

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MONTES CLAROS**

**Luana Leal Roberto**

**Determinantes sociais contextuais e individuais da cárie e da perda dentária  
entre adultos e idosos**

**Montes Claros – Minas Gerais  
2021**

**Luana Leal Roberto**

**Determinantes sociais contextuais e individuais da cárie e da perda dentária entre adultos e idosos**

**Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências em Saúde (PPGCS) da Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes), como parte das exigências para a obtenção do título de Doutora em Ciências da Saúde.**

**Área de Concentração: Saúde Coletiva**

**Orientadora: Profa. Dra. Desirée Sant'Ana Haikal**

**Coorientadora: Profa. Dra. Andréa Maria Eleutério de Barros Lima Martins**

R642d Roberto, Luana Leal.  
Determinantes sociais contextuais e individuais da cárie e da perda dentária entre adultos e idosos [manuscrito] / Luana Leal Roberto. – Montes Claros, 2021. 114 f. : il.

Inclui Bibliografia.  
Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Montes Claros - Unimontes,  
Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde /PPGCS, 2021.

Orientadora: Profa. Dra. Desirée Sant’Ana Haikal.  
Coorientadora: Profa. Dra. Andréa Maria Eleutério de Barros Lima Martins.

1. Adulto. 2. Idoso. 3. Cárie dentária. 4. Perda de dente. 5. Iniquidade em saúde. 6. Análise multinível. I. Haikal, Desirée Sant’Ana. II. Martins, Andréa Maria Eleutério de Barros Lima. III. Universidade Estadual de Montes Claros. IV. Título.

## **UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MONTES CLAROS-UNIMONTES**

Reitor: Prof. Dr. Antônio Avilmar Souza

Vice-reitora: Profa. Dra. Ilva Ruas de Abreu

Pró-reitora de Pesquisa: Profa. Dra. Clarice Diniz Alvarenga Corsato

Coordenadoria de Acompanhamento de Projetos: Prof. Dr. Virgílio Mesquita Gomes

Coordenadoria de Iniciação Científica: Profa. Dra. Maria Alice Ferreira

Coordenadoria de Inovação Tecnológica: Profa. Dra. Sara Gonçalves Antunes

Pró-reitor de Pós-graduação: Prof. Dr. André Luiz Sena Guimarães

Coordenadoria de Pós-graduação *lato sensu*: Prof. Dr. Allyson Steve Mota Lacerda

Coordenadoria de Pós-graduação *stricto sensu*: Prof. Dr. Marcos Flávio Silveira Vasconcelos  
D'Angelo

## **PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE**

Coordenador: Prof. Dr. Alfredo Maurício Batista de Paula

Coordenador Adjunto: Prof. Dr. Renato Sobral Monteiro Júnior



*Dedico este trabalho ao meu pequeno Tomás,  
o raio de sol que ilumina as minhas ideias e  
aquece o meu coração.*

## AGRADECIMENTOS

A **Deus**, pois com a sua graça “Eu posso ir muito além de onde estou. Vou nas asas do Senhor. Vou com asas, como águia. Pois confio no Senhor!” Obrigada “Meu Deus, Meu Tudo!”

Ao Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde (**PPGCS**) da Unimontes, pela oportunidade e por me proporcionar tamanho aprendizado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (**CAPES**), pela concessão da bolsa de doutorado.

Ao **Ministério da Saúde**, por disponibilizar os dados, matéria prima para a condução deste trabalho.

Aos **brasileiros**, por aceitarem participar do inquérito. Espero de coração que os resultados deste trabalho contribuam para a melhoria das condições de saúde bucal, principalmente, entre os menos favorecidos.

À minha orientadora, **Desirée Haikal**, por todos os ensinamentos compartilhados ao longo desses anos. Desi (como prefiro chamá-la), você consegue desempenhar o papel de orientadora com profissionalismo, ética e, sobretudo, amor. Agradeço imensamente por dividir comigo tantos conhecimentos, sem soberba ou arrogância, permitindo assim meu crescimento. Você se tornou para mim muito mais que uma orientadora. Obrigada por fazer parte da minha história!

À minha coorientadora, **Andréa Eleutério**, pelas valiosas contribuições para a elaboração deste trabalho e pela importante parceria na obtenção do banco de dados.

Aos **professores do PPGCS**, por todo conhecimento compartilhado nas disciplinas.

Ao professor **Renato Sobral**, cuja disciplina contribuiu de forma muito importante para a minha formação.

À professora **Marise Silveira**, por realizar a correção do banco de dados e auxiliar nas dúvidas que surgiram ao longo do trabalho.

Ao professor **Alfredo de Paula**, pelo auxílio, principalmente, nas publicações internacionais.

Aos professores **Marcelo Baldo**, **Raquel Ferreira**, **Viviane Gomes** e **Aline Santos**, pela competência e gentileza com que contribuíram na minha qualificação.

Aos professores **Mauro Henrique** e **Lia Castilho**, por orientarem meus primeiros passos na pesquisa.

À querida **Do Carmo**, ex-funcionária do PPGCS, sempre gentil e solícita para atender minhas demandas.

Aos colegas **Danilo Carreiro** e **Renata Francine**, pela importante parceria na construção do banco de dados.

Ao aluno de Iniciação Científica **Bruno Lemos**, pelo compromisso e dedicação a este trabalho.

À minha amiga **Camila**, por dividir comigo todos os momentos. Sua amizade é uma das coisas mais preciosas da minha vida!

Ao meu pai **Jarbas**, que mesmo distante nunca deixou de me apoiar.

À minha mãe **Vandeni**, por ser meu braço direito ao longo dessa jornada, especialmente, depois da chegada do Tomás. Mãe, sem a sua ajuda, a caminhada teria sido ainda mais difícil. Obrigada pela sua presença em minha vida!

Ao meu padrasto **Waldemar**, por me apoiar como um pai.

Ao meu irmão **Fábio**, por me fazer acreditar na minha capacidade.



Ao meu esposo **Edilson**, por dividir comigo as tarefas cotidianas do lar e da maternidade e, assim, tornar a minha ausência menos perceptível. Obrigada por me fortalecer nos momentos de desânimo e cansaço.

Ao meu filho **Tomás**, sua chegada trouxe luz e bênçãos para a minha vida. Obrigada por me permitir experimentar o maior amor do mundo! Te amo como só uma mãe sabe mensurar!

Enfim, a todos que direta ou indiretamente fizeram parte dessa jornada.

*“A vida é assim: esquenta e esfria, aperta e  
daí afrouxa, sossega e depois desinquieta.  
O que ela quer da gente é coragem.”*

João Guimarães Rosa

## RESUMO

Os Determinantes Sociais da Saúde exercem um efeito importante sobre as condições de saúde bucal das populações. O presente trabalho teve como objetivo conhecer os determinantes sociais contextuais e individuais associados à cárie dentária e à perda dentária entre adultos e idosos. Esta tese apresenta quatro diferentes estudos acerca de tais determinantes. I) O primeiro artigo se trata de uma revisão sistemática da literatura científica conduzida a fim de identificar os fatores demográficos e socioeconômicos associados ao edentulismo entre idosos, conforme padrões estabelecidos pelo PRISMA. Foram identificados 343 artigos, dos quais 24 atenderam a todos os critérios de elegibilidade para a inclusão na revisão. Os resultados apontaram maior ocorrência de indivíduos edêntulos em contextos demográficos e socioeconômicos desfavoráveis. Idade, escolaridade e condição socioeconômica foram os principais fatores associados ao edentulismo entre idosos. A metanálise revelou menor chance de edentulismo para o sexo masculino e ausência de diferença significativa para raça/etnia ou cor da pele. II) O segundo estudo objetivou investigar os fatores contextuais e individuais associados ao edentulismo entre idosos (65 a 74 anos). Foram utilizados dados secundários individuais da Pesquisa Nacional de Saúde Bucal – SBBrasil 2010, que investigou uma amostra probabilística por conglomerados, e dados secundários contextuais obtidos, em nível municipal, a partir de bases de dados públicas oficiais. Para a obtenção dos modelos simples e ajustado, foi conduzida Regressão de Poisson Multinível e estimada a Razão de Prevalência (RP). A prevalência de edentulismo verificada entre os idosos brasileiros foi de 53,1% (IC-95% 49,2%-57,0%). Considerando as variáveis contextuais, a prevalência de edentulismo foi maior entre os idosos provenientes de municípios localizados no interior e que possuíam Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) alto e médio/baixo quando comparado aos residentes em municípios com IDHM muito alto. Entre as variáveis individuais, a prevalência de edentulismo foi maior entre os indivíduos com menor escolaridade, menor renda familiar, mais velhos, que autopercebiam necessidade de prótese, que nunca foram ao dentista, que utilizaram o serviço odontológico há mais de um ano e cujo motivo da consulta foi problemas bucais. Por outro lado, a prevalência de edentulismo foi menor entre os idosos do sexo masculino e que não autopercebiam necessidade de tratamento odontológico. III) No terceiro estudo, avaliaram-se os fatores contextuais e individuais associados ao número de dentes perdidos entre adultos (35 a 44 anos). Foram utilizados dados secundários individuais do SBBrasil 2010 e dados secundários contextuais obtidos, em nível municipal, a partir de bases de dados públicas oficiais. Foi

conduzida Regressão Binomial Negativa Multinível e estimada a Razão de Médias (RM). Observou-se uma média de 7,31 (IC-95% 6,9-7,8) dentes perdidos entre os adultos brasileiros. Entre as variáveis contextuais, o número de dentes perdidos foi menor entre os residentes em municípios com maior IDHM e foi maior em municípios que não possuíam fluoretação da água de abastecimento público. Entre as variáveis individuais, a perda dentária foi maior entre os que se autodeclararam amarelos/negros/pardos/indígenas, entre os mais velhos, que relataram dor, que utilizaram serviços odontológicos há mais de um ano e naqueles cujo motivo da consulta foi por problemas bucais. Por outro lado, a perda dentária foi menor entre os adultos com maior escolaridade, maior renda e entre os do sexo masculino. IV) No quarto estudo, objetivou-se identificar os fatores contextuais associados à “experiência de cárie” (aferida pelo índice CPOD) e a “cárie não tratada” (componente cariado do índice CPOD) entre adultos (35 a 44 anos). Foram utilizados dados secundários individuais do SBBrasil 2010 e dados secundários contextuais obtidos, em nível municipal, a partir de bases de dados públicas oficiais. Para o ajuste dos modelos, além das variáveis independentes contextuais, foram consideradas variáveis independentes individuais. Foi conduzida Regressão Binomial Negativa Multinível e estimada a Razão de Médias (RM). O CPOD médio entre os adultos foi de 16,89 ( $\pm$  7,27) e a média de dentes cariados foi de 1,79 ( $\pm$  2,90). No modelo final, o CPOD foi maior para os residentes em municípios com menor desigualdade social (Coeficiente de Gini) e para os adultos de municípios sem água fluoretada. Já o número médio de dentes cariados foi maior entre os moradores de municípios com maior desigualdade social e entre os adultos residentes em municípios com menor proporção de dentistas/habitantes, mesmo após ajuste pelas variáveis individuais. **Conclusão:** Os desfechos em saúde bucal investigados estiveram associados a condições contextuais e individuais desfavoráveis, destacando o efeito das desigualdades sociais na saúde bucal dos indivíduos. Assim, os achados desse estudo podem subsidiar a definição de políticas públicas que priorizem as populações mais vulneráveis, visando assegurar o princípio da equidade.

Palavras-chave: Adulto. Idoso. Cárie Dentária. Perda de Dente. Iniquidade em Saúde. Análise Multinível.

## ABSTRACT

The Social Determinants of Health have a significant effect on people's oral health conditions. This study aimed to understand the contextual and individual social determinants associated with dental caries and tooth loss among adults and older adults. This thesis presents four different studies about such determinants. I) The first article is a systematic review of the scientific literature conducted in order to identify the demographic and socioeconomic factors associated with edentulism among older persons, according to the PRISMA. We identified 343 articles, 24 of which met all the eligibility criteria and were included in the review. Unfavourable demographic and socioeconomic conditions were associated with the highest proportion of edentulous individuals. Age, level of education, and socioeconomic status were the main factors that were found to influence edentulism among elderly individuals. The meta-analysis results showed a lower risk of edentulism in men and no significant differences in the risk of developing edentulism among different races/ethnicities or skin colours. II) The second study aimed to investigate the contextual and individual factors associated with edentulism among older adults (65-74 years). Individual secondary data from the National Oral Health Survey – SBBrasil 2010, which investigated a probabilistic cluster sample, and secondary contextual data obtained at the municipal level from official public databases were used. Multilevel Poisson regression was conducted, and the Prevalence Ratio (PR) was estimated to obtain the simple and adjusted models. The prevalence of edentulism among Brazilian older adults was 53.1% (95% CI: 49.2%-57.0%). Considering the contextual variables, the prevalence of edentulism was higher among older adults from inland municipalities and who had high and medium/low Municipal Human Development Index (MHDI) when compared to residents in municipalities with very high MHDI. Among the individual variables, the prevalence of edentulism was higher among older, less educated individuals with lower household income, who self-perceived the need for a prosthesis, never went to the dentist, used the dental service for more than a year, and whose visit was due to oral problems. On the other hand, the prevalence of edentulism was lower among male older adults and those who did not self-perceive the need for dental treatment. III) In the third study, the objective was to analyze the contextual and individual factors associated with the number of missing teeth among adults (35-44 years). Individual secondary data from the National Oral Health Survey – SBBrasil 2010 and secondary contextual data obtained at the municipal level from official public databases were used. Multilevel Hierarchical Negative Binomial Regression was conducted and the Mean Ratio

(MR) was estimated. Brazilian adults lost a mean of 7.57 (95% CI 7.1–8.1) teeth. Among the contextual variables, the number of teeth lost was higher among residents of municipalities with high and medium/low Municipal Human Development Index (MHDI) and in municipalities that did not have public water fluoridation. Among the individual variables, dental loss was higher among those who declared themselves yellow/black/brown/indigenous, were older, who had lower income, who had never visited a dentist, who had used dental services for more than a year and those whose most recent visit to the dentist was due to oral health problems. On the other hand, dental loss was lower among adults with higher education levels and males. IV) The fourth study aimed to identify contextual factors associated with “caries occurrence” (measured using the DMFT index) and “untreated caries” (decay component of the DMFT index) among adults (35-44 years). Individual secondary data from the National Oral Health Survey – SBBrazil 2010 and secondary contextual data obtained at the municipal level from official public databases were used. To adjust the models, individual independent and independent contextual variables were considered. Multilevel Hierarchical Negative Binomial Regression was conducted and the Mean Ratio (MR) was estimated. The mean DMFT among the participants was 16.89 ( $\pm$  7.27), and the mean number of decayed teeth was 1.79 ( $\pm$  2.90). In the final model, DMFT was higher for residents in municipalities with lower social inequality (Gini coefficient) and without fluoridated water. On the other hand, the average number of decayed teeth was higher among residents of municipalities with higher social inequality and a lower proportion of dentists per capita, even after adjusting for individual variables. **Conclusion:** The investigated oral health outcomes were associated with unfavorable contextual and individual conditions, highlighting the effect of social inequalities on individuals’ oral health. Thus, this study’s findings can support the definition of public policies that prioritize the most vulnerable populations to ensure the principle of equity.

Keywords: Adult. Elderly. Dental caries. Tooth loss. Health inequalities. Multilevel analysis.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1 - Principais aspectos metodológicos dos levantamentos epidemiológicos em saúde bucal realizados no Brasil. ....	32
Figura 1 - Marco conceitual dos Determinantes Sociais da Saúde. ....	22
Figura 2 - Modelo conceitual para iniquidades em saúde bucal. ....	23

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

COSAB	Coordenação Nacional de Saúde Bucal
CNDSS	Comissão Nacional sobre os Determinantes Sociais da Saúde
CPOD	Número de dentes permanentes cariados, perdidos e/ou obturados/restaurados
CSDH	<i>Commission on Social Determinants of Health</i>
DATASUS	Departamento de Informática do SUS
DNSB	Divisão Nacional de Saúde Bucal
DSS	Determinantes Sociais da Saúde
ICV	Indicador de Condições de Vida
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
NBI	Indicador de Necessidades Básicas Insatisfeitas
OMS	Organização Mundial de Saúde
PIB	Produto Interno Bruto
PNSB	Política Nacional de Saúde Bucal
PRISMA	<i>Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-analyses</i>
SESI	Serviço Social da Indústria
SUS	Sistema Único de Saúde



## APRESENTAÇÃO

Minha relação com a pesquisa se iniciou ainda na graduação. Como acadêmica de Odontologia da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Minas Gerais (FOUFMG), tive a oportunidade de fazer Iniciação Científica e, assim, desenvolver o gosto pela pesquisa científica.

O reencontro com a pesquisa veio no mestrado, realizado no Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde (PPGCS) da Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes). Período de muito aprendizado, no qual foi possível me aprofundar nos métodos de investigação científica, especialmente, através das disciplinas ofertadas pelo programa. Trabalhei com um rico banco de dados do “Projeto SBMOC”, que me permitiu adquirir muitos conhecimentos no campo da Bioestatística. Além disso, me aproximei da escrita científica e desenvolvi uma importante autonomia e habilidade na redação de artigos científicos. Como produtos da minha dissertação, foram publicados três artigos em importantes periódicos nacionais.

O doutorado veio como uma continuação exitosa do mestrado, trazendo possibilidades de aprofundamentos e avanços em processos já iniciados. No campo da Bioestatística, tive a oportunidade de aprender novos tipos de análises e trabalhar com diferentes softwares. Através dos conhecimentos adquiridos na disciplina “Tópicos Especiais em Revisão Sistemática e Metanálise”, aprendi a metodologia para realizar esse tipo de trabalho, o que, além de aprendizado, me rendeu uma publicação científica. Além disso, com as parcerias proporcionadas pela minha orientadora, tive a oportunidade de trabalhar em outros projetos, o que me permitiu desenvolver habilidades de trabalho em equipe e até de como realizar orientações. Todo esse processo tem despertado em mim uma vontade cada vez maior de me dedicar à pesquisa. Mesmo diante do cenário hostil que nosso país tem apresentado, desejo fortemente encontrar um lugar dentro da comunidade científica para poder continuar, após a conclusão do doutorado, contribuindo para a geração de conhecimento. Tarefa árdua, mas que, ao longo desses anos, aprendi a desenvolver com amor!

