando

com March-Castañeda (2017), que cita que para a criação de uma ontologia de relações espaciais o ideal é que sejam utilizados todos os termos semanticamente similares encontrados ou os mais próximos, assim como para o processamento da linguagem natural (HU, 2018).

Figura 6 – Distanciamento dos termos em ordem decrescente de citações.



Fonte: autores.

Outra consideração importante é que os resultados dos termos vagos “perto” e “próximo” mostram que eles são termos semanticamente similares na língua portuguesa brasileira, contrastando com o experimento de Ferreira e Delazari (2019a), que analisaram estes dois termos como sendo termos diferentes e que representavam situações geográficas distintas.

Este experimento também mostrou que os termos “perto” e “próximo” foram mencionados em 10 dos 14 grupos, portanto, além de serem vagos, são termos muito utilizados pelas pessoas nativas da língua portuguesa brasileira em várias situações de localização. Isto dificulta a utilização destes termos computacionalmente porque surgem os problemas de interpretação e representação, concordando com Hall e Jones (2008), por isto a importância da segunda regra, que extrai os termos principais quando forem dados como respostas para outros termos. As pessoas, quando citaram os termos “perto” e “próximo” para outros grupos, não definiram quão perto ou longe estariam dos elementos, portanto não agregaram informação precisa de localização/posição (HALL; JONES, 2008; STOCK et al., 2010; DERUNGS; PURVES, 2016). Este experimento mostrou que estes dois termos são similares e têm o termo “na/nas proximidades” como similar, podendo ser utilizados computacionalmente somente entre eles.

Além disto, as regras aplicadas neste experimento podem ser aplicadas para outras línguas, desde que haja uma coleta de dados suficiente para que as porcentagens das regras possam ocorrer e que os resultados sejam analisados por nativos da língua em questão, pois pessoas nativas são capazes de verificar se, após a aplicação das regras, há algum termo que precise de mais análises ou deva ser excluído. Ou seja, se houverem termos que causem

estranheza para os nativos da língua que estão analisando os resultados, o ideal é que estes termos sejam analisados mais criteriosamente ou eliminados. E ainda, concordando com Ferreira e Delazari (2019a) deve-se considerar que o uso indevido de um termo de relação espacial entre elementos pode transmitir informações enganosas de localização/posição.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo apresentou um experimento para agrupar termos similares de relações espaciais que podem ser utilizados computacionalmente. As regras elaboradas neste artigo contribuem para a filtragem de termos de relações espaciais para que se tenha um agrupamento final de termos similares, além de trazerem somente os termos similares mais utilizados. Estes termos podem ser aplicados computacionalmente que serão entendidos quando utilizados uns pelos outros. Adicionalmente, as regras podem ser aplicadas para outras línguas.

A contabilização da quantidade de citações permitiu a análise dos termos que são mais similares entre si pelo seu distanciamento decrescente. Isto facilita a utilização dos termos em aplicações computacionais que necessitem da utilização de mais de um termo. Adicionalmente, trazem como resultados termos de relações espaciais de todas as classificações e não somente os topológicos.

Este artigo teve como limitação a coleta de termos de relações espaciais somente na língua portuguesa brasileira, portanto, outro futuro experimento seria fazer um levantamento *cross-linguistic* da língua portuguesa brasileira e da língua inglesa para análise das similaridades encontradas nas duas línguas e para a validação das regras para a língua inglesa. Isso contribuiria com a correta tradução de termos de relação espacial para ser aplicada computacionalmente. Também será possível fazer uma comparação dos termos apresentados numa enciclopédia multilíngue como a BabelNet que apresenta traduções e redes semânticas em diversas línguas.

AGRADECIMENTOS

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), projeto [141254/2008-1] e [310312/2017-5].

REFERÊNCIAS

BENNETT, B., AGARWAL, P. Semantic Categories Underlying the Meaning of 'Place'. In: Winter S., Duckham M., Kulik L., Kuipers B. (eds) *Spatial Information Theory. COSIT 2007. Lecture Notes in Computer Science*, Springer, Berlin, Heidelberg, n. 4736, 2007. Available in: <https://doi.org/10.1007/978-3-540-74788-8_6>. Access at: 10 fev. 2021.