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	17
2 OBJETIVOS .....	19
2.1 Objetivo Geral.....	19
2.2 Objetivos Específicos.....	19
3 REVISÃO DE LITERATURA .....	20
3.1 Determinantes Sociais da Saúde.....	20
3.2 Modelos multiníveis.....	23
3.3 Determinantes contextuais da saúde bucal.....	25
3.4 Levantamentos epidemiológicos em saúde bucal.....	28
3.5 Condições de saúde bucal da população adulta e idosa.....	33
4 METODOLOGIA .....	36
5 PRODUTOS .....	37
5.1 Artigo 1: Sociodemographic determinants of edentulism in the elderly population: A systematic review and meta-analysis.....	38
5.2 Artigo 2: Determinantes contextuais e individuais do edentulismo entre idosos brasileiros: um estudo multinível.....	51
5.3 Artigo 3: Contextual and individual determinants of tooth loss in adults: a multilevel study.....	69
5.4 Artigo 4: Contextual determinants of the occurrence of caries and untreated caries among adults in Brazil: A multilevel study.....	79
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	103
REFERÊNCIAS .....	105
ANEXO .....	111
ANEXO A – Outras atividades desenvolvidas durante o Doutorado (2017/2021) .....	111

## 1 INTRODUÇÃO

Os dados dos levantamentos epidemiológicos em saúde bucal de abrangência nacional, que incluíram a população adulta e idosa (1986, 2003 e 2010), revelaram um quadro epidemiológico preocupante. Dentre os agravos bucais investigados, destaca-se a elevada prevalência de perda dentária entre os adultos brasileiros e no grupo etário de 65 a 74 anos, o edentulismo foi considerado um grave problema (BRASIL, 1988; BRASIL, 2004a; BRASIL, 2012).

A perda dentária representa um importante problema de saúde pública (BARBATO *et al.*, 2007; KASSEBAUM *et al.*, 2014). Estudos prévios apontam que as perdas dentárias por cárie representam um percentual expressivo do total de perdas dentárias (SUSIN *et al.*, 2005; CIMÕES *et al.*, 2007; HAIKAL *et al.*, 2014), sendo a cárie considerada a principal causa de extração dentária até os 45 anos (VARGAS *et al.*, 2012). Dessa forma, a perda dentária reflete o fracasso de medidas preventivas e/ou curativas prévias, representando um dos principais indicadores de saúde bucal na população adulta (GILBERT *et al.*, 2003; SUSIN *et al.*, 2005). O edentulismo, perda completa dos dentes naturais (BURT & EKLUND, 1992), é considerado um dos piores agravos à saúde bucal, sendo reflexo do acúmulo das doenças bucais ao longo da vida (THOMSON, 2012). No Brasil, a Pesquisa Nacional de Saúde Bucal – SBBrasil 2010 revelou que mais da metade dos idosos (65 aos 74 anos) eram edêntulos, sendo que as maiores prevalências de edentulismo foram observadas entre aqueles com menores renda e escolaridade (PERES *et al.*, 2013).

Todos esses desfechos de saúde bucal (cárie, perda dentária e edentulismo) são fortemente influenciados por condições socioeconômicas desfavoráveis (BARBATO *et al.*, 2007; PERES *et al.*, 2013; BOING *et al.*, 2014; HAIKAL *et al.*, 2014). Já foi estabelecido um grande conjunto de características individuais que afetam a saúde bucal de adultos e idosos, tais como, renda (BARBATO *et al.*, 2007; PERES *et al.*, 2013; BOING *et al.*, 2014), escolaridade (PERES *et al.*, 2013; BOING *et al.*, 2014; HAIKAL *et al.*, 2014) e acesso à informação (HAIKAL *et al.*, 2014) e a serviços de saúde (HAMASHA *et al.*, 2000; MOREIRA *et al.*, 2005).

Além disso, características decorrentes do local onde as pessoas vivem (fatores contextuais) têm sido identificadas pela literatura científica como determinantes da saúde bucal

(BARBATO & PERES, 2015). Indicadores socioeconômicos, tais como, o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) (VETTORE *et al.*, 2020) e o Coeficiente de Gini (BERNABÉ *et al.*, 2009; CELESTE *et al.*, 2009; CELESTE *et al.*, 2011), e variáveis de acesso a serviços, como fluoretação da água de abastecimento público (CELESTE *et al.*, 2009) e proporção de dentistas por habitantes (CELESTE *et al.*, 2009; MOREIRA *et al.*, 2010) são apontados como fatores contextuais associados à cárie (BERNABÉ *et al.*, 2009; CELESTE *et al.*, 2009; CELESTE *et al.*, 2011), perda dentária (MOREIRA *et al.*, 2010; VETTORE *et al.*, 2020) e edentulismo (CELESTE *et al.*, 2009; CELESTE *et al.*, 2011) entre adultos e idosos. Contudo, os efeitos contextuais sobre a saúde bucal ainda carecem ser melhor investigados e compreendidos. Desse modo, modelos de estudo que abordem os chamados “Determinantes Sociais da Saúde”, em uma perspectiva contextual/multinível, têm ganhado cada vez mais destaque. Esse tipo de abordagem permite a identificação de fatores no nível do indivíduo e em níveis hierarquicamente superiores que estejam associados a um desfecho de interesse (WEICH *et al.*, 2003).

Considerando a alta prevalência de cárie, perda dentária e edentulismo entre os brasileiros (BRASIL, 2012), e que é na fase adulta da vida que ocorre o maior número de perdas dentárias decorrentes de lesões de cárie (REISINE, 1984), acarretando no elevado número de edentados entre idosos (BRASIL, 2012), o presente estudo, ao avaliar tais desfechos de saúde bucal, por meio de abordagem multinível, possibilitou a identificação dos fatores contextuais e individuais associados a tais agravos. Os resultados alcançados poderão subsidiar ações de saúde bucal voltadas para esses grupos populacionais, historicamente, excluídos dos programas de saúde bucal coletiva (PINTO, 2000; MOREIRA *et al.*, 2005), a fim de evitar o adoecimento e a perda das estruturas dentais ao longo da vida. Além disso, cabe destacar a relevância social do estudo, a avaliação do impacto da desigualdade social na saúde bucal poderá viabilizar a adoção de medidas para diminuição de tal impacto por meio da redução da desigualdade social, tendo como pano de fundo a promoção da equidade.

## **2 OBJETIVOS**

### 2.1 Objetivo geral

- Conhecer os determinantes sociais contextuais e individuais associados à cárie dentária e à perda dentária entre adultos e idosos.

### 2.2 Objetivos específicos

- Realizar uma revisão sistemática da literatura científica a fim de identificar os fatores demográficos e socioeconômicos associados ao edentulismo entre idosos.
- Identificar fatores contextuais e individuais associados ao edentulismo entre idosos brasileiros.
- Analisar a perda dentária entre adultos brasileiros e sua associação com desigualdades sociais contextuais e características aferidas em nível individual.
- Identificar fatores contextuais associados à experiência de cárie e à cárie não tratada entre adultos brasileiros.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Determinantes Sociais da Saúde

A busca das explicações ou dos motivos que levam as pessoas a adoecer tem estado sempre presente na história da humanidade. Os avanços na identificação dos fatores que geram o adoecimento acabam se refletindo na forma de se conceituar saúde, que deixa de representar apenas a ausência de doença (MELO & CUNHA, 1999). A Constituição da Organização Mundial de Saúde (OMS) de 1948 definiu saúde como um estado de completo bem-estar físico, mental e social. Embora esse conceito apresente uma concepção para além de um enfoque centrado na doença, foi considerado amplo demais e pouco concreto (MELO & CUNHA, 1999; BUSS & PELLEGRINI FILHO, 2007). Já a 8ª Conferência Nacional de Saúde, realizada no Brasil em 1986, conceituou saúde como resultado das condições de alimentação, habitação, educação, renda, meio ambiente, trabalho, transporte, emprego, lazer, liberdade, acesso e posse da terra e acesso aos serviços de saúde (BRASIL, 1986). Nesse sentido, a saúde passa a ser reconhecida como um direito de cidadania, que pressupõe o atendimento às necessidades básicas tanto individuais quanto da coletividade (MELO & CUNHA, 1999).

Com a evolução do conceito de saúde, acabam ganhando destaque os Determinantes Sociais da Saúde (DSS). De modo geral, os DSS são as condições de vida e trabalho dos indivíduos e de grupos da população que estão relacionadas com sua situação de saúde (BUSS & PELLEGRINI FILHO, 2007). De acordo com a Comissão sobre Determinantes Sociais da Saúde (*Commission on Social Determinants of Health*, CSDH) da OMS, o conjunto de condições em que as pessoas nascem, vivem, crescem, trabalham e envelhecem representa os DSS, termo que resume os determinantes sociais, econômicos, políticos, culturais e ambientais da saúde (CSDH, 2008). Segundo a Comissão Nacional sobre os Determinantes Sociais da Saúde (CNDSS), criada no Brasil em 2006, os DSS são os fatores sociais, econômicos, culturais, étnicos/raciais, psicológicos e comportamentais que influenciam a ocorrência de problemas de saúde e seus fatores de risco na população (BUSS & PELLEGRINI FILHO, 2007; CNDSS, 2008). A criação da CNDSS inseriu o país no movimento global em torno dos DSS e, teve como objetivo gerar informações e conhecimentos sobre os determinantes sociais da saúde no Brasil, contribuir para a

formulação de políticas que promovam a equidade em saúde e mobilizar diferentes instâncias do governo e da sociedade civil sobre este tema (CNDSS, 2008).

Pesquisas considerando as relações entre a maneira como se organiza e se desenvolve uma determinada sociedade e a situação de saúde de sua população têm se tornado cada vez mais frequentes tanto na literatura nacional quanto internacional (ALMEIDA-FILHO, 2002). Tais pesquisas têm se dedicado, principalmente, ao estudo das iniquidades em saúde, disparidades injustas e evitáveis (ou remediáveis) nas condições de saúde de diferentes grupos populacionais (WHITEHEAD, 2000). As iniquidades em saúde refletem as disparidades de renda e riqueza, bem como as diferenças nas oportunidades dadas aos indivíduos baseadas em fatores como raça, classe, gênero, nível educacional, deficiências, orientação sexual e localização geográfica. Essas diferenças produzem graves consequências, capazes de impactar na saúde da população e caracterizam os DSS (OMS, 2011).

Os diversos estudos sobre os DSS e as iniquidades em saúde possibilitaram a construção de modelos que procuram elucidar a trama de relações entre os vários níveis de determinantes sociais e a situação de saúde (CNDSS, 2008). Os modelos de determinação social das doenças se aplicam, principalmente, aos países onde as diferenças sociais são mais acentuadas, o padrão de exclusão dos benefícios materiais e os níveis de exploração do trabalho humano são mais evidentes. Nessas sociedades, a “determinação social” pode ser considerada a maior produtora de doenças (MELO & CUNHA, 1999).

O modelo proposto por Solar & Irwin (2010) foi adotado pela CSDH da OMS como marco teórico para a identificação dos determinantes sociais das iniquidades em saúde e na elaboração das propostas de ação apresentadas em seu relatório final (OMS, 2011). De acordo com esse modelo, os DSS apresentam diferentes níveis de importância. Os determinantes considerados como mais importantes são os chamados estruturais e são os responsáveis pelo posicionamento ou estratificação social das pessoas (distribuição de renda; preconceito com base em fatores como gênero, etnia ou deficiências; e estruturas políticas e de governança). Esses mecanismos estruturais, capazes de alterar o posicionamento social dos indivíduos, são a causa mais profunda das iniquidades em saúde. Já os determinantes intermediários são as condições de vida, circunstâncias psicossociais, fatores comportamentais e/ou biológicos e o próprio sistema de saúde. Os determinantes estruturais, por meio do seu impacto sobre os

determinantes intermediários, dão forma às condições de saúde dos indivíduos (SOLAR & IRWIN, 2010; OMS, 2011) (Figura 1).

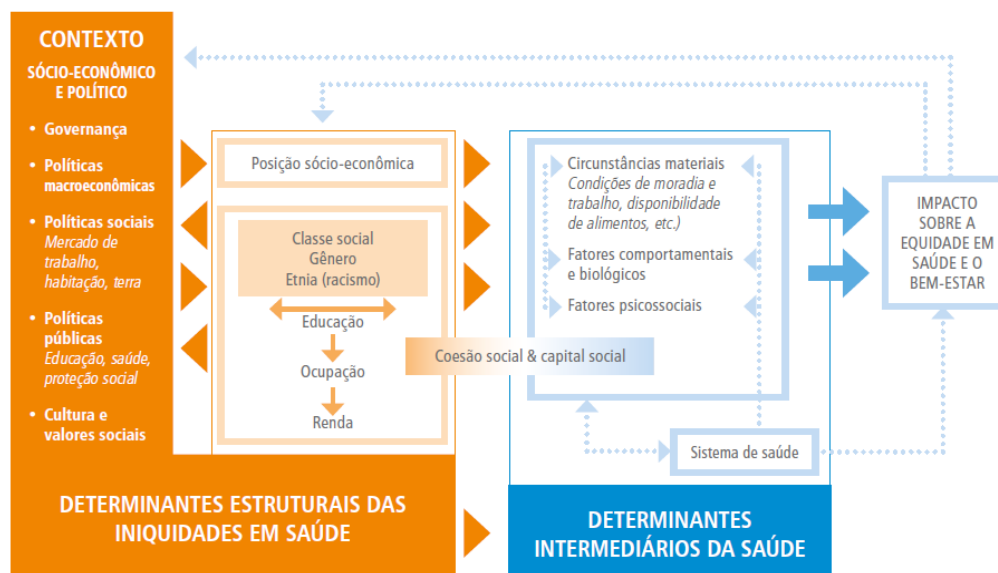


Figura 1: Marco conceitual dos Determinantes Sociais da Saúde.

Fonte: Solar & Irwin, 2010.

No campo da saúde bucal, Watt & Sheiham (2012) propuseram um modelo conceitual baseado no modelo teórico adotado pela OMS (SOLAR & IRWIN, 2010). O modelo conceitual para iniquidades em saúde bucal considera os determinantes sociais das desigualdades em saúde bucal, contrapondo-se às abordagens preventivas, focadas apenas nas mudanças comportamentais do indivíduo. De acordo com esse modelo conceitual, as variáveis que influenciam a saúde bucal podem ser agrupadas em determinantes estruturais (contexto socioeconômico e político) e intermediários (posição socioeconômica, circunstâncias materiais e sociais, comportamentos e fatores biológicos, fatores psicossociais, e serviços de saúde) (WATT & SHEIHAM, 2012) (Figura 2).

Os DSS compreendem os determinantes vinculados aos comportamentos individuais e às condições de vida e trabalho, bem como os relacionados com a macroestrutura econômica, social e cultural (CNDSS, 2008). Enquanto os fatores individuais são importantes para identificar que indivíduos no interior de um grupo estão submetidos a maior risco, os fatores contextuais, como a distribuição de renda, estão relacionados com as diferenças nos níveis de saúde entre grupos e países (BUSS & PELLEGRINI FILHO, 2007). Conhecer os DSS, tanto ao nível individual quanto contextual, é imprescindível para o desenvolvimento de ações



direcionadas à promoção de saúde, uma vez que tais determinantes são produto da ação humana e, portanto, podem e devem ser transformados pela ação humana (OMS, 2011). Existem vários enfoques para o estudo dos mecanismos por meio dos quais os DSS provocam as iniquidades em saúde, entre eles destaca-se o enfoque multinível, que busca integrar as abordagens individuais e grupais, sociais e biológicas numa perspectiva dinâmica, histórica e ecológica (BUSS & PELLEGRINI FILHO, 2007).

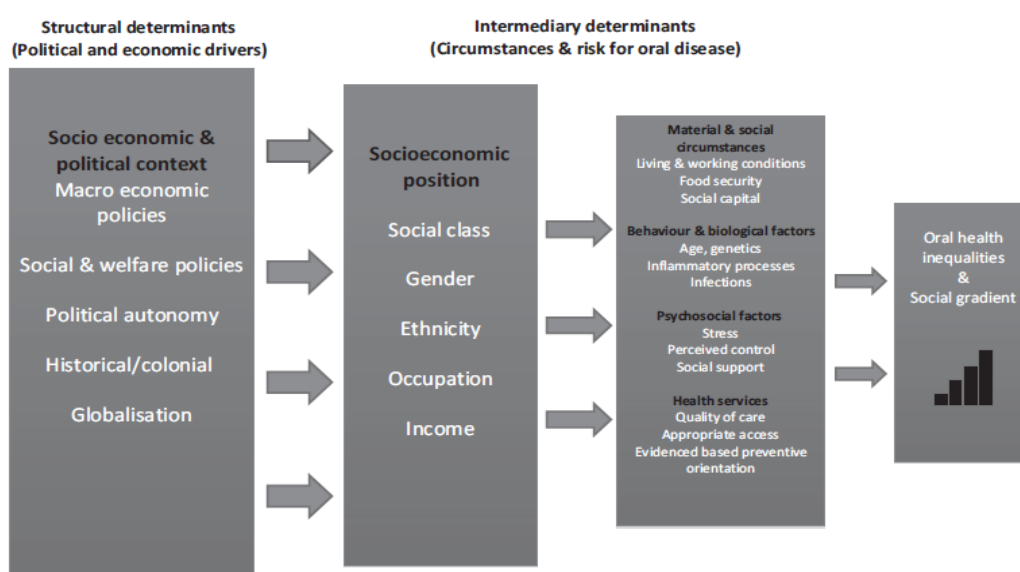


Figura 2: Modelo conceitual para iniquidades em saúde bucal.

Fonte: Watt & Sheiham, 2012.

### 3.2 Modelos multiníveis

O estudo das relações entre os indivíduos e o contexto em que vivem tem recebido atenção crescente na literatura científica. Existem evidências de que tanto o nível de pobreza quanto o contexto social em que ela se desenvolve importam na determinação do estado de saúde. Assim, indivíduos pobres vivendo em ambientes degradados apresentam pior estado de saúde do que indivíduos pobres vivendo em ambientes melhores (KRIEGER, 2001; BARATA, 2005). Dessa forma, observa-se que os indivíduos incorporam o mundo no qual vivem, produzindo padrões de saúde, doença, incapacidade e até morte (BARATA, 2005).

Visto que nem todos os determinantes do processo saúde–doença podem ser conceituados como atributos de nível individual (DIEZ-ROUX, 2004), têm sido propostos modelos de

estudos que visam à compreensão dos fenômenos de saúde a partir do reconhecimento de elementos explicativos provenientes de diferentes níveis (KREFT e LEEU, 1998). Tais modelos são chamados de modelos “multiníveis” (PUENTE-PALACIOS & LAROS, 2009). A análise multinível é considerada uma técnica estatística apropriada para investigar, no mesmo modelo, associações entre exposições no nível do indivíduo e em níveis hierarquicamente superiores, que caracterizam o contexto onde vive o indivíduo, e o desfecho de interesse (WEICH *et al.*, 2003). Dessa forma podem ser investigadas, tanto variações entre indivíduos, quanto entre grupos e a contribuição de cada um desses níveis no desfecho de interesse (SANTOS *et al.*, 2007).

Nos modelos multiníveis, além das variáveis individuais (características relacionadas, por exemplo, ao sexo, idade e posição social dos indivíduos que compõem o conjunto de pessoas estudado) devem ser consideradas as variáveis grupais ou contextuais (DIEZ-ROUX, 2004). As variáveis contextuais podem ser derivadas de valores individuais dos componentes do grupo, por exemplo, a renda média dos moradores de um bairro, ou descreverem características dos grupos que não têm correspondência no nível individual, como, por exemplo, a desigualdade de renda. As variáveis derivadas do primeiro tipo não permitem distinguir entre os efeitos composicionais (derivados da contribuição de cada indivíduo) e os efeitos contextuais (derivados do ambiente) (BARATA, 2005).

Nas pesquisas científicas, os dados coletados são frequentemente de pessoas agrupadas em *clusters*, também conhecidos como conglomerados (PUENTE-PALACIOS & LAROS, 2009). Indivíduos pertencentes a um mesmo grupo tendem a ser mais parecidos entre si em relação às exposições e aos desfechos relacionados à saúde do que indivíduos de grupos diferentes (COUTINHO *et al.*, 2014). Dessa forma, um dos pressupostos centrais da regressão múltipla tradicional, a independência das observações, acaba sendo violado, e uma consequência da dependência entre as observações é a subestimação dos erros-padrão dos coeficientes da regressão. Os testes estatísticos tradicionais confiam pesadamente no pressuposto da independência das observações. Portanto, o modelo de regressão tradicional pode não ser o mais adequado, pois não leva em consideração a dependência das observações entre os membros de um mesmo grupo. Uma alternativa para a técnica de regressão múltipla tradicional que leva em consideração a estrutura hierárquica dos dados é a análise multinível (LAROS & MARCIANO, 2008; PUENTE-PALACIOS & LAROS, 2009).

A análise multinível também é conhecida como Modelo Hierárquico Linear, Modelo de Efeitos Mistos, Modelo de Efeitos Aleatórios e Regressão Hierárquica. Trata-se de uma extensão do modelo de regressão tradicional quando variáveis são analisadas dispostas em vários níveis de agregação, tornando corretos os erros-padrão, os intervalos de confiança e os testes de hipóteses (LAROS & MARCIANO, 2008). A adoção de modelos de desenho multinível para a compreensão de um determinado fenômeno implica o reconhecimento da existência de elementos explicativos provenientes de diferentes níveis. O aspecto diferencial da análise multinível, se comparada com a regressão tradicional, é que pelo menos uma das variáveis explicativas deve ser do segundo nível, o que permite testar, de maneira adicional, interações entre níveis. São contemplados, no mínimo, dois níveis e três variáveis. Isto significa que o pesquisador tem à disposição uma ferramenta que lhe permite verificar se o comportamento de uma variável, ou as relações entre as variáveis do modelo, são sistemáticas ou diferem de um grupo para outro (PUENTE-PALACIOS & LAROS, 2009).

Assim, a análise multinível é a opção metodologicamente adequada para estabelecer as relações entre as variáveis quando existe uma estrutura hierárquica na população de interesse (LAROS & MARCIANO, 2008). Além disso, a utilização de modelos multiníveis representa uma forma de superação das limitações teóricas da multicausalidade clássica (KREFT e LEEU, 1998) e, viabiliza a compreensão e o alcance de resultados próximos da realidade, uma vez que são considerados os efeitos diferenciados de variáveis relativas aos indivíduos e aos diferentes contextos sociais onde tais indivíduos estão inseridos (PUENTE-PALACIOS & LAROS, 2009).

### 3.3 Determinantes contextuais da saúde bucal

A presença de variáveis contextuais entre os determinantes da saúde bucal reforça a concepção de que o espaço geográfico (território) representa muito mais do que a localidade física. Ele é um reflexo das relações humanas, sociais, econômicas e históricas, resultando em riscos ou benefícios para a saúde das pessoas (MOREIRA *et al.*, 2007; BARBATO & PERES, 2015). Além disso, o território por estar sujeito às iniquidades sociais e políticas, pode influenciar negativamente as condições de vida de seus ocupantes ao reproduzir iniquidades em saúde. Assim, o território passa a ser considerado elemento constitutivo do processo saúde-doença bucal (MOREIRA *et al.*, 2007).

A influência dos fatores contextuais na saúde bucal de adultos e idosos tem se tornado objeto de investigação pela comunidade científica. Os desfechos investigados vão desde condições clínicas (CELESTE *et al.*, 2009; MOREIRA *et al.*, 2010; KOLTERMANN *et al.*, 2011; LORENZO-ERRO *et al.*, 2018), até medidas de autopercepção da saúde bucal (TASSINARI *et al.*, 2007; SOUZA *et al.*, 2016; VETTORE & AQEELI, 2016; SILVA & RONCALLI, 2018). Estudos prévios verificaram a associação entre fatores contextuais e cárie dentária (BERNABÉ *et al.*, 2009; CELESTE *et al.*, 2009; CELESTE *et al.*, 2011; SANTIAGO *et al.*, 2014), doença periodontal (CELESTE *et al.*, 2011; VETTORE *et al.*, 2013; VALENTE & VETTORE, 2017; LORENZO-ERRO *et al.*, 2018), perda dentária (MOREIRA *et al.*, 2010; VETTORE *et al.*, 2020), edentulismo (CELESTE *et al.*, 2009; CELESTE *et al.*, 2011; ITO *et al.*, 2015), dentição funcional (KOLTERMANN *et al.*, 2011; CHALUB *et al.*, 2016), número de dentes presentes (BARBATO *et al.*, 2015), necessidade de prótese dentária (DA VEIGA PESSOA *et al.*, 2017), necessidade de tratamento odontológico (RONCALLI *et al.*, 2014), dor de origem dentária (ARDILA & AGUDELO-SUÁREZ, 2015), autopercepção da saúde bucal (TASSINARI *et al.*, 2007; SILVA & RONCALLI, 2018) e qualidade de vida relacionada à saúde bucal (SOUZA *et al.*, 2016; VETTORE & AQEELI, 2016) tanto na população adulta quanto idosa.

As características contextuais mais abordadas pelos estudos são aspectos socioeconômicos (CELESTE *et al.*, 2009; ARDILA & AGUDELO-SUÁREZ, 2015; VETTORE *et al.*, 2020) e variáveis de acesso a serviços (BARBATO *et al.*, 2015; ITO *et al.*, 2015; SILVA & RONCALLI, 2018). Entre os aspectos socioeconômicos, destaca-se o IDH (VETTORE *et al.*, 2013; RONCALLI *et al.*, 2014; ARDILA & AGUDELO-SUÁREZ, 2015; CHALUB *et al.*, 2016; SOUZA *et al.*, 2016; VETTORE & AQEELI, 2016; VALENTE & VETTORE, 2017; DA VEIGA PESSOA *et al.*, 2017; SILVA & RONCALLI, 2018; VETTORE *et al.*, 2020), Coeficiente de Gini (BERNABÉ *et al.*, 2009; CELESTE *et al.*, 2009; CELESTE *et al.*, 2011; VETTORE *et al.*, 2013; CHALUB *et al.*, 2016; SOUZA *et al.*, 2016; VETTORE & AQEELI, 2016; VALENTE & VETTORE, 2017; SILVA & RONCALLI, 2018), Produto Interno Bruto (PIB) (BERNABÉ *et al.*, 2009; ARDILA & AGUDELO-SUÁREZ, 2015), Indicador de Necessidades Básicas Insatisfeitas (NBI) (ARDILA & AGUDELO-SUÁREZ, 2015; LORENZO-ERRO *et al.*, 2018), índice de Theil (TASSINARI *et al.*, 2007), Indicador de Condições de Vida (ICV) (TASSINARI *et al.*, 2007), índice de expectativa de vida (VALENTE & VETTORE, 2017), renda média da comunidade (CELESTE *et al.*, 2009; CELESTE *et al.*, 2011; ITO *et al.*, 2015; SILVA & RONCALLI, 2018), expectativa de

escolaridade (SILVA & RONCALLI, 2018), local de residência (SOUZA *et al.*, 2016; DA VEIGA PESSOA *et al.*, 2017), tamanho populacional do município (MOREIRA *et al.*, 2010; DA VEIGA PESSOA *et al.*, 2017) e capital social contextual (*empowerment* de vizinhança) (SANTIAGO *et al.*, 2014).

Considerando o acesso a serviços, as principais variáveis investigadas são fluoretação da água de abastecimento público (CELESTE *et al.*, 2009; BARBATO *et al.*, 2015; CHALUB *et al.*, 2016), proporção de domicílios com abastecimento de água (TASSINARI *et al.*, 2007), presença de equipes de saúde bucal nos serviços de atenção básica (RONCALLI *et al.*, 2014; CHALUB *et al.*, 2016; SOUZA *et al.*, 2016; VALENTE & VETTORE, 2017; SILVA & RONCALLI, 2018), presença de unidades de saúde com serviços especializados de saúde bucal (RONCALLI *et al.*, 2014; SOUZA *et al.*, 2016), densidade de consultórios odontológicos (ITO *et al.*, 2015) e proporção de dentistas por habitantes (CELESTE *et al.*, 2009; MOREIRA *et al.*, 2010; SOUZA *et al.*, 2016; VALENTE & VETTORE, 2017).

Em estudos multiníveis, consideram-se dois ou mais níveis de análise (PUENTE-PALACIOS & LAROS, 2009). Dessa forma, além do nível individual, tais estudos incluem outras unidades de análise, comumente representadas por países (BERNABÉ *et al.*, 2009), estados (ARDILA & AGUDELO-SUÁREZ, 2015), municípios (CELESTE *et al.*, 2009; KOLTERMANN *et al.*, 2011; ITO *et al.*, 2015; VETTORE *et al.*, 2020), bairros (TASSINARI *et al.*, 2007), setores censitários (TASSINARI *et al.*, 2007; SANTIAGO *et al.*, 2014; BARBATO *et al.*, 2015), províncias (LORENZO-ERRO *et al.*, 2018), entre outros.

Os resultados dos estudos citados acima permitem concluir que os determinantes sociais contextuais atuam de forma sinérgica aos determinantes individuais sobre saúde bucal de adultos (MOREIRA *et al.*, 2010; KOLTERMANN *et al.*, 2011) e idosos (ITO *et al.*, 2015; SOUZA *et al.*, 2016). Aspectos importantes para a manutenção da saúde bucal, como maior escolaridade, melhores hábitos alimentares, maior acesso à informação e prestação de serviços de saúde estão geralmente mais disponíveis em áreas desenvolvidas (FRANCO *et al.*, 2008; SANDERS *et al.*, 2008), por isso, em contextos com piores indicadores socioeconômicos são verificadas, simultaneamente, piores condições de saúde bucal (VETTORE *et al.*, 2013; CHALUB *et al.*, 2016; LORENZO-ERRO *et al.*, 2018). Assim, diferentes níveis de estrutura social devem ser considerados ao se investigar desfechos em saúde bucal. Além disso, tais estudos apontam a necessidade de melhorar as condições de vida das pessoas e destacam que

as características do local de residência devem ser consideradas nas ações de promoção de saúde bucal (SANTIAGO *et al.*, 2014; SILVA & RONCALLI, 2018).

### 3.4 Levantamentos epidemiológicos em saúde bucal

A epidemiologia é o principal instrumento para avaliar as condições de saúde das populações. Segundo Pereira (2008), as principais aplicações da epidemiologia são informar as situações de saúde de uma população, investigar os fatores que afetam a situação de saúde e avaliar o impacto das ações propostas para alterar a situação de saúde encontrada. Nesse sentido, destacam-se os levantamentos epidemiológicos, ferramentas importantes para o conhecimento da prevalência e tipologia das doenças, servindo como referência para os sistemas de vigilância em saúde e contribuindo para o planejamento, organização e monitoramento das condições de saúde e do desempenho do sistema de saúde (OMS, 1997; OLIVEIRA *et al.*, 1998; VIACAVA, 2002).

Na área da saúde bucal, a epidemiologia tem auxiliado no diagnóstico coletivo das doenças bucais mais prevalentes desde o final da década de 1930 (RONCALLI, 2006b), principalmente, por meio da utilização do índice CPOD (número de dentes permanentes cariados, perdidos e/ou obturados/restaurados), proposto por Klein & Palmer (1937). Desde então, o diagnóstico coletivo dos principais agravos bucais tem sido estabelecido por meio da realização de inquéritos populacionais. Todavia, a atuação da Epidemiologia em saúde bucal ainda pode ser considerada muito tímida e a saúde bucal da população brasileira tem sido pouco analisada ao longo dos anos (MARTINS *et al.*, 2005; RONCALLI, 2006b).

Os levantamentos epidemiológicos são de grande importância para a avaliação das condições de saúde da população e elaboração de políticas de saúde compatíveis com a resolução dos reais problemas que afligem a população (BRASIL, 2000; MARTINS *et al.*, 2005). No Brasil, foram realizados cinco estudos epidemiológicos de abrangência nacional em saúde bucal (1986, 1993, 1996, 2003 e 2010) (RONCALLI, 2006b; BRASIL, 2012) e um sexto levantamento já se encontra estruturado para iniciar a fase de coleta de dados (BRASIL, 2019).

O “Levantamento Epidemiológico em Saúde Bucal: Brasil, Zona Urbana, 1986” foi fruto do trabalho da Divisão Nacional de Saúde Bucal (DNSB) do Ministério da Saúde que, em 1988,

tornou público o relatório do primeiro levantamento epidemiológico em saúde bucal de abrangência nacional (BRASIL, 1988). A criação de uma instância normativo-programática de saúde bucal em nível ministerial com o objetivo de conhecer as condições de saúde bucal da população representou um marco na história da Saúde Pública brasileira (MARTINS *et al.*, 2005; RONCALLI, 2006b). De acordo com o relatório do levantamento, inquéritos semelhantes ainda não haviam sido realizados devido ao entendimento de que não seria necessário estabelecer um diagnóstico preciso, já que “bastava apenas saber que o problema seria imenso” (BRASIL, 1988; RONCALLI, 2006b). Assim, acreditava-se que as necessidades de tratamento odontológico da população seriam de tal magnitude que impediriam o êxito de quaisquer propostas de solução em massa (PINTO, 2000). Em relação às características metodológicas, o levantamento foi realizado apenas em 16 capitais brasileiras e os exames aconteceram em ambiente não clínico e, também, em consultórios odontológicos. Com relação à idade, foram adotados as idades-índice de 6 até 12 anos e os grupos etários de 15 a 19, 35 a 44 e 50 a 59 anos. Além disso, foram investigados os problemas epidemiológicos básicos (cárie dentária, doença periodontal, necessidades de prótese e acesso aos serviços odontológicos) (BRASIL, 1988). Apesar de suas limitações, esse primeiro levantamento pode ser considerado um marco no desenvolvimento da epidemiologia em saúde bucal no país e no início do estabelecimento de um modelo de atenção à saúde bucal de base epidemiológica (MARTINS *et al.*, 2005; RONCALLI, 2006b; QUEIROZ *et al.*, 2009).

O Serviço Social da Indústria (SESI) realizou, em 1993, o segundo levantamento epidemiológico em saúde bucal. Essa iniciativa foi conduzida como parte integrante do Programa de Prevenção de Doenças Bucais, com o objetivo de compor uma linha-base para avaliação de seus programas preventivos. O levantamento avaliou cárie dentária em crianças de 3 a 14 anos das escolas do SESI e de escolas públicas, sendo que nessas escolas foi predominante a faixa etária de 7 a 14 anos. Foram consideradas 114 cidades, incluindo capitais e cidades do interior, porém abrangeram apenas 21 estados e o Distrito Federal. Contou com financiamento do Ministério da Saúde e com a colaboração financeira da Kolynos do Brasil na impressão dos relatórios (MARTINS *et al.*, 2005; RONCALLI, 2006b). Apesar de ter avaliado uma amostra “enviesada”, os resultados desse levantamento foram integrados ao Banco de Dados Mundial de Cárie Dentária da OMS (Global Oral Data Bank - GODB), como dado oficial do CPOD aos 12 anos em 1993 para o Brasil (NITHILA *et al.*, 1998).

Em 1996, 10 anos após a realização do primeiro levantamento epidemiológico de base nacional e com o Sistema Único de Saúde (SUS) já implantado, foi realizada a primeira etapa do levantamento epidemiológico em saúde bucal (cárie dental) pela Coordenação Nacional de Saúde Bucal (COSAB) do Ministério da Saúde com o objetivo de obter um referencial para o desenvolvimento das ações preventivas do SUS. A intenção inicial era realizar uma segunda etapa, considerando a população adulta e outras doenças bucais, mas isso não aconteceu (RONCALLI, 2006b). Assim como em 1993, foi avaliada apenas cárie dentária entre escolares de escolas públicas e privadas (faixa etária de 6 a 12 anos). Os dados obtidos por meio desse levantamento foram disponibilizados apenas na Internet, no sítio do Departamento de Informática do SUS (DATASUS), não sendo publicado um relatório final (MARTINS *et al.*, 2005; QUEIROZ *et al.*, 2009).