BITTERS, B. Spatial Relationship Networks: Network Theory Applied to GIS Data. *Cartography and Geographic Information Science*, v. 36, n. 1, p. 81–93, jan. 2009.

BLAYLOCK, N.; SWAIN, B.; ALLEN, J. Mining geospatial path data from natural language descriptions. Proceedings of the **1st ACM SIGSPATIAL GIS International Workshop on Querying and Mining Uncertain Spatio-Temporal Data**. Seattle, Washington: 2009.

BRITO, M. DE. Sistemas de informação em linguagem natural: em busca de uma indexação automática. *Ciência da Informação*, v. 21, p. 223–232, 1992.

BRUNS, H; EGENHOFER, M. Similarity of spatial scenes. In: KRAAK, J-M.; MOLENAAR, M. (Ed.). **Seventh international symposium on spatial data handling**, Delft, The Neatherlands. London: Taylor Francis, 1998. p. 173-184.

BURROUGH, P. A. **Principles of geographical information systems for land resources assessment**. [s.l.]: Oxford University Press, 1986.

CAMBRIA, E.; WHITE, B. Jumping NLP Curves: A Review of Natural Language Processing Research, in **IEEE Computational Intelligence Magazine**, v. 9, n. 2, p. 48-57, 2014. doi: 10.1109/MCI.2014.2307227.

CARLSON, L. A.; LOGAN, G. D. Using spatial terms to select an object. **Memory and Cognition**, v. 29, p. 883–892, 2001.

CLAIRE, R. W.; GUPTILL, S. C. Spatial Operators for Selected Data Structures. **5 th Int. Symp. Comp. Assisted Cartography & Int. Soc. Photogrammetry and Remote Sensing Commission IV**, 1982. p. 189–200.

CLARK, H. H. Space, time, semantics, and the child. Moore. In: MOORE, T. E. (Ed.). **Cognitive development and the acquisition of language**. New York: Elsevier, 1973. p. 27–63.

CLEMENTINI, E. A conceptual framework for modeling spatial relations. **Journal of Information Technology and Control**, v. 48, n. 1, p. 5-17, 2019. Available in: <<https://doi.org/10.5755/j01.itc.48.1.22246>>. Access at: 20 fev. 2020.

COVENTRY, K. R.; GARROD, S. C. **Saying, Seeing and Acting: The Psychological Semantics of Spatial Prepositions**. London: Taylor & Fracncis, 2004.

COVENTRY, K. R. On the Mapping between Spatial Language and the Vision and Action Systems. **Language and Action in Cognitive Neuroscience**, n. 11, p. 209–225, 2013.

CUAYÁHUITL, H.; DETHLEFS, N.; RICHTER, K.; TENBRINK, T.; BATEMAN, J. A Dialogue System for Indoor Wayfinding Using Text-Based Natural Language. **IJCLA**, v. 1, p. 285-304, 2010.

DERUNGS, C.; PURVES, R. S. Mining nearness relations from an n-grams Web corpus in geographical space. **Spatial Cognition and Computation**, v. 16, n. 4, p. 301–322, 2016.

FAGUNDES, C. K. M.; DELAZARI, L. S. Relações Espaciais Obtidas a Partir de Descrições de Localização em Linguagem Natural em Ambientes Indoor e Outdoor. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 44, e36896, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.11137/1982-3908_2021_44_36896>. Acesso em: 10 maio 2021.

FERREIRA, M. E. dos S.; DELAZARI, L. S. The use of spatial terms “near”, “very near”, “next to”, “side by side and “nearby” in the descriptions of spatial configurations. **Boletim de Ciencias Geodesicas**, v. 25, n. 2, 2019a.

FERREIRA, M. E. DOS S.; DELAZARI, L. S. Using Spatial Image Schemata in the characterization of spatial relations. **Proceedings of the ICA**, v. 2, p. 1–6, July 2019b.

HALL, M. M.; JONES, C. B. Quantifying spatial prepositions: an experimental study. **Proceedings of the 16th ACM SIGSPATIAL International Conference on Advances in Geographic Information Systems**, 2008.