Em 1999 foi criado, no âmbito do Ministério da Saúde, junto a COSAB, um subcomitê a fim de elaborar e conduzir a execução de um projeto de levantamento epidemiológico para a obtenção de dados em saúde bucal, considerando os principais agravos em diferentes grupos etários, tanto na população urbana como na rural (RONCALLI *et al.*, 2000). Em 2001, foram realizados estudos piloto em duas cidades de diferentes portes populacionais: Canela (Rio Grande do Sul) e Diadema (São Paulo). E durante todo o ano de 2003, foi realizado o treinamento e a coleta de dados nos 250 municípios, das cinco macrorregiões brasileiras, participantes do projeto identificado como “Condições de Saúde Bucal da População Brasileira – SBBrasil 2003” (BRASIL, 2004a). O levantamento adotou como base a metodologia proposta pela OMS (1997), considerando as idades-índice de 5 e 12 anos e as faixas etárias de 18 a 36 meses, 15 a 19 anos, 35 a 44 anos e 65 a 74 anos. Os principais problemas pesquisados foram cárie dentária, doença periodontal, oclusopatia, fluorose e, uso e necessidade de prótese (OMS, 1997; RONCALLI *et al.*, 2000). Além disso, foram incluídos aspectos subjetivos, como caracterização socioeconômica, autopercepção em saúde bucal, acesso aos serviços odontológicos e satisfação com os serviços utilizados. Porém, esses aspectos foram investigados apenas entre adultos e idosos (RONCALLI *et al.*, 2000; BRASIL, 2000). O SBBrasil 2003 foi considerado o levantamento mais abrangente já realizado até então, proporcionando um dos mais completos diagnósticos de saúde bucal da população brasileira. Nesse sentido, cabe destacar que muitas limitações dos levantamentos anteriores (1986 e 1996) foram superadas, com a realização de exames domiciliares que avaliaram diversos agravos em indivíduos de diferentes faixas etárias (RONCALLI, 2006b).



Considerando que um dos principais objetivos da geração de dados epidemiológicos é fornecer subsídios para a criação de políticas públicas, o Ministério da Saúde lançou em 2004, a “Política Nacional de Saúde Bucal (PNSB) – Brasil Sorridente”. Assim, tal política teve como embasamento epidemiológico a conclusão do SBBrasil 2003. A PNSB buscou garantir integralidade aos usuários dos serviços, por meio da reorganização da saúde bucal na atenção básica e ampliação de uma rede de serviços de atenção em saúde bucal no SUS. Apresenta, ainda, os seguintes pressupostos: utilizar a epidemiologia e as informações sobre o território para subsidiar o planejamento; e centrar a atuação na Vigilância à Saúde, incorporando práticas contínuas de avaliação e acompanhamento dos danos, dos riscos e dos determinantes do processo saúde-doença (BRASIL, 2004b).

Em 2011, sete anos após a implementação da PNSB, o Ministério da Saúde por meio da Coordenação-Geral de Saúde Bucal, concluiu mais um levantamento epidemiológico de âmbito nacional na área da saúde bucal, intitulado “Pesquisa Nacional de Saúde Bucal – SBBrasil 2010”. A pesquisa, de base amostral, foi realizada nas 26 capitais estaduais, no Distrito Federal e em 150 municípios do interior de diferentes portes populacionais, tendo sido examinados indivíduos pertencentes às idades-índice de 5 e 12 anos e as faixas etárias de 15 a 19 anos, 35 a 44 anos e 65 a 74 anos. Os participantes foram examinados e entrevistados em seus domicílios. Além da aferição dos agravos bucais (cárie dentária, doença periodontal, traumatismo, oclusopatia, fluorose e, uso e necessidade de prótese), também foi aplicado aos indivíduos examinados um questionário contendo questões relativas à caracterização socioeconômica, à utilização de serviços odontológicos, à morbidade bucal autorreferida e à autopercepção de saúde bucal. O SBBrasil 2010 analisou a situação da saúde bucal da população brasileira com o objetivo de proporcionar ao SUS informações úteis ao planejamento de programas de prevenção e tratamento (BRASIL, 2012).

O quadro 1 aborda, resumidamente, os principais aspectos metodológicos dos levantamentos epidemiológicos em saúde bucal citados acima. Tais inquéritos foram relevantes para a construção de uma consistente base de dados relativa ao perfil epidemiológico de saúde bucal da população brasileira. Cabe destacar, também, que expressam o amadurecimento técnico-científico, e político, da epidemiologia e da saúde bucal coletiva (RONCALLI *et al.*, 2006a).

Quadro 1 – Principais aspectos metodológicos dos levantamentos epidemiológicos em saúde bucal realizados no Brasil.

<b>Ano de realização</b>	<b>Amostragem</b>	<b>Local do exame</b>	<b>Idade dos participantes</b>	<b>Agravos bucais</b>
<b>1986</b>	16 capitais estaduais	Ambiente não clínico e, também, em consultórios odontológicos.	<u>Idades-índice:</u> 6,7,8,9,10,11 e 12 <u>Faixas etárias:</u> 15 a 19 anos, 35 a 44 anos e 50 a 59 anos	Cárie dentária, doença periodontal e necessidade de prótese.
<b>1993</b>	114 municípios (capitais e cidades do interior) de 21 estados e o Distrito Federal	Ambiente não clínico, em geral, no pátio de escolas públicas e privadas.	<u>Idades-índice:</u> 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 e 14	Cárie dentária
<b>1996</b>	26 capitais estaduais e o Distrito Federal	Sem informação.	<u>Idades-índice:</u> 6, 7, 8, 9, 10, 11 e 12	Cárie dentária
<b>2003</b>	250 municípios (capitais estaduais, Distrito Federal e cidades do interior)	Ambiente não clínico sob luz natural.	<u>Idades-índice:</u> 5 e 12 <u>Faixas etárias:</u> 18 a 36 meses, 15 a 19 anos, 35 a 44 anos e 65 a 74 anos	Cárie dentária, doença periodontal, oclusopatia, fluorose e, uso e necessidade de prótese.
<b>2010</b>	177 municípios (capitais estaduais, Distrito Federal e cidades do interior)	Ambiente não clínico sob luz natural.	<u>Idades-índice:</u> 5 e 12 <u>Faixas etárias:</u> 15 a 19 anos, 35 a 44 anos e 65 a 74 anos	Cárie dentária, doença periodontal, traumatismo, oclusopatia, fluorose e, uso e necessidade de prótese.

Atualmente, para o ano 2020, tinha-se a proposta de realização da “Pesquisa Nacional de Saúde Bucal – SBBrasil 2020”. O Projeto compõe o processo histórico que se ampliou e aprofundou com o SBBrasil 2003 e o SBBrasil 2010. Assim, o objetivo é dar continuidade a esse processo, realizando uma pesquisa nos moldes semelhantes às aquelas conduzidas em 2003 e 2010, e assim contribuir para as estratégias de avaliação e planejamento dos serviços, ao mesmo tempo em que se consolida um modelo metodológico e demarca o campo de atuação do componente de vigilância à saúde da PNSB (BRASIL, 2019). A Coordenação-Geral de Saúde Bucal suspendeu, em caráter temporário, as ações relacionadas à coleta de dados no âmbito do SBBrasil 2020, devido à pandemia decorrente da COVID-19 no Brasil (BRASIL, 2020).

### 3.5 Condições de saúde bucal da população adulta e idosa

O interesse por dados epidemiológicos referentes à saúde bucal de adultos e idosos tem sido crescente na literatura científica, principalmente, devido ao declínio das doenças bucais na população jovem e o aumento estimado da população adulta e idosa (CANGUSSU *et al.*, 2001). Historicamente, tais grupos populacionais não eram considerados nos programas de saúde bucal coletiva (PINTO, 2000; MOREIRA *et al.*, 2005).

A faixa etária de 35 a 44 anos representa o grupo padrão para avaliação das condições de saúde bucal em adultos (OMS, 1997; OMS, 2013). Conhecer as condições de saúde bucal desse estrato etário é muito importante, uma vez que os adultos constituem a maioria da população, demandam por serviços odontológicos, influenciam de maneira decisiva o comportamento de seus dependentes, possuem problemas específicos de saúde bucal e particularidades epidemiológicas (PINTO, 2000). Além disso, em muitos casos, observa-se um agravamento dos problemas bucais nessa população devido à dificuldade de acesso às unidades de saúde nos horários convencionais de atendimento, o que resulta em aumento das urgências odontológicas e motivo de falta ao trabalho (REISINE, 1984).

De acordo com o levantamento epidemiológico em saúde bucal realizado em 1986, o CPOD médio da população adulta era 22,5, sendo que o componente perdido representava 66,2% do índice. Em relação à doença periodontal, apenas 5,38% dos indivíduos foram considerados saudáveis e a necessidade de uso de prótese total chegava a 41,64% da população dos 35 aos 44 anos (BRASIL, 1988). O SBBrasil 2003 verificou um CPOD médio de 20,1 ( $\pm 7,74$ ), sendo

que o componente cariado representou 13,5% do índice e o perdido aproximadamente 66% (BRASIL, 2004a). Embora a média de dentes perdidos tenha recuado de 14,9, em 1986, para 13,2, em 2003, a proporção do componente perdido a manteve-se estável entre os dois estudos (BRASIL, 1988; BRASIL, 2004a). Ainda segundo os dados do SBBrasil 2003, 21,9% dos adultos não apresentavam problema periodontal, enquanto 9,9% possuíam bolsas maiores que 4 mm. Quanto ao uso e necessidade de próteses, o tipo de prótese mais utilizada foi a prótese total, sendo que 25,54% usavam prótese total superior; 35,83% necessitavam de próteses superiores e 71% de inferiores (BRASIL, 2004a). De acordo com as metas propostas pela OMS para o ano 2000, 75% dos adultos deveriam apresentar pelo menos 20 dentes funcionais (FDI, 1982). Porém, entre os adultos brasileiros apenas 53,96% possuíam essa condição em 2002/2003 (BRASIL, 2004a). Já no último levantamento epidemiológico em saúde bucal, o SBBrasil 2010, o CPOD médio foi de 16,75, sendo que os componentes cariado e perdido representaram, respectivamente, 8,8% e 44,7% do índice. Quanto à doença periodontal, verificou-se 17,8% dos adultos sem nenhum problema periodontal, enquanto 4,2% possuíam bolsas maiores que 4 mm. O tipo de prótese mais utilizada foi a prótese parcial removível, sendo que 16% usavam prótese parcial removível superior e 5,3% utilizavam a prótese parcial removível inferior. Cerca de 32,8% necessitavam de próteses superiores e 10,1% necessitavam de próteses inferiores (BRASIL, 2012).

De acordo com as recomendações da OMS, a faixa etária de 65 a 74 anos representa o grupo padrão para avaliação das condições de saúde bucal na população idosa (OMS, 1997; OMS, 2013). As transições demográfica e epidemiológica do mundo acarretam a necessidade de melhor compreender o envelhecimento populacional e as condições de vida e saúde dos idosos (MOREIRA *et al.*, 2011). Essa transição epidemiológica é marcada pelo aumento das doenças crônico-degenerativas em detrimento das infecto-contagiosas, o que acaba aumentando a demanda da população idosa por serviços de saúde, inclusive, os de saúde bucal, que, historicamente, não possuem como prioridade a atenção a esse grupo populacional (MOREIRA *et al.*, 2005).

O inquérito nacional de saúde bucal de 1986 revelou um CPOD médio de 27,21, sendo que o componente perdido representava 86% do índice. Em relação à doença periodontal, somente 1,33% dos indivíduos foram considerados sadios e a necessidade de uso de prótese total chegava a 73,5% da população dos 50 aos 59 anos (BRASIL, 1988). Embora já fosse preconizado, pela OMS, o grupo etário de 65 a 74 anos, optou-se por um grupo de idade

inferior pelo fato da esperança de vida ao nascer no Brasil ser, na ocasião, 65,5 anos para mulheres e 61,3 para homens (RONCALLI, 2006b). A fim de permitir a comparabilidade desses dados, Pinto (2000) construiu uma estimativa do CPOD para a faixa etária de 65 a 74 anos. Considerando esse grupo etário, o CPOD médio seria 30,92 e o componente perdido representaria cerca de 90% do índice. Na pesquisa nacional de saúde bucal de 2003, para a população de 65 a 74 anos foi verificado um CPOD médio de 27,93, com uma expressiva participação do componente perdido (92,16%) na composição do índice. Considerando as condições periodontais, 4,45% dos idosos possuíam periodontite leve ou moderada (bolsas de 4 a 5 mm) e apenas 1,85% possuíam a forma avançada (bolsa de 6 mm ou mais). A baixa prevalência de doença periodontal verificada nessa faixa etária deve-se ao alto percentual de sextantes excluídos devido à ausência de elementos dentários. Quanto à necessidade do uso de prótese, 56,0% e 32,4% necessitavam de próteses inferior e superior, respectivamente, sendo a prótese total o tipo com maior necessidade, indicando a alta prevalência de edentulismo nessa população (60,8%). Com relação ao uso de prótese, 66,54 % dos idosos brasileiros usam algum tipo de prótese na arcada superior, e 30,94 %, alguma prótese na arcada inferior (BRASIL, 2004a; VARGAS *et al.*, 2012). Os dados do SBBrasil 2010 revelaram um CPOD médio de 27,53, sendo que o componente perdido foi responsável por 91,9% da composição do índice. Segundo a condição periodontal, 2,5% dos idosos apresentavam bolsas rasas (3 a 5 mm) e apenas 0,8% bolsas profundas (6 mm ou mais), com destaque para o elevado percentual de sextantes excluídos (90,5%). A maioria dos idosos (63,1%) usava prótese total superior. Considerando a necessidade de reabilitação protética, 17,9% necessitavam de prótese total em um maxilar e 15,4% necessitavam de prótese total dupla (BRASIL, 2012). Esses dados revelam a elevada prevalência de edentulismo entre os idosos brasileiros (53,7%) (PERES *et al.*, 2013), cenário epidemiológico que vem se mantendo ao longo dos levantamentos realizados.

#### 4 METODOLOGIA

Essa tese foi composta por quatro artigos. O primeiro artigo trata-se de uma revisão sistemática conduzida conforme padrões estabelecidos pelo *Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-analyses* (PRISMA) (LIBERATI *et al.*, 2009).

Nos demais estudos, foram conduzidas análises multiníveis, utilizando dados secundários individuais relativos aos adultos (35-44 anos) e idosos (65-74 anos) participantes da Pesquisa Nacional de Saúde Bucal – SBBrasil 2010 e dados secundários contextuais obtidos, em nível municipal, a partir de bases de dados públicas oficiais.

Detalhes da condução desses trabalhos estão descritos na metodologia de cada um dos produtos apresentados a seguir.

## 5 PRODUTOS TÉCNICO-CIENTÍFICOS GERADOS

5.1 **Produto 1:** Artigo intitulado *Sociodemographic determinants of edentulism in the elderly population: A systematic review and meta-analysis*, publicado no periódico Gerodontology.

Roberto LL, Crespo TS, Monteiro-Junior RS, Martins AMEBL, de Paula AMB, Ferreira EF, Haikal DS. Sociodemographic determinants of edentulism in the elderly population: A systematic review and meta-analysis. *Gerodontology* 2019; 36(4): 325-337. <https://doi.org/10.1111/ger.12430>

5.2 **Produto 2:** Artigo intitulado *Determinantes contextuais e individuais do edentulismo entre idosos brasileiros: um estudo multinível*, em fase de construção.

5.3 **Produto 3:** Artigo intitulado *Contextual and individual determinants of tooth loss in adults: a multilevel study*, publicado no periódico BMC Oral Health.


Roberto LL, Silveira MF, de Paula AMB, Ferreira EF, Martins AMEBL, Haikal DS.

Contextual and individual determinants of tooth loss in adults: a multilevel study. *BMC Oral Health* 2020; 20(1): 73. Published 2020 Mar 17. <https://doi.org/10.1186/s12903-020-1057-1>

5.4 **Produto 4:** Artigo intitulado *Contextual determinants of the occurrence of caries and untreated caries among adults in Brazil: A multilevel study*, submetido no periódico BMC Oral Health em 19/02/2021 e ressubmetido após avaliação dos pareceristas em 26/05/2021.

**REVIEW**

# Sociodemographic determinants of edentulism in the elderly population: A systematic review and meta-analysis

Luana L. Roberto<sup>1</sup>  | Thaisa S. Crespo<sup>1</sup> | Renato S. Monteiro-Junior<sup>1</sup> |  
 Andréa M. E. B. L. Martins<sup>1</sup> | Alfredo M. B. De Paula<sup>1</sup> | Efigênia F. Ferreira<sup>2</sup> |  
 Desirée S. Haikal<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Health Science Programme, State University of Montes Claros (Universidade Estadual de Montes Claros), Montes Claros, Minas Gerais, Brazil

<sup>2</sup>Department of Community and Preventive Dentistry, School of Dentistry, Federal University of Minas Gerais (Universidade Federal de Minas Gerais), Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil

**Correspondence**

Luana Leal Roberto, Health Science Programme, Cula Mangabeira Avenue, 562–Santo Expedito, Montes Claros CEP 39401-002, MG, Brazil.  
 Email: luleal15@yahoo.com.br

**Abstract**

**Objective:** To provide a systematic review on the demographic and socioeconomic factors associated with edentulism among older persons.

**Background:** Edentulism (complete loss of the natural teeth) is one of the main problems affecting the oral health of the elderly individuals. Many unfavourable socioeconomic factors are considered important predictors of edentulism.

**Materials and methods:** This review was performed according to the preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses (PRISMA). The search for published studies was conducted on PubMed, Web of Science, SciELO, Google and Google Scholar. Only observational epidemiological studies published in either English or Portuguese prior to June 2018 were included in our study. The bibliographic and methodological characteristics of the selected studies were evaluated. The *Review Manager 5.3* software was used in the meta-analysis.

**Results:** We identified 343 articles, 24 of which met all the eligibility criteria and were included in the review. Unfavourable demographic and socioeconomic conditions were associated with the highest proportion of edentulous individuals. Age, level of education, and socioeconomic status were the main factors that were found to influence edentulism among elderly individuals. The meta-analysis results showed a lower risk of edentulism in men (OR = 0.93; 95% CI = 0.90-0.96) and no significant differences in the risk of developing edentulism among different races/ethnicities or skin colours (OR = 0.68; 95% CI = 0.45-1.01).

**Conclusion:** Better socioeconomic conditions and male sex were identified as protective factors against edentulism among older individuals. Thus, public policies aimed at helping the most vulnerable populations must be implemented.

**KEYWORDS**

edentulous, elderly, mouth, review, socioeconomic factors



## 1 | INTRODUCTION

Complete loss of the natural teeth (edentulism)<sup>1</sup> is one of the worst issues that affects oral health. Predominantly, it results from the cumulative effects of oral diseases throughout one's life in combination with socioeconomic factors that contribute significantly.<sup>2</sup> The number of teeth in the oral cavity affects the quality of life. Tooth loss leads to poor functional capacity as well as nutritional, aesthetic and psychological challenges, such as a lowered self-esteem and poor social integration.<sup>3</sup>

Tooth loss is an important indicator of oral health among a group of individuals because it results from the lack of preventive and/or curative measures.<sup>4,5</sup> Although edentulism can be prevented, in most cases, it continues to be a significant public health challenge.<sup>2,4,6</sup> Tooth loss is considered to be related to social inequality<sup>4,5,7,8</sup> as it is associated with poor economic conditions.<sup>4</sup>

Recent demographic and epidemiological transitions have led to the requirement of an increased awareness towards population ageing as well as towards the health conditions of older persons.<sup>9</sup> Elderly individuals frequently suffer from oral health conditions.<sup>10</sup> The 2010 National Oral Health Survey conducted in Brazil revealed that more than 50% of the elderly population (age range: 65-74 years) was edentulous. Edentulism had the highest prevalence among women and among those with lower incomes and lower levels of education.<sup>8</sup>

Thus, it is essential to identify factors associated with tooth loss in order to implement effective measures that prevent the development of oral diseases and tooth loss throughout an individual's lifetime. Therefore, the aim of this study was to conduct a systematic review of observational studies in order to answer the following research question based on the participants, intervention, comparison, outcomes and study design (PICOS) strategy<sup>11</sup>: what are the demographic and socioeconomic factors associated with edentulism in elderly individuals?

## 2 | MATERIAL AND METHODS

### 2.1 | Study design

This systematic review was conducted and reported based on the preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses (PRISMA).<sup>11</sup>

### 2.2 | Study eligibility criteria

The PICOS strategy was used to select appropriate studies for the systematic review. The included studies focused on investigating the edentulism (O—Outcome) among older persons ( $\geq 60$  years old; P—Participants) and the association between edentulism and demographic and socioeconomic factors (I—Intervention). Only observational epidemiological studies (longitudinal or cross-sectional; S—Study design) based on multivariate analyses were selected for

inclusion in this present review. Only the studies that were published in English or Portuguese prior to June 2018 were included. Non-demographic and non-socioeconomic data were not considered.

### 2.3 | Resources used in the current study

Searches were performed on the following databases: PubMed, Web of Science and SciELO. Moreover, studies related to the topic were identified from the reference lists of other relevant reviews or original articles and from searches conducted on web-based search engines such as Google and Google Scholar (grey literature). The searches were carried out from March 2017 to June 2018.

### 2.4 | Search strategy

The following Medical Subject Headings (MeSH) terms were used to search for articles: *edentulism*, *demographic factors*, *socioeconomic factors* and *elderly*. The identified MeSH synonyms of each of these terms were also used. *Edentulousness* and *mouth*, *edentulous* were used as synonyms of *edentulism* while *older* and *aged* were used as synonyms for *elderly*. Generic terms, such as *demographic factors* and *socioeconomic factors*, and specific terms, such as *income*, *sex*, *race* and *education*, were used to identify the factors associated with edentulism in order to broaden the search strategy and retrieve all relevant studies. Thus, the search strategy used to identify the articles indexed in PubMed was defined using the following search algorithm: (((elderly[Title/Abstract]) OR older[Title/Abstract]) OR aged[Title/Abstract]) AND (((demographic factors[Title/Abstract]) OR socioeconomic factors[Title/Abstract]) OR income[Title/Abstract]) OR sex[Title/Abstract]) OR race[Title/Abstract]) OR education[Title/Abstract]) AND (((edentulism[Title/Abstract]) OR edentulousness[Title/Abstract]) OR mouth, edentulous[Title/Abstract]). The terms and their synonyms were identified in the titles or abstracts of articles. Boolean operators, such as AND, OR and Title/Abstract, were used to perform searches on other available databases in order to filter the results and to include as many appropriate publications as possible for the selection process.

### 2.5 | Study selection

We selected the studies in three phases: (a) reading the titles, (b) reading the abstracts and (c) reading the entire texts. Articles containing at least two of the main search terms (or their synonyms) in their titles and those identified in the MeSH (for studies in English) or in the Health Sciences Descriptors (DeCS—Descritores em Ciências da Saúde; for studies in Portuguese) were selected in the first phase. The second phase involved the selection of articles whose abstracts contained sufficient data concerning the study population (individuals aged 60 years or more), independent variables of interest (demographic and socioeconomic factors) and the outcome (edentulism). In the third phase, the selected studies were read in their entirety. During these readings, we considered the descriptive data

(prevalence and/or incidence of edentulism) and the inferential data (the significance levels or confidence intervals reported in the multivariate analyses). Thus, studies in which a multiple-analysis model was not employed (analysis of multiple independent variables to control the confounding factors) or those that did not consider edentulism as an individual output were excluded. Furthermore, studies that used demographic and socioeconomic variables exclusively for model-adjustment, and not for the generation of results in relation to these variables, were excluded from the review. Duplicate studies were also excluded. In the case of separate studies conducted within the same sample, only one version was considered.

## 2.6 | Database creation process

The following data were recorded in a Microsoft® Office Excel 2010 spreadsheet: authors, authors' home institution(s), countries, journal names, the year of publication, location of the study and the years during which the studies were conducted. Study design, sample type, sample size, participants' age, investigated outcomes, independent variables, statistical analysis type, identified associations and main conclusions were also recorded. The collected information was summarised in tables.

## 2.7 | Risk of bias in individual studies

The risk of bias was assessed by taking into consideration the rigour of the statistical analyses as well as the design and adequacy of the statistical analyses conducted in the selected studies. The quality-of-study checklist proposed by Downs & Black,<sup>12</sup> which was originally designed for clinical trial assessments and adapted to assess observational studies,<sup>13</sup> was used. This checklist has been used to assess the methodological quality of observational studies in systematic reviews. Its adapted version has 18 items that can each be assigned scores ranging from 0 to 1 (except for item 4 that has scores ranging from 0 to 2). The maximum total score is 19 points ([www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15836465](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15836465)).<sup>13</sup> The adequacy of each study was calculated using the criteria developed by Downs & Black,<sup>12</sup> wherein a final score of 19 points corresponds to 100% adequacy. Assessments were conducted by two independent reviewers, and disagreements were resolved through consensus.

## 2.8 | Analysis procedures

The meta-analysis was exclusively performed on the sociodemographic and economic independent variables that were measured and categorised with the same standards across the different studies, thus allowing for data integration. Therefore, the number of studies included in each meta-analysis was different. The Mantel-Haenszel test (random effect model) was performed to identify possible associations among the processes involved in grouping the results in each selected study. The Higgins ( $I^2$ )<sup>14</sup> heterogeneity test was also performed to assess inconsistencies between the studies. The odds ratio (OR) values and their respective 95% confidence intervals (95%

CI) that were obtained in relation to the variables of interest were calculated. The analyses were conducted using the Review Manager 5.3 software. A significance level of 5% ( $\alpha = 0.05$ ) was used.

## 3 | RESULTS

### 3.1 | Search and selection of studies

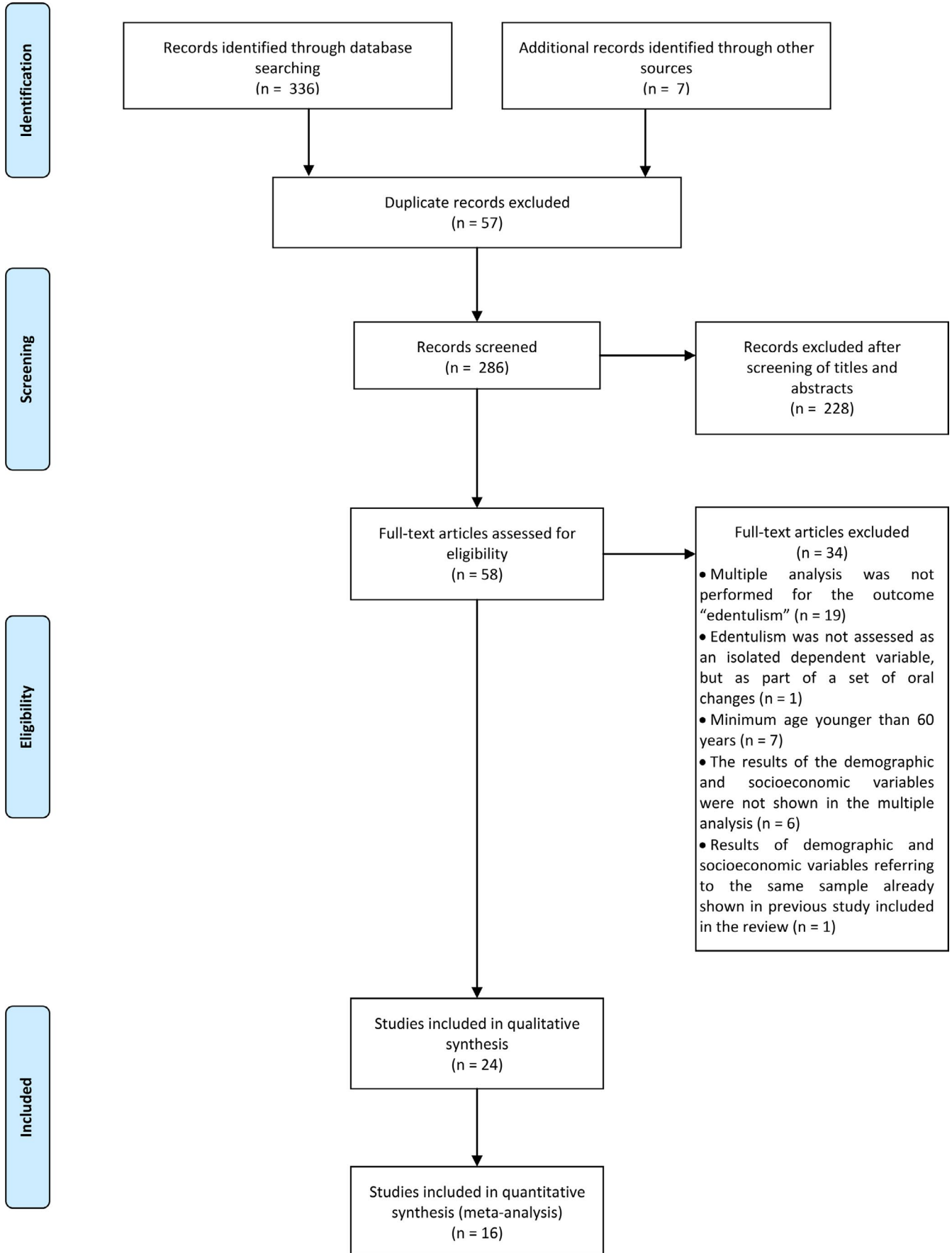
At the end of the bibliographic search, 343 articles met the search criteria. In some cases, the same article was retrieved from multiple databases. This resulted in the exclusion of 57 publications that were collected via our initial search. Upon applying the eligibility criteria to the remaining titles and abstracts, an additional 228 articles were excluded. Thirty-four out of the 58 potentially eligible studies were excluded after the full texts were read. Thus, 24 studies were included in the current systematic review. The only variables included in the meta-analysis were "sex" (reported in 15 studies) and "race/ethnicity or skin colour" (included in five studies). Figure 1 depicts the article selection process.

### 3.2 | Characteristics of the studies

The earliest study identified in the current review was published in 1982.<sup>15</sup> Seven<sup>8,9,16-20</sup> of the 24 studies included in this review<sup>8,9,15-36</sup> were conducted in Brazil. The sample size considerably differed among the studies, and the number of participants ranged from 139 to 79 563. The results that were analysed in the current review were mainly derived from cross-sectional studies ( $n = 21$ ).<sup>8,9,15-17,19-21,23-34,36</sup> The mean score attributed to the methodological quality was 15.7; the scores ranged from 14 to 18. All the included studies showed a compliance of more than 70% (above 13 points) with the Downs and Black criteria<sup>12</sup> (Table 1).

Table 2 shows the demographic and socioeconomic factors that were analysed as well as their associations with edentulism. The prevalence of edentulism ranged from 11%<sup>25</sup> to 63.17%.<sup>9</sup> Most of the studies used the logistic regression model as a multivariate analysis technique ( $n = 17$ ).<sup>16,17,21-29,31-36</sup> Based on the association magnitude, the variables that were found to be most strongly associated with edentulism were race/ethnicity or skin colour,<sup>17</sup> socioeconomic status,<sup>17</sup> sex,<sup>16</sup> age,<sup>31</sup> family income,<sup>8</sup> institutionalisation,<sup>23</sup> level of education<sup>33</sup> and individual income.<sup>18</sup> The results of most of the studies indicated that there is an association between edentulism and unfavourable demographic and/or socioeconomic conditions<sup>8,9,15-20,23-36</sup> (Table 2).

Figure 2 shows the frequency at which the included studies examined the potential demographic and socioeconomic factors associated with edentulism. Sex was the factor investigated most often,<sup>8,9,15-36</sup> followed by age<sup>8,9,15-29,31-36</sup> and level of education.<sup>8,9,15,16,18-29,31-36</sup> However, the variables most frequently associated with edentulism were age (61%),<sup>9,15,17,19,20,23,24,29,31-36</sup> level of education (54%),<sup>8,9,15,16,19,20,26-29,33,36</sup> family income (43%)<sup>8,27,30</sup> and race/ethnicity or skin colour (43%),<sup>17,32,36</sup> considering the results of the studies that evaluated these factors.



**FIGURE 1** Flow chart depicting criteria utilized in study selection

**TABLE 1** Characteristics of the studies included in the review (n = 24)

Last name of the first author	Publication year	Country of origin of the study	Minimum age	Maximum age	Sample size	Study design	% of compliance with the criteria by Downs and Black <sup>12</sup>
Avlund et al <sup>21</sup>	2005	Sweden	80	≥85	157	Cross-sectional	89.5
Colussi et al <sup>16</sup>	2007	Brazil	60	≥75	277	Cross-sectional	78.9
Eklund et al <sup>22</sup>	1994	United States	65	74	388	Cohort	73.7
Eustaquio-Raga et al <sup>23</sup>	2013	Spain	65	74	531	Cross-sectional	89.5
Gaio et al <sup>17</sup>	2012	Brazil	60	≥70	217	Cross-sectional	78.9
Haikola et al <sup>24</sup>	2008	Finland	60	78	1191	Cross-sectional	73.7
Han et al <sup>25</sup>	2015	Korea	65	>65	7794	Cross-sectional	78.9
Islas-Granillo et al <sup>26</sup>	2011	Mexico	60	≥85	139	Cross-sectional	73.7
Ito et al <sup>27</sup>	2015	Japan	65	≥84	79 563	Cross-sectional	78.9
Jette et al <sup>28</sup>	1993	United States	70	96	1156	Cross-sectional	78.9
Jung et al <sup>29</sup>	2011	Korea	65	≥75	1091	Cross-sectional	73.7
Laguzzi et al <sup>30</sup>	2016	Uruguay	65	74	341	Cross-sectional	84.2
Marques et al <sup>18</sup>	2017	Brazil	60	≥70	392	Cohort	94.7
Mendes et al <sup>19</sup>	2012	Brazil	60	≥65	200	Cross-sectional	78.9
Moreira et al <sup>9</sup>	2011	Brazil	62	93	372	Cross-sectional	78.9
Musacchio et al <sup>31</sup>	2007	Italy	65	≥85	3054	Cross-sectional	78.9
Northridge et al <sup>32</sup>	2012	United States	65	≥95	729	Cross-sectional	78.9
Olofsson et al <sup>33</sup>	2017	Sweden and Finland	65	80	6099	Cross-sectional	73.7
Peres et al <sup>8</sup>	2013	Brazil	65	74	7619	Cross-sectional	73.7
Ribeiro et al <sup>20</sup>	2016	Brazil	60	≥80	1451	Cross-sectional	89.5
Rise <sup>15</sup>	1982	Norway	65	≥75	1493	Cross-sectional	73.7
Slade et al <sup>34</sup>	1990	Canada	65	≥85	395	Cross-sectional	78.9
Starr et al <sup>35</sup>	2008	Scotland	70	–	201	Cohort	78.9
Wu et al <sup>36</sup>	2011	United States	60	85	4355	Cross-sectional	73.7

**TABLE 2** Demographic and socioeconomic factors associated with edentulism in the elderly population, according to the analysed studies (n = 24)

Study	Edentulism prevalence/incidence (%)	Investigated variables	Statistical analysis/Association measure	Associated variables (categories)	Magnitude of the association	CI 95%
Avlund et al <sup>21</sup>	19.1	Sex Age Education Social class	Logistic regression/OR	—	—	—
Colussi et al <sup>16</sup>	48.4	Sex Age Education Household income Residence	Logistic regression/OR	Female sex ≥5 y of schooling	4.29 0.27	2.33-7.89 0.07-0.68
Eklund et al <sup>22</sup>	15.5	Sex Age Race Education Household income Geographic region	Logistic regression/ Regression Coefficient	—	—	—
Eustaquio-Raga et al <sup>23</sup>	20.7	Sex Age Education Residence Institutionalisation	Logistic regression/OR	Age <sup>a</sup> Institutionalisation	1.19 2.88	1.10-1.27 1.60-5.17
Gaio et al <sup>17</sup>	39.5	Sex Age Race Socioeconomic status	Logistic regression/OR	Female sex Age ≥ 70 y White race Low/middle Socioeconomic status	2.3 2.2 5.9 5.6	1.0-4.9 1.2-4.1 2.1-16.6 2.1-15.0
Haikola et al <sup>24</sup>	37	Sex Age Education Geographic region	Logistic regression/OR	Female sex Age <sup>a</sup> Lakeus region	2.06 1.09 2.01	1.43-2.94 1.06-1.12 1.45-2.78
Han et al <sup>25</sup>	11	Sex Age Education Education of father Education of mother Individual income Residence Marital status Occupation	Logistic regression/OR	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Male sex</li> <li>• Unknown father's education</li> <li>• Female sex</li> <li>• Unknown father's education</li> <li>• No father's education</li> </ul>	1.55 1.39 1.44	1.03-2.34 1.03-1.89 1.06-1.95

(Continues)

TABLE 2 (Continued)