HAMZEI, E., WINTER, S., TOMKO, M. Initial analysis of simple where-questions and human-generated answers. **DROPS**, 2019. Disponível em: <<https://drops.dagstuhl.de/opus/volltexte/2019/11104/>>. Acesso em: 20 fev. 2020.

HAN, L.; KASHYAP, A.L.; FININ, T.; MAYFIELD, J.; WEESE, J. UMBC EBIQUITY-CORE: Semantic Textual Similarity Systems. **Second Joint Conference on Lexical and Computational Semantics**, v. 1, p. 44–52, 2013.

HERNÁNDEZ-PASTOR, D.; PERIÑÁN-PASCUAL, C. Developing a knowledge base for preposition sense disambiguation: A view from Role and Reference Grammar and FunGramKB. **ONOMÁZEIN**, v. 33, p. 251–288, ago. 2016.

HO S. B.; WANG Z. Language and Robotics: Complex Sentence Understanding. In: YU, H.; LIU, J.; LIU, L.; JU, Z.; LIU, Y.; ZHOU, D. (Ed.). **Intelligent Robotics and Applications. ICIRA 2019**. Lecture Notes in Computer Science. Cham: Springer, 2019. v. 11745.

HU, Y. Geo-text data and data-driven geospatial semantics. **Geography Compass**, v. 12, n. 11, e12404, nov. 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/gec3.12404>>. Acesso em: 20 fev. 2020.

KEMMERER, D. The semantics of space: Integrating linguistic typology and cognitive neuroscience. **Neuropsychologia**, New Insights in Categorical and Coordinate Processing of Spatial Relations, v. 44, n. 9, p. 1607–1621, 1 jan. 2006.

KORDJAMSHIDI, P.; VAN OTTERLO, M.; MOENS, M.-F. From Language towards Formal Spatial Calculi. **Proceedings of the Workshop on Computational Models of Spatial Language Interpretation at Spatial Cognition 2010 (COSLI-2010)**, 2010. p. 17–24.

KORDJAMSHIDI, P.; FRASCONI, P.; VAN OTTERLO, M.; MOENS, MF.; DE RAEDT, L. Relational Learning for Spatial Relation Extraction from Natural language. In: MUGGLETON S. H., TAMADDONI-NEZHAD, A., LISI, F. A. (Ed.). **Inductive Logic**

Programming. ILP 2011. Lecture Notes in Computer Science, Berlin, Heidelberg: Springer, 2011. v. 7207.

KURATA, Y.; SHI, H. Interpreting motion expressions in route instructions using two projection-based spatial models. In **Annual Conference on Artificial Intelligence**, 2008. p. 258–266.

LIU, F.; VASARDANI, M.; BALDWIN, T. Automatic identification of locative expressions from social media text: A comparative analysis. In: Proceedings of the **4th International Workshop on Location and the Web**, 2014. p. 9-16.

MAHARJAN, N.; BANJADE, N.; NIRLA, N. B.; RUS, V. SemAligner: a method and tool for aligning chunks with semantic relation types and semantic similarity scores. Proceedings of the **tenth International Conference on Language Resources and Evaluation (LREC 16)**. 2016. p. 1207-1211.

MARCH CASTAÑEDA FILHO, R. **Uma ontologia de referência para o domínio das divisões e limites geográficos territoriais do Brasil**. 2017. 630 f. Tese (Doutorado em Ciências Geodésicas) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

MARCINÓCZUK, M. M.; OLEKSY, M.; WIECZOREK, J. Towards Recognition of Spatial Relations between Entities for Polish. **Cognitive Studies**, DOI 1011649/cs.2016.011, 2016.

PINKER, S. **Do que é feito o pensamento: a língua como janela para a natureza humana**. São Paulo: Companhia das Letras, 2008.

RICHTER, K.; WINTER, S. Landmarks GIScience for Intelligent Services. [s.l.] **Springer International Publishing Switzerland**, 2014.

RODRIGUES, E; BENNETT, B. Formalism for treatment of the ambiguity in front/back axis expressions. **Artificial Intelligence for Human-Robot Interaction**. AAAI Fall Symposia. 2017. p. 54-60.

SCHWERING, A.; MARTIN, R. Spatial Relations for Semantic Similarity Measurement. Perspectives in **Conceptual Modeling: ER 2005 Workshops AOIS, BP-UML, CoMoGIS, eCOMO, and QoIS**, Klagenfurt, Austria, October 24-28, 2005. p. 259-269.