Study	Edentulism prevalence/incidence (%)	Investigated variables	Statistical analysis/Association measure	Associated variables (categories)	Magnitude of the association	CI 95%			
Islas-Granillo et al <sup>26</sup>	36.7	Sex	Logistic regression/OR	Incomplete elementary or lower education	1.61	1.11-2.35			
		Age					With a spouse	0.31	0.16-0.62
Ito et al <sup>27</sup>	13.8	Education	Multilevel logistic regression/OR	<6 y of schooling	2.19	1.94-2.47			
		Marital status					6-9 y of schooling	1.61	1.50-1.73
		Institutionalisation					10-12 y of schooling	1.15	1.07-1.24
		Sex					Household income ≥ US\$10,000	0.85	0.84-0.86
		Age					Community income	0.37	0.22-0.63
		Education					Marital status		
Jung et al <sup>29</sup>	29.0	Sex	Logistic regression/OR	Age ≥ 75 y	3.24	2.28-4.62			
		Age					Illiterate	1.90	1.23-2.93
		Education					Living in rural area	1.43	1.03-1.99
		Household income							
Laguzzi et al <sup>30</sup>	28.2	Residence	Poisson regression/PR	Low household income	1.83	1.19-2.79			
		Sex							
Marques et al <sup>18</sup>	11.5	Household income	Poisson regression/RR	Individual income ≤1 minimum wage	2.18	1.16-4.10			
		Residence							
		Sex							
		Age							
		Education							
Mendes et al <sup>19</sup>	58	Individual income	Poisson regression/PR	Female sex	1.77	1.35-2.34			
		Residence					Age ≥ 65 y	1.48	1.07-2.04
		Marital status					Illiterate	1.27	1.02-1.58
		Sex							
		Age							
		Ethnicity							
		Education							
		Individual income							
		Sustenance of life							
		Marital status							
Living arrangements									

(Continues)

TABLE 2 (Continued)

Study	Edentulism prevalence/incidence (%)	Investigated variables	Statistical analysis/Association measure	Associated variables (categories)	Magnitude of the association	CI 95%
Moreira et al <sup>9</sup>	63.17	Sex	Poisson regression/PR	Age (76-93 y)	1.3	1.09-1.56
		Age		≤3 y of schooling	1.65	1.28-2.11
		Skin colour		4 y of schooling	1.53	1.17-2.00
		Education		Relationship people/room (0.26-0.41)	1.44	1.16-1.78
		Home		Relationship people/room (0.42-1.75)	1.37	1.11-1.69
		Relationship people/room		Non-car ownership	1.36	1.05-1.77
		Car ownership				
Musacchio et al <sup>31</sup>	43.8	Sex	Logistic regression/OR	• Male sex	1.88	1.41-2.50
		Age		Age ≥ 85 y	4.01	2.83-5.68
		Education		• Female sex	1.82	1.22-2.69
		Individual income		Age ≥ 85 y	1.47	1.15-1.88
		Marital status		Living alone	1.95	1.36-2.80
		Living arrangements		Number of children > 3		
		Number of children				
Northridge et al <sup>32</sup>	19.5	Sex	Logistic regression/OR	Age <sup>a</sup>	1.04	1.01-1.08
		Age		Non-hispanic black race	2.42	1.06-5.56
		Race		Hispanic race	3.06	1.28-7.30
		Education				
Olofsson et al <sup>33</sup>	25.0	Sex	Logistic regression/OR	Male sex	1.30	1.12-1.52
		Age		Age <sup>a</sup>	1.07	1.06-1.09
		Education		Lower educational level	2.87	2.31-3.58
		Individual income		Low individual income level	1.70	1.09-1.47
		Residence		Living in rural area	1.43	1.23-1.66
		Living arrangements				
Peres et al <sup>8</sup>	53.7	Sex	Poisson regression/PR	≤4 y of schooling	2.02	1.24-3.29
		Age		5-8 y of schooling	1.85	1.15-2.98
		Skin colour		Household income ≤ R\$ 500.00	3.92	2.05-7.51
		Education		Household income (R\$ 501.00-1500.00)	3.90	2.09-7.27
		Household income		Household income (R\$ 1501.00-4500.00)	3.66	1.99-6.76
Ribeiro et al <sup>20</sup>	39.3	Sex	Poisson regression/PR	Female sex	1.34	1.14-1.57
		Age		Age (70-74 y)	1.53	1.23-1.90
		Education		Age (75-79 y)	1.79	1.38-2.32
		Household income		Age ≥ 80 y	2.17	1.71-2.75
		Marital status		≤3 y of schooling	2.27	1.66-3.08
				4-7 y of schooling	2.17	1.61-2.93
	8-10 y of schooling	1.55	1.05-2.28			

(Continues)

TABLE 2 (Continued)

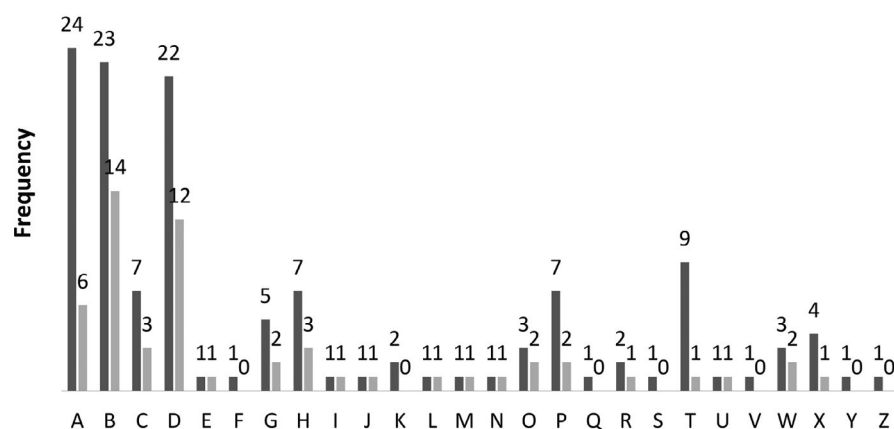
Study	Edentulism prevalence/incidence (%)	Investigated variables	Statistical analysis/Association measure	Associated variables (categories)	Magnitude of the association	CI 95%
Rise <sup>15</sup>	57.3	Sex Age Education Geographic region	Crosstabulation/ Regression Coefficient	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Male sex</li> <li>• Low education</li> <li>• Female sex</li> <li>• Age ≥ 75 y</li> <li>• Low education</li> <li>• Rest of country (geographic region)</li> </ul>	0.23 0.19 0.31 0.23	
Slade et al <sup>34</sup>	36.5	Sex Age Education Marital status Institutionalisation	Logistic regression/OR	Age <sup>a</sup> Institutionalisation	1.05 2.05	1.02-1.07 1.13-3.71
Starr et al <sup>35</sup>	51.7	Sex Age Education Social Class Occupation	Logistic regression/OR	Age <sup>a</sup> Unskilled manual occupation	1.10 1.02	1.01-1.20 1.003-1.03
Wu et al <sup>36</sup>	24.6	Sex Age Race/ethnicity Education Poverty income ratio Marital status Number of close friends Financial support Dental coverage	Logistic regression/OR	Age <sup>a</sup> Race/ethnicity non-Hispanic black Race/ethnicity Mexican-American Education <sup>a</sup> Poverty income ratio <sup>a</sup>	1.03 0.63 0.29 0.61 0.85	1.02-1.04 0.47-0.84 0.21-0.41 0.53-0.70 0.77-0.95

Abbreviations: OR, odds ratio; PR, prevalence ratio; RR, relative risk.

<sup>a</sup>Variables analysed as numbers.



■ Valued ■ Associate



**FIGURE 2** Distribution of the frequency with which the studies analysed various demographic and socioeconomic factors and their association with edentulism in elderly individuals

The samples from the studies selected for our meta-analysis<sup>8,9,15,16,19-21,23-25,27,29,31-33,36</sup> collectively included 114 836 older individuals for the analysis of sex in relation to edentulism, and 13 185 older individuals for the analysis of race/ethnicity or skin colour in relation to this condition. The prevalence of edentulism was found to be significantly different between the sexes ( $P < 0.0001$ ). Men were less likely to be edentulous (OR = 0.93), whereas women were more likely (Figure 3A). The analyses of the prevalence of edentulism in relation to race/ethnicity or skin colour revealed no significant differences between white and non-white individuals ( $P = 0.06$ ; Figure 3B).

## 4 | DISCUSSION

The findings of this systematic review and meta-analysis demonstrate that both sociodemographic and economic factors are significantly associated with edentulism. The variables used to assess economic conditions (individual income, family income, among others),<sup>8,9,17,18,27,30,33,36</sup> age<sup>9,15,17,19,20,23,24,29,31-36</sup> and levels of education<sup>8,9,15,16,19,20,26-29,33,36</sup> were most often associated with edentulism among older persons. The prevalence of edentulism was significantly influenced by sex ( $P < 0.0001$ ) but not by race/ethnicity or skin colour.

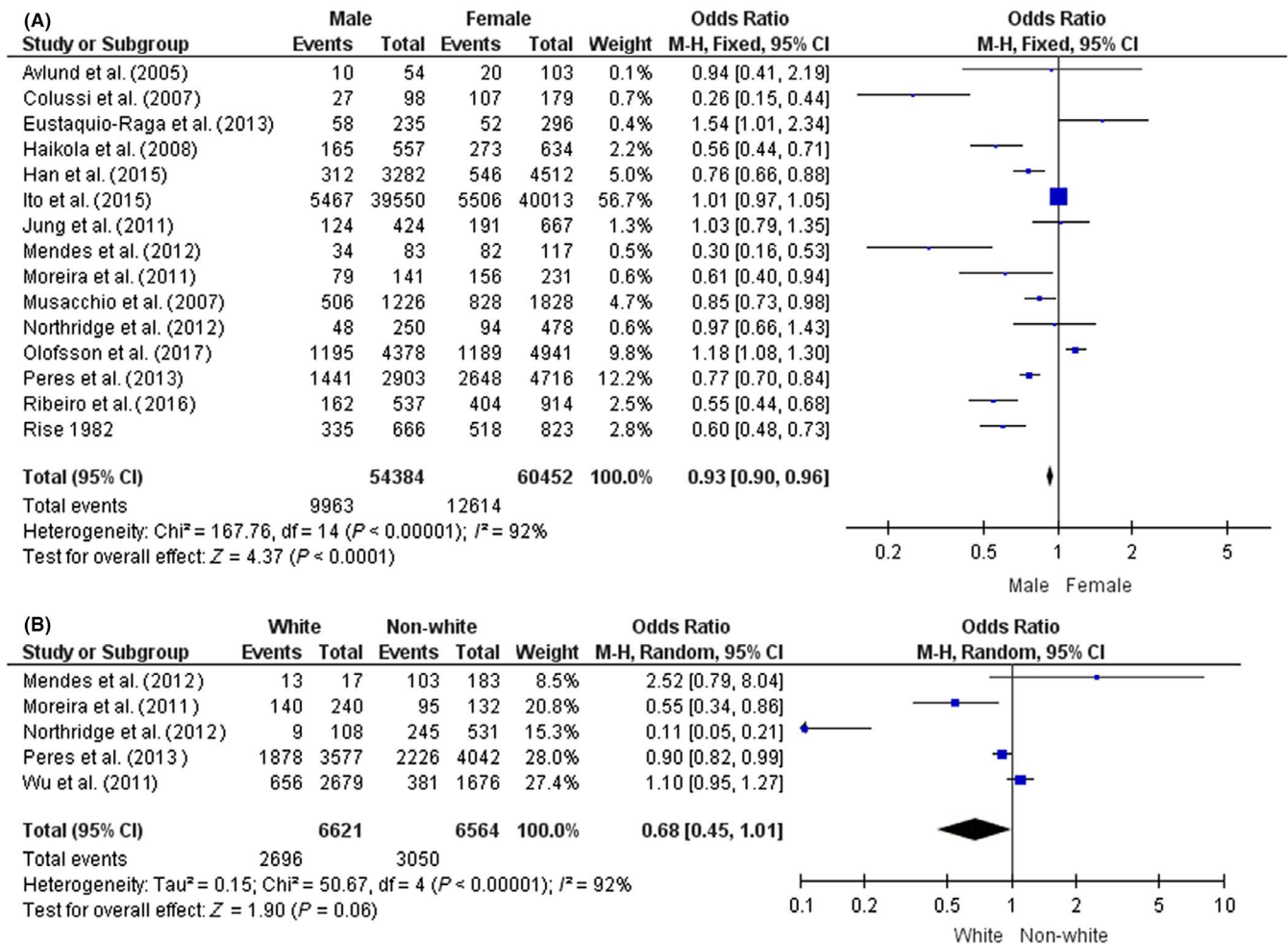
Most of the identified articles were published in 2010 or later.<sup>8,9,17-20,23,25-27,29,30,32,33,36</sup> Three of the selected articles<sup>18,22,35</sup> adopted a longitudinal design, which is the most suitable in order to investigate causality.<sup>37</sup> Because tooth loss can occur throughout one's lifetime, it is important to understand what drives edentulousness in order to reduce its prevalence. Thus, longitudinal studies are fundamental to elucidate the factors that cause edentulism.

The most investigated demographic and socioeconomic factors associated with edentulism in older individuals were sex, age and level of education. Sex was the factor most frequently studied. In fact, it was analysed in all the studies included in this current analysis.<sup>8,9,15-36</sup> Age was analysed in 23 of the studies.<sup>8,9,15-29,31-36</sup> The

relationship between edentulism and the level of education was investigated in 22<sup>8,9,15,16,18-29,31-36</sup> of the 24 studies<sup>8,9,15-36</sup> included in our review. Marital status was assessed in nine<sup>18-20,25-27,31,34,36</sup> of the analysed publications. However, this variable was not found to be associated with edentulism in eight of them.<sup>18-20,25,27,31,34,36</sup> Similar to the case of marital status, other factors may only appear to be associated with edentulism when a bivariate analysis is performed. When corrected for confounders, however, these factors no longer demonstrate any statistical significance. This finding reinforces and justifies our decision to only include studies that used the multivariate analysis model.

Our findings revealed the associations between demographic and socioeconomic factors and edentulism among elderly individuals. The variables that were most often associated with this condition were increasing age,<sup>9,15,17,19,20,23,24,29,31-36</sup> lower education levels<sup>8,9,15,16,19,20,26-29,33,36</sup> and poor economic conditions,<sup>8,9,17,18,27,30,33,36</sup> which were assessed by multiple variables including individual income,<sup>18,19,25,31,33</sup> family income,<sup>8,16,20,22,27,29,30</sup> community income,<sup>27</sup> socioeconomic status,<sup>17</sup> individuals/room ratio and car ownership.<sup>9</sup> This heterogeneity was observed during the collection and categorisation of the economic variables, making it difficult to compare them and preclude their inclusions in our meta-analysis. Income data, for instance, were collected using different income<sup>8,16,22,27,31</sup> and minimum wage brackets.<sup>18-20</sup> The highest proportion of edentulous older individuals was found amongst those with a poor socioeconomic status. Thus, despite the lack of standardisation and considering the investigated factors, we could conclude that the main determinant of edentulism was the economic status.

However, two studies<sup>21,22</sup> did not show an association between edentulism and demographic and socioeconomic factors among elderly individuals. We believe that this conclusion was reached because these studies were conducted in developed countries where socioeconomic conditions tend to be comparatively superior and more homogeneous among individuals.<sup>38</sup> According to the authors of one of these studies performed in Sweden in 2005,<sup>21</sup> the public



**FIGURE 3** Forest plot depicting edentulism prevalence in the elderly population. (A) Edentulism prevalence in the elderly population in relation to sex. (B) Edentulism prevalence in the elderly population in relation to race/ethnicity or skin colour

health policies that were focused on reducing the social inequalities that affect oral health conditions could be responsible for this absence of an association. Conversely, a more recent Swedish study that was conducted in 2017<sup>33</sup> confirmed the presence of associations between sociodemographic factors and edentulism in older individuals.

Many studies<sup>8,9,15-17,19,20,24,26,28,31,34,35</sup> have demonstrated that the prevalence of edentulism has been higher than 35% among the elderly populations. Notably, these rates are much higher than the maximum acceptable rate that was proposed by the World Health Organization (WHO) in 2010 that was set at 5%.<sup>39</sup> Edentulism was found in more than 60% of the elderly individuals in Brazil.<sup>9</sup> Conversely, developed countries, such as South Korea (11%)<sup>25</sup> and Japan (13.8%),<sup>27</sup> had a lower and yet significant prevalence of edentulism among their older individuals. These results allow us to conclude that dental loss is a relevant public health issue that occurs worldwide.<sup>2,4</sup> The local variation observed in the prevalence of edentulism suggests that contextual factors might have influenced the onset of this condition among older persons.<sup>40</sup> Moreover, this corroborates our findings, which indicate that poor socioeconomic conditions increase the risk of edentulism among elderly individuals.

Previous cross-sectional studies have found associations between sex and edentulism.<sup>16,17,19,20,24,33</sup> However, we did not encounter meta-analyses that address this issue. The current findings have shown that men were 0.93 times less likely to develop edentulism than women. The  $I^2$  test revealed the presence of significant heterogeneity among the analysed studies; this led us to construct a random effects model for further analysis. It is known that high levels of heterogeneity may influence the results of meta-analyses.<sup>14</sup> Nevertheless, we chose to conduct a meta-analysis due to the lack of similar types of studies in the literature.

Seven of the selected studies<sup>9,9,17,19,22,32,36</sup> investigated "race/ethnicity" as a variable that could potentially be associated with edentulism. Only three of these studies showed a significant association between this variable and the prevalence of edentulism among older persons.<sup>17,32,36</sup> This association was not confirmed via the results of the meta-analysis conducted in this study, despite the borderline  $P$  value obtained ( $P = 0.06$ ). Investigations addressing the inequalities in the development of this condition owing to the ethnic-racial background of an individual may exhibit validity and reliability obstacles when the variable "race" is evaluated.<sup>41</sup> The variable "self-declared skin colour" has been adopted

instead of “race/ethnicity” in many countries, such as in Brazil, due to the significant levels of miscegenation observed in Brazil since it was formed.<sup>8,9</sup> However, genetic studies have revealed the lack of a significant association between skin colour and genomic ancestry.<sup>42,43</sup> Thus, the variable “race” may reflect the socioeconomic status in some contexts, but in others, it may reflect genetic characteristics.

Given the multidimensional nature of oral health, specifically in terms of tooth loss, it is necessary to consider the contextual variables that are found in the studies that have examined this issue in order to overcome the theoretical limitations of the classic multi-causality effect.<sup>40</sup> Only one of the selected studies assessed edentulism in older persons using a multilevel approach; this study used the average community income as a contextual variable.<sup>27</sup> The importance of conducting further studies to assess the determinants of edentulism among older persons from the contextual perspective is paramount since not all the determinants of edentulism are individual-level attributes.<sup>44</sup>

Some limitations of the present study should be considered. The use of only three electronic databases may have limited this review. A second limitation revolves around the considerable variation among the minimum ages that were considered to be included in the selected studies. The significant heterogeneity among the analysed studies may also be considered as a limitation. It is worth highlighting that most of the studies included in this review followed a cross-sectional design, which inherently has its own limitations. Nevertheless, some advantages of our review include the absence of publication date restrictions and the inclusion of grey literature, which decreased the risk of bias during the study selection process. In addition, the high methodological quality of the selected studies and the inclusion of studies that only performed multivariate analyses reinforce the evidence provided by the current review.

## 5 | CONCLUSION

The findings of this systematic review indicate that demographic and socioeconomic factors are strongly associated with the prevalence of edentulism among elderly individuals. Moreover, we determined that the prevalence of this condition is found to be the highest among elderly populations in association with unfavourable demographic and socioeconomic contexts. In older individuals, economic status, age and level of education are among the factors most often associated with edentulism. Among all of the factors investigated, economic status can be regarded as the main determinant that is responsible for edentulism. Our meta-analysis showed that men are less likely to develop edentulism than women. Further, race/ethnicity or skin colour was not found to be significantly associated with the development of edentulism among elderly individuals.

It is necessary to perform additional longitudinal studies in order to identify the specific demographic and socioeconomic factors that could potentially cause edentulism among older individuals. In addition, these studies should examine the causal contextual

factors that are associated with edentulism using a multilevel approach.

Finally, the findings of this study provide evidence of the influence of social inequality on the oral health of the elderly population. Therefore, it is important that public health policies prioritise the most vulnerable populations in order to ensure compliance with the principle of equity.

## ACKNOWLEDGEMENTS

LL Roberto is a doctoral fellow at Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES). AMEBL, AMB De-Paula and EF Ferreira are productivity researchers of the Brazilian National Research Council (CNPq).

## CONFLICTS OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

## ORCID

Luana L. Roberto  <https://orcid.org/0000-0003-0940-4733>

## REFERENCES

- Burt BA, Eklund SA. Tooth loss. In: BurtBA, EklundSA, eds. *Dentistry, Dental Practice and the Community*, 4th ed. Philadelphia, PA: WB Saunders Company; 1992:83.
- Barbato PR, Nagano H, Zanchet FN, Boing AF, Peres MA. Perdas dentárias e fatores sociais, demográficos e de serviços associados em adultos brasileiros: uma análise dos dados do Estudo Epidemiológico Nacional (Projeto SB Brasil 2002–2003). *Cad Saude Publica*. 2007;23(8):1803-1814.
- Steele JG, Sanders AE, Slade GD, Allen PF, Lahti S, Nutall N. How do age and tooth loss affect oral health impacts and quality of life? A study comparing two national samples. *Community Dent Oral Epidemiol*. 2004;32:107-114.
- Gilbert GH, Duncan RP, Shelton BJ. Social determinants of tooth loss. *Health Serv Res*. 2003;38:1843-1862.
- Susin C, Oppermann RV, Haugejorden O, Albandar JM. Tooth loss and associated risk indicators in an adult urban population from south Brazil. *Acta Odontol Scand*. 2005;63:85-93.
- Polzer I, Schwahn C, Völzke H, Mundt T, Biffar R. The association of tooth loss with all-cause and circulatory mortality. Is there a benefit of replaced teeth? A systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Invest*. 2012;16:333-351.
- Bernabé E, Marcenes W. Income inequality and tooth loss in the United States. *J Dent Res*. 2011;90(6):724-729.
- Peres MA, Barbato PR, Reis S, Freitas C, Antunes J. Tooth loss in Brazil: analysis of the 2010 Brazilian Oral Health Survey. *Rev Saude Publica*. 2013;47(Suppl 3):78-89.
- Moreira RS, Nico LS, Tomita NE, Ruiz T. O risco espacial e fatores associados ao edentulismo em idosos em município do Sudeste do Brasil. *Cad Saude Publica*. 2011;27(10):2041-2053.
- Moreira RS, Nico LS, Tomita NE, Ruiz T. A saúde bucal do idoso brasileiro: revisão sistemática sobre o quadro epidemiológico e acesso aos serviços de saúde bucal. *Cad Saude Publica*. 2005;21:1665-1675.
- Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, et al. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that

- evaluate health-care interventions: explanation and elaboration. *Ann Intern Med.* 2009;151(4):65-94.
12. Downs SH, Black N. The feasibility of creating a checklist for the assessment of the methodological quality both of randomised and non-randomised studies of health-care interventions. *J Epidemiol Community Health.* 1998;52(6):377-384.
  13. Monteiro PO, Victora CG. Rapid growth in infancy and childhood and obesity in later life: a systematic review. *Obes Rev.* 2005;6(2):143-154.
  14. Higgins J, Green S. *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions.* Chichester: Wiley; 2008.
  15. Rise J. Analyses of dental status among old-age pensioners in Norway. *Community Dent Oral Epidemiol.* 1982;10(5):282-286.
  16. Colussi CF, Freitas S. Edentulousness and associated risk factors in a south Brazilian elderly population. *Gerodontology.* 2007;24(2):93-97.
  17. Gaio EJ, Haas AN, Carrard VC, Oppermann RV, Albandar J, Susin C. Oral health status in elders from South Brazil: a population based study. *Gerodontology.* 2012;29:214-223.
  18. Marques FP, Törres L, Bidinotto AB, Hilgert JB, Hugo FN, De Marchi RJ. Incidence and predictors of edentulism among south Brazilian older adults. *Community Dent Oral Epidemiol.* 2017;45(2):160-167.
  19. Mendes DC, Poswar FO, Oliveira M, et al. Analysis of socio-demographic and systemic health factors and the normative conditions of oral health care in a population of the Brazilian elderly. *Gerodontology.* 2012;29(2):206-214.
  20. Ribeiro CG, Cascaes AM, Silva A, Seerig LM, Nascimento GG, Demarco FF. Edentulism, severe tooth loss and lack of functional dentition in elders: a study in Southern Brazil. *Braz Dent J.* 2016;27(3):345-352.
  21. Avlund K, Holm-Pedersen P, Morse DE, Viitanen M, Winblad B. The strength of two indicators of social position on oral health among persons over the age of 80 years. *J Public Health Dent.* 2005;65(4):231-239.
  22. Eklund SA, Burt BA. Risk factors for total tooth loss in the United States: longitudinal analysis of national data. *J Public Health Dent.* 1994;54:5-14.
  23. Eustaquio-Raga MV, Montiel-Company JM, Almerich-Silla JM. Factors associated with edentulousness in an elderly population in Valencia (Spain). *Gac Sanit.* 2013;27(2):123-127.
  24. Haikola B, Oikarinen K, Soderholm A-L, Remes-Lyly T, Sipilä K. Prevalence of edentulousness and related factors among elderly Finns. *J Oral Rehabil.* 2008;35(11):827-835.
  25. Han DH, Khang YH, Choi HJ. Association of parental education with tooth loss among Korean Elders. *Community Dent Oral Epidemiol.* 2015;43(6):489-499.
  26. Islas-Granillo H, Borges-Yañez SA, Lucas-Rincón SE, et al. Edentulism risk indicators among Mexican elders 60-year-old and older. *Arch Gerontol Geriatr.* 2011;53(3):258-262.
  27. Ito K, Ainda J, Yamamoto T, et al. Individual- and community-level social gradients of edentulousness. *BMC Oral Health.* 2015;15:34.
  28. Jette AM, Feldman HA, Douglass C. Oral disease and physical disability in community-dwelling older persons. *J Am Geriatr Soc.* 1993;41(10):1102-1108.
  29. Jung SH, Ryu JI, Jung DB. Association of total tooth loss with socio-behavioural health indicators in Korean elderly. *J Oral Rehabil.* 2011;38(7):517-524.
  30. Laguzzi PN, Schuch HS, Medina LD, Amores AR, Demarco FF, Lorenzo S. Tooth loss and associated factors in elders: results from a national survey in Uruguay. *J Public Health Dent.* 2016;76(2):143-151.
  31. Musacchio E, Perissinotto E, Binotto P, et al. Tooth loss in the elderly and its association with nutritional status, socio-economic and lifestyle factors. *Acta Odontol Scand.* 2007;65:78-86.
  32. Northridge ME, Ue FV, Borrell LN, et al. Tooth loss and dental caries in community-dwelling older adults in northern Manhattan. *Gerodontology.* 2012;29(2):e464-473.
  33. Olofsson H, Ulander EL, Gustafson Y, Hörnsten C. Association between socioeconomic and health factors and edentulism in people aged 65 and older: a population-based survey. *Scand J Public Health.* 2018;46(7):690-698.
  34. Slade GD, Locker D, Leake JL, Price SA, Chao I. Differences in oral health status between institutionalized and non-institutionalized older adults. *Community Dent Oral Epidemiol.* 1990;18(5):272-276.
  35. Starr JM, Hall RJ, Macintyre S, Deary IJ, Whalley LJ. Predictors and correlates of edentulism in the healthy old people in Edinburgh (HOPE) study. *Gerodontology.* 2008;25(4):199-204.
  36. Wu B, Liang J, Plassman BL, Remle RC, Bai L. Oral health among white, black, and Mexican-American elders: an examination of edentulism and dental caries. *J Public Health Dent.* 2011;71(4):308-317.
  37. Thiese MS. Observational and interventional study design types; an overview. *Biochem Med.* 2014;24(2):199-210.
  38. United Nations Development Programme (UNDP). *Human Development Report 2016: Human Development for Everyone.* New York, NY: United Nations Development Programme (UNDP); 2016.
  39. Organização Mundial da Saúde (OMS). Organização Pan-Americana da Saúde. Saúde Bucal. <http://www.opas.org.br/sistema/fotos/bucal.pdf>. Accessed August 3, 2017.
  40. Barata RB. Epidemiologia social. *Rev Bras Epidemiol.* 2005;8(1):7-17.
  41. Bastos JL, Peres MA, Peres KG, Dumith SC, Gigante DP. Socioeconomic differences between self- and interviewer-classification of color/race. *Rev Saude Publica.* 2008;42(2):324-334.
  42. Parra FC, Amado RC, Lambertucci JR, Rocha J, Antunes CM, Pena S. Color and genomic ancestry in Brazilians. *Proc Natl Acad Sci USA.* 2003;100:177-182.
  43. Pimenta JR, Zuccherato LW, Debes AA, et al. Color and genomic ancestry in Brazilians: a study with forensic microsatellites. *Hum Hered.* 2006;62:190-195.
  44. Diez-roux AV. The study of group-level factors in epidemiology: rethinking variables, study design, and analytical approaches. *Epidemiol Rev.* 2004;26:104-111.

**How to cite this article:** Roberto LL, Crespo TS, Monteiro-Junior RS, et al. Sociodemographic determinants of edentulism in the elderly population: A systematic review and meta-analysis. *Gerodontology.* 2019;00:1-13. <https://doi.org/10.1111/ger.12430>

## 5.2 PRODUTO 2

### **Determinantes contextuais e individuais do edentulismo entre idosos brasileiros: um estudo multinível**

Título resumido: Determinantes contextuais e individuais do edentulismo entre idosos

#### **RESUMO**

O objetivo do estudo foi investigar os fatores contextuais e individuais associados ao edentulismo entre idosos. Estudo transversal multinível com dados de 7.619 idosos (65 a 74 anos) participantes da Pesquisa Nacional de Saúde Bucal – SBBrasil 2010. A variável dependente foi edentulismo (perda total dos dentes) e as independentes contextuais e individuais foram agrupadas em determinantes estruturais (contexto socioeconômico e político) e intermediários (condição socioeconômica, comportamentos e fatores biológicos, e serviços de saúde). Para a obtenção dos modelos simples e ajustado, foi conduzida Regressão de Poisson Multinível e estimada a Razão de Prevalência (RP). A prevalência de edentulismo verificada entre os idosos brasileiros foi de 53,1%. Considerando as variáveis contextuais, a prevalência de edentulismo foi maior entre os idosos provenientes de municípios localizados no interior (RP=1,21) e que possuíam Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) alto (RP=1,21) e médio/baixo (RP=1,29) quando comparado aos residentes em municípios com IDHM muito alto. Entre as variáveis individuais, a prevalência de edentulismo foi maior entre os indivíduos com até 4 anos de estudo (RP=1,23) e analfabetos (RP=1,24), com menor renda familiar (RP=1,15), mais velhos (RP=1,10), que autopercebiam necessidade de prótese (RP=1,22), que nunca foram ao dentista (RP=3,33), que utilizaram o serviço odontológico há mais de um ano (RP=2,01) e cujo motivo da consulta foi problemas bucais (RP=1,47). Por outro lado, a prevalência de edentulismo foi menor entre os idosos do sexo masculino (RP=0,87) e que não autopercebiam necessidade de tratamento odontológico (RP=0,44). Os achados destacam a necessidade de políticas públicas voltadas à redução das desigualdades em saúde e maior garantia de acesso a cuidados odontológicos para a população idosa.

Palavras-chave: Idoso. Edentulismo. Iniquidade em Saúde. Análise Multinível.

## INTRODUÇÃO

O edentulismo configura um dos piores agravos à saúde bucal e um desafio à saúde pública, devido à sua elevada prevalência e aos efeitos sobre a qualidade de vida dos indivíduos<sup>1,2</sup>. A ausência dos elementos dentários produz incapacidades funcionais, deficiência nutricional, comprometimento estético, desconforto psicológico, redução da autoestima e da integração social<sup>3,4</sup>.

A perda dentária representa, para uma parcela significativa da população idosa, um fenômeno natural do processo de envelhecimento<sup>5</sup>. As condições de saúde bucal desse estrato etário refletem o acúmulo da carga de doenças bucais ao longo da vida somado a herança de um modelo assistencial centrado em práticas curativas e mutiladoras<sup>6</sup>.

Além dos fatores de ordem biológica, as condições socioeconômicas, de saúde e educação, o uso dos serviços odontológicos, os sistemas de saúde, a autopercepção da saúde bucal e as crenças sociais são apontados como preditores do edentulismo<sup>2,7</sup>. Assim, a rede de causalidade da perda dentária envolve fatores em níveis contextuais e individuais<sup>8</sup>.

Revisão sistemática recente, conduzida com o intuito de identificar os fatores demográficos e socioeconômicos associados ao edentulismo entre idosos, verificou que são escassos os estudos que avaliam o edentulismo na perspectiva contextual. Além disso, os resultados da revisão apontaram uma maior prevalência de idosos edêntulos em contextos demográficos e socioeconômicos desfavoráveis<sup>9</sup>.

Visto que as perdas dentárias são mais frequentes em grupos populacionais em desvantagem social<sup>10,11</sup>, conhecer a distribuição das desigualdades sociais e iniquidades em saúde é fundamental para o planejamento das ações em saúde bucal. Nesse sentido, este estudo objetivou identificar fatores contextuais e individuais associados ao edentulismo entre idosos brasileiros, através de abordagem multinível.

## MÉTODOS

Trata-se de um estudo transversal multinível uma vez que, além de variáveis individuais, foram utilizadas variáveis contextuais para explicar um desfecho aferido em nível individual. As variáveis individuais foram oriundas da Pesquisa Nacional de Saúde Bucal – SBBrasil 2010<sup>12</sup> e as variáveis contextuais foram obtidas em nível municipal a partir de bases de dados públicas oficiais.

O SBBrasil 2010 se constituiu em uma pesquisa de base nacional, coordenada e financiada pelo Ministério da Saúde, tendo sido avaliados indivíduos pertencentes às idades índices de 5 e 12 anos, e as faixas etárias de 15 a 19, 35 a 44 e 65 a 74 anos, a fim de representar a população brasileira. O plano amostral constou de domínios relativos às capitais dos estados brasileiros e Distrito Federal, e municípios do interior de cada uma das regiões naturais do País (Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul), sendo considerados 177 municípios brasileiros. A seleção dos conglomerados deu-se por amostragem probabilística em múltiplos estágios com um efeito de desenho (*deff*) igual a 2. As unidades primárias de amostragem foram: (a) município, para o interior das regiões e (b) setor censitário para as capitais. Os exames intrabucais foram conduzidos nos domicílios dos participantes, sob luz natural, por cirurgiões-dentistas

treinados e calibrados ( $Kappa \geq 0,65$ ), com auxílio de um dispositivo eletrônico e um *software* específico para o registro das informações. Foram adotados os critérios de diagnóstico da 4ª edição do *Oral Health Surveys: Basic Methods*, da Organização Mundial de Saúde (OMS)<sup>13</sup>. Além da aferição dos agravos bucais, foi aplicado um questionário contendo questões relativas à caracterização socioeconômica, utilização de serviços odontológicos, morbidade bucal autorreferida e autopercepção de saúde bucal. Informações adicionais sobre a metodologia empregada no SBBrasil 2010 podem ser obtidas em publicação prévia<sup>14</sup>. A idade de 65 a 74 anos representa o grupo padrão para avaliar condições de saúde bucal em idosos<sup>13</sup>. No presente estudo, foram utilizados dados do SBBrasil 2010 relativos aos 7.619 indivíduos selecionados para representar a população idosa brasileira (65-74 anos).

As variáveis de nível contextual foram coletadas de bases de dados públicas e oficiais para cada um dos 177 municípios participantes do SBBrasil 2010: Censo Demográfico de 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)<sup>15</sup>, Atlas Brasil do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD)<sup>16</sup>, Pesquisa Nacional de Saneamento Básico do IBGE<sup>17</sup> e Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS)<sup>18</sup>. As bases de dados referentes ao Atlas Brasil<sup>16</sup> e a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico<sup>17</sup> foram geradas a partir do censo demográfico de 2010 cuja coleta de dados foi realizada entre 1º de agosto e 30 de outubro de 2010, utilizando a base territorial que se constituiu de 316.574 setores censitários<sup>15</sup>.