SHARIFF, A. R.; EGENHOFER, M. J.; MARK, D. M. Natural-Language Spatial Relations Between Linear and Areal Objects: The Topology and Metric of English Language Terms. **International Journal of Geographical Information Science**, v. 12, n. 3, p. 215-246, 1998.

SISBOT, E. A.; CONNELL, J. H. Where is my stuff? An interactive system for spatial relations. **Robotics (cs.RO)**. arXiv:1909.06331. sept. 2019.

STOCK, K.; STOJANOVIC, T.; REITSMA, F.; OU, Y.; BISHR, M.; ORTMANN, J.; ROBERTSON, A. To ontologise or not to ontologise: An information model for a geospatial knowledge infrastructure. **Computers and Geosciences**, v. 45, p. 98–108, 2012.

STOCK, K. A Geometric Configuration Ontology to Support Spatial Querying. **Agile**, p. 3–6, 2014.

STOCK, K. M.; ATKINSON, R.; HIGGINS, C.; SMALL, M.; WOOLF, A.; MILLARD, K.; ARCTUR, D. A semantic registry using a Feature Type Catalogue instead of ontologies to support spatial data infrastructures. **International Journal of Geographical Information Science**, v. 24, n. 2, p. 231–252, 2010.

STOCK, K. M.; DELAZARI, L. S. Where am I?/Onde Estou? Automated Interpretation of Human Language Descriptions of Current Location. **Springer-Verlag Berlin Heidelberg**, n. 1, p. 1, 2011.

STOCK, K.; HALL, M. The role of context in the interpretation of natural language location descriptions. **13th International Conference on Spatial Information Theory, COSIT 2017**. 2017. p. 245-254.

TENBRINK, T. Discovering Spatiotemporal Concepts in Discourse. In: DANCYGIER, B. (Ed.). **The Cambridge Handbook of Cognitive Linguistics**. Cambridge: Cambridge University Press, 2017. p. 669–683.

TOBLER, W. R. A Computer Movie Simulation Urban Growth in Detroit Region. **Economic Geography**, v. 46, p. 234–240, 1970.

VARANKA, D. E. Ontology Patterns for Complex Topographic Feature Types. **Cartography and Geographic Information Science**, v. 38:2, p. 126–136, 2011.

VASARDANI, M.; TIMPF, S.; WINTER, S.; TOMKO, M. From Descriptions to depictions: A conceptual Framework. **11th International Conference on Spatial Information Theory, COSIT 2013**. Scarborough, UK, 2013. p. 299-319.

WANG, X.; MATSAKIS, P.; TRICK, L.; NANNECKE, B.; VELTMAN, M. A study on how humans describe relative positions of image objects. In **Headway in Spatial Data Handling**, 2008. p. 1–18.

YUE, P.; GIBG, J.; DI, L.; HE, L.; WEI, Y. Integrating semantic web technologies and geospatial catalog services for geospatial information discovery and processing in cyberinfrastructure. **GeoInformatica**, v. 15, p. 273–303, 2011.

ZWARTS, J. Prepositional aspect and the algebra of paths. **Linguistics and Philosophy** 28, n. 6, p. 739-79, 2005. <<http://www.jstor.org/stable/25001978>>. Accessed October 29, 2020.

Como citar:

ABNT

FAGUNDES, C. K. M.; DELAZARI, L. S. Obtenção de termos semanticamente similares de relações espaciais em linguagem natural. **InterEspaço: Revista de Geografia e Interdisciplinaridade**, v. 8, e202211, 2022. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.18764/2446-6549.e202211>>. Acesso em: 31 out. 2022.

APA

Fagundes, C. K. M., & Delazari, L. S. Obtenção de termos semanticamente similares de relações espaciais em linguagem natural. *InterEspaço: Revista de Geografia e Interdisciplinaridade*,

v. 8, e202211, 2022. Recuperado em 31 outubro, 2022, de
<http://dx.doi.org/10.18764/2446-6549.e202211>



This is an open access article under the CC BY Creative Commons 4.0 license.

Copyright © 2022, Universidade Federal do Maranhão.