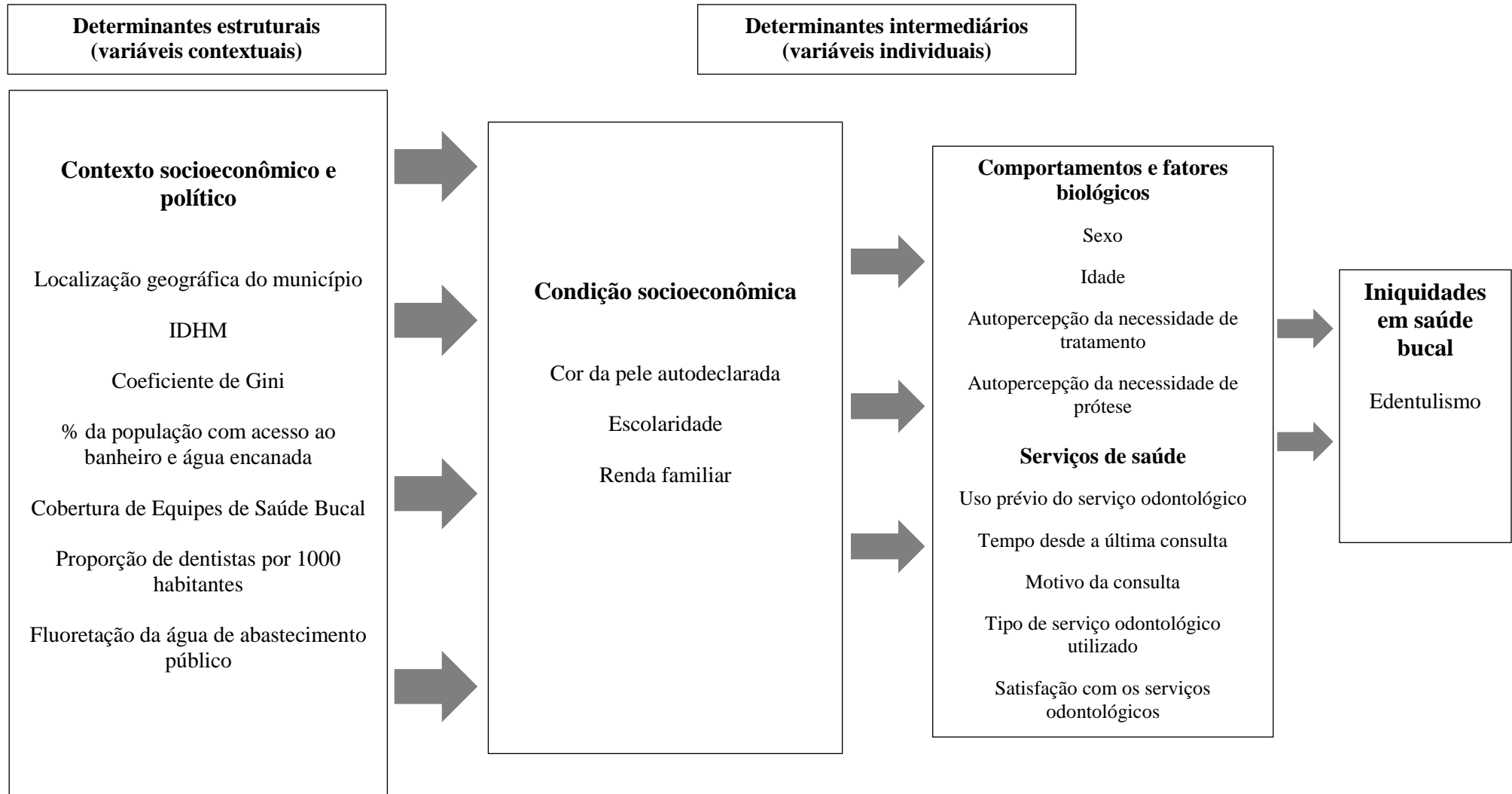
A variável dependente – edentulismo (perda total dos dentes) – foi definida como ausência total de dentes naturais devido à extração, por qualquer motivo (códigos 4 e 5 do índice CPOD – dentes cariados, perdidos e obturados – para o diagnóstico de cada



um dos 32 espaços dentários examinados por indivíduo)<sup>13</sup>. A variável foi classificada em duas categorias: ausência de todos os dentes (edêntulo) e presença de um ou mais dentes (não-edêntulo).

As variáveis independentes contextuais e individuais foram agrupadas de acordo com o modelo conceitual para iniquidades em saúde bucal proposto por Watt & Sheiham (2012)<sup>19</sup>. Tal modelo foi construído baseado no marco conceitual para ação sobre os determinantes sociais da saúde da OMS<sup>20</sup> e considera os determinantes sociais das desigualdades em saúde bucal, contrapondo-se às abordagens preventivas, focadas apenas nas mudanças comportamentais do indivíduo<sup>19</sup>. De acordo com esse modelo conceitual, as variáveis que influenciam a saúde bucal podem ser agrupadas em determinantes estruturais (contexto socioeconômico e político) e intermediários (condição socioeconômica, comportamentos e fatores biológicos, e serviços de saúde) (Figura 1).

No contexto socioeconômico e político, foram consideradas todas as variáveis contextuais: localização geográfica do município<sup>12</sup>, Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM)<sup>16</sup>, Coeficiente de Gini<sup>16</sup>, % da população com acesso ao banheiro e água encanada<sup>17</sup>, cobertura de equipes de saúde bucal<sup>18</sup>, proporção de dentistas por 1000 habitantes<sup>18</sup> e fluoretação da água distribuída<sup>17</sup>. No âmbito da condição socioeconômica, foram consideradas as variáveis individuais cor da pele autodeclarada, escolaridade e renda familiar. Os comportamentos e fatores biológicos incluíram sexo, idade, autopercepção da necessidade de tratamento e autopercepção da necessidade de prótese. Em relação aos serviços de saúde, avaliou-se o uso prévio do serviço odontológico, o tempo desde a última consulta, o motivo da



**Figura 1:** Adaptação do modelo conceitual para iniquidades em saúde bucal de Watt e Sheiham (2012).

consulta, o tipo de serviço odontológico utilizado e a satisfação com os serviços odontológicos. A descrição das variáveis independentes contextuais e individuais pode ser verificada no Quadro 1.

### **Análises conduzidas**

Os dados referentes às variáveis contextuais e individuais foram organizados inicialmente no *software* estatístico *Predictive Analytics Software* (PASW/SPSS<sup>®</sup>) versão 18.0 para *Windows*<sup>®</sup>. Para a análise descritiva das variáveis contextuais, utilizaram-se os dados dos municípios e não dos indivíduos. A análise descritiva das variáveis individuais foi conduzida respeitando-se a necessidade de correção pelo efeito de desenho amostral, por serem proveniente de amostras por conglomerados. Para isso, foi empregado o módulo “*Complex Samples*”, que considera os pesos resultantes do processo de amostragem. Todas as variáveis foram trabalhadas de forma categórica, sendo obtidas as frequências simples (n) e relativa (%).

Para a obtenção dos modelos simples e ajustado, os dados foram exportados para o programa STATA<sup>®</sup> v 14.0 e empregou-se o modelo de Regressão de Poisson Multinível (método *stepwise backward*), utilizando dados contextuais e individuais. Para estimação do ajuste entre desfecho (edentulismo) e variáveis explicativas de primeiro (contextuais) e segundo (individuais) níveis de análise, utilizou-se o esquema de efeito misto (efeito fixo e intercepto randômico)<sup>21</sup>. A priori considerou-se um modelo vazio (somente com intercepto aleatório e a variável dependente, sem as demais variáveis). Posteriormente, incluíram-se as variáveis do primeiro nível, seguidas pelas variáveis do segundo nível. Foi empregada a função *xtmepoisson, irr* para obtenção das medidas da Razão de Prevalência (RP) e intervalo de confiança de 95% (IC-95%), mantendo-se no modelo final, somente as variáveis associadas a um nível de significância menor ou igual a 0,05

**Quadro 1:** Descrição das variáveis independentes contextuais e individuais.

CLASSIFICAÇÃO	VARIÁVEL	DESCRIÇÃO	CATEGORIAS
<b>DETERMINANTES ESTRUTURAIIS</b> <i>Contexto socioeconômico e político</i>	Localização geográfica do município	Localização geográfica em relação à divisão territorial no Brasil.	Capital; Interior
	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM)	Indicador que agrega informações sobre renda, nível de instrução e longevidade em cada município, variando de zero a um, onde valores mais altos refletem maior nível de desenvolvimento humano.	Muito alto ( $\geq 0,800$ ); Alto (0,700-0,799); Médio/baixo ( $\leq 0,699$ )
	Coefficiente de Gini	Mensura a desigualdade na distribuição de renda, variando de zero (igualdade absoluta) a um (desigualdade absoluta).	Menor desigualdade ( $\leq 0,59$ ); Maior desigualdade ( $> 0,59$ )  *Média nacional em 2010: 0,59
	% da população com acesso ao banheiro e água encanada	Proporção de domicílios do município com acesso simultâneo a banheiro exclusivo para os residentes e a abastecimento de água pela rede de distribuição.	Maior ou igual à média nacional; Menor que a média nacional  *Média dos municípios avaliados pelo SBBrasil 2010: 90,81%
	Cobertura de Equipes de Saúde Bucal	Proporção da população nos municípios que recebem atenção primária das equipes de saúde bucal.	Maior ou igual à meta nacional; Menor que a meta nacional  *Meta nacional para 2010: 40%
	Proporção de dentistas por 1000 habitantes	Razão entre o número de cirurgiões-dentistas atuantes no município por 1000 habitantes.	Maior ou igual à média nacional; Menor que a média nacional  *Média dos municípios avaliados pelo SBBrasil 2010: 0,66

	Fluoretação da água de abastecimento público	Condição das águas de abastecimento público em relação à fluoretação.	Presente; Ausente
<b>DETERMINANTES INTERMEDIÁRIOS</b> <i>Condição socioeconômica</i>	Cor da pele autodeclarada	Cor da pele autodeclarada conforme classificação do IBGE.	Branco; Amarelos/Negros/Pardos/Indígenas
	Escolaridade	Anos de estudo com aproveitamento.	Acima de 5 anos de estudo; 1 a 4 anos de estudo; Analfabeto
	Renda familiar (em reais)	Total de rendimentos de todos os residentes do domicílio no mês antecedente à coleta de dados.	>1500; ≤1500
<i>Comportamentos e fatores biológicos</i>	Sexo	Sexo do indivíduo	Feminino; Masculino
	Idade	Idade do indivíduo em anos	65 a 69 anos; 70 a 74 anos
	Autopercepção da necessidade de tratamento	O indivíduo considera que necessita de tratamento odontológico no momento do estudo.	Sim; Não
	Autopercepção da necessidade de prótese	O indivíduo considera que necessita de prótese ou de substituir a prótese existente no momento do estudo.	Sim; Não
<i>Serviços de saúde</i>	Uso prévio do serviço odontológico	Utilização do serviço odontológico alguma vez na vida.	Sim; Não
	Tempo desde a última consulta	Quando consultou o dentista pela última vez.	Menos de 1 ano; Mais de 1 ano; Nunca foi ao dentista

	Motivo da consulta	Motivação da última consulta odontológica.	Revisão/prevenção; Problemas bucais (dor, extração, tratamento e outros); Nunca foi ao dentista
	Tipo de serviço odontológico utilizado	Tipo de serviço utilizado na última consulta odontológica.	Público (SUS); Não público (particular, convênio e outros); Nunca foi ao dentista
	Satisfação com os serviços odontológicos	Avaliação da última consulta odontológica.	Satisfeito (muito bom/bom); Insatisfeito (regular/ruim/muito ruim); Nunca foi ao dentista

( $p \leq 0,05$ ). A análise do ajuste dos modelos foi realizada através da *Deviance*, obtida por meio do *Log Likelihood* multiplicado por (-2), onde se espera que haja diferenças significativas entre os modelos<sup>22</sup>. Além disso, foi testada a multicolinearidade, verificando-se as correlações entre as variáveis independentes através da Correlação de *Pearson* (r), não sendo identificados valores acima de 0,7.

O SBBrasil 2010 foi conduzido de forma a atender os princípios éticos da Resolução do Conselho Nacional de Saúde (CNS) (nº196/96), relativa às pesquisas em seres humanos. Foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Ministério da Saúde e recebeu registro na Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), do CNS, sob o número 15.498/2009. Os participantes foram devidamente informados sobre a pesquisa e concordaram participar da mesma através da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido<sup>14</sup>.

## **RESULTADOS**

O número de idosos avaliados pelo SBBrasil 2010 correspondeu a 7619. Contudo, 110 (1,4%) foram excluídos por não disporem de informação relacionada à variável dependente em análise. Desse modo, foram incluídos nas análises desse estudo 7509 indivíduos. A prevalência de edentulismo verificada entre os idosos brasileiros foi de 53,1% (IC-95% 49,2%-57,0%).

A análise descritiva das variáveis contextuais, considerando os 177 municípios incluídos nessa investigação, está apresentada na Tabela 1. A maioria dos municípios investigados apresentaram maior desigualdade (74,0%) e proporção de dentistas por

1000 habitantes menor que a média nacional (65,5%). Além disso, cerca de um terço desses municípios não possuía água fluoretada.

**Tabela 1:** Caracterização dos municípios brasileiros (n=177) quanto às variáveis contextuais em números absolutos (n) e percentuais (%). Brasil, 2010.

<b>VARIÁVEIS CONTEXTUAIS</b>	<b>n</b>	<b>%</b>
<b><i>DETERMINANTES ESTRUTURAIS</i></b>		
<i>Contexto socioeconômico e político</i>		
Localização geográfica do município		
Capital	27	15,3
Interior	150	84,7
IDHM		
Muito alto	33	18,5
Alto	117	66,0
Médio/baixo	27	15,5
Coeficiente de Gini		
Menor desigualdade	46	26,0
Maior desigualdade	131	74,0
% da população com acesso ao banheiro e água encanada		
Maior ou igual à média nacional	121	68,4
Menor que a média nacional	56	31,6
Cobertura de Equipes de Saúde Bucal*		
Maior ou igual à meta nacional	80	49,4
Menor que a meta nacional	82	50,6
Proporção de dentistas por 1000 habitantes		
Maior ou igual à média nacional	61	34,5
Menor que a média nacional	116	65,5
Fluoretação da água de abastecimento público		
Presente	118	66,7
Ausente	59	33,3

Fonte: SBBrasil 2010, PNUD, DATASUS e IBGE.

\* Variação no n=177. Dados não disponíveis.

Na análise das variáveis individuais, observou-se que a maioria dos idosos apresentou renda familiar menor ou igual a 1500 reais e autopercebiam necessidade de tratamento odontológico. Em relação ao edentulismo, mais da metade dos idosos analfabetos (65,7%), do sexo feminino (55,6%) e que utilizaram os serviços odontológicos há mais de um ano (57,3%) eram edêntulos (Tabela 2).



**Tabela 2:** Caracterização dos idosos brasileiros (n=7.509) quanto às variáveis individuais em números absolutos (n), percentuais (%), relativos ao edentulismo. Brasil, 2010.

VARIÁVEIS INDIVIDUAIS			Edêntulos		Não-edêntulos	
	n	% <sup>†</sup>	n	% <sup>†</sup>	n	% <sup>†</sup>
<b>DETERMINANTES INTERMEDIÁRIOS</b>						
<i>Condição socioeconômica</i>						
Cor da pele autodeclarada						
Branco	3521	53,9	1684	51,8	1897	48,2
Amarelos/Negros/Pardos/Indígenas	3988	46,1	1959	54,6	2029	45,4
Escolaridade*						
Acima de 5 anos de estudo	3112	37,5	1128	43,0	1984	57,0
1 a 4 anos de estudo	2358	39,1	1254	55,0	1104	45,0
Analfabeto	1846	23,3	1095	65,7	751	34,3
Renda familiar (em reais)*						
>1500	2413	30,4	884	43,8	1529	56,2
≤1500	4823	69,6	2577	57,2	2246	42,8
<i>Comportamentos e fatores biológicos</i>						
Sexo						
Feminino	4658	62,3	2377	55,6	2281	44,4
Masculino	2851	37,7	1206	49,1	1645	50,9
Idade						
65 a 69 anos	4257	54,5	1839	51,1	2418	48,9
70 a 74 anos	3252	45,5	1744	55,5	1508	44,5
Autopercepção da necessidade de tratamento*						
Sim	3573	51,6	2366	68,3	1207	31,7
Não	3759	48,4	1112	36,6	2647	63,4
Autopercepção da necessidade de prótese*						
Sim	3148	45,8	1475	51,5	1673	48,5
Não	4191	54,2	2039	54,2	2152	45,8
<i>Serviços de saúde</i>						
Uso prévio do serviço odontológico*						
Sim	6339	85,6	2797	49,8	3542	50,2
Não	1038	14,4	691	70,7	347	29,3
Tempo desde a última consulta*						
Menos de 1 ano	1997	28,4	424	26,7	1573	73,3
Mais de 1 ano	3972	56,2	2094	57,3	1878	42,7
Nunca foi ao dentista	1038	15,4	691	70,7	347	29,3
Motivo da consulta*						
Revisão/prevenção	754	11,3	163	32,1	591	67,9
Problemas bucais	5489	74,1	2571	51,8	2918	48,2
Nunca foi ao dentista	1038	14,6	691	70,7	347	29,3
Tipo de serviço odontológico utilizado*						
Público	2067	24,7	889	50,0	1178	50,0
Não público	4153	60,7	1831	48,9	2322	51,1
Nunca foi ao dentista	1038	14,6	691	70,7	347	29,3
Satisfação com os serviços odontológicos*						
Satisfeito	5272	73,1	2298	48,3	2974	51,7
Insatisfeito	886	12,1	372	48,6	514	51,4
Nunca foi ao dentista	1038	14,8	691	70,7	347	29,3

Fonte: SBBrazil 2010.

\* Variação no n total por perda de informação.

† Estimativas corrigidas pelo efeito do desenho amostral.

A Tabela 3 apresenta a análise de regressão de Poisson multinível bruta e ajustada. Considerando as variáveis contextuais, a prevalência de edentulismo foi maior entre os idosos provenientes de municípios localizados no interior (RP=1,21) e que possuíam IDHM alto (RP=1,21) e médio/baixo (RP=1,29) quando comparado aos residentes em municípios com IDHM muito alto. Entre as variáveis individuais, a prevalência de edentulismo foi maior para os analfabetos (RP=1,24) e aqueles com escolaridade igual ou inferior a 4 anos de estudo (RP=1,23) quando comparados aos idosos cuja escolaridade foi superior a 5 anos de estudo. A prevalência de edentulismo também foi maior entre os indivíduos com renda familiar menor ou igual a 1500 reais (RP=1,15), mais velhos (RP=1,10) e que autopercebiam necessidade de prótese (RP=1,22). Por outro lado, a prevalência de edentulismo foi menor entre os idosos do sexo masculino (RP=0,87) e que não autopercebiam necessidade de tratamento odontológico (RP=0,44). Em relação aos serviços de saúde, a prevalência de edentulismo foi maior entre os idosos que nunca foram ao dentista (RP=3,33), que utilizaram o serviço odontológico há mais de um ano (RP=2,01) e cujo motivo da consulta foi problemas bucais (RP=1,47). Foi observada uma redução significativa na *Deviance* com o ajuste dos modelos.

**Tabela 3:** Análise de regressão de Poisson multinível bruta e ajustada relativa ao edentulismo (n=6.360). Brasil, 2010.

<b>VARIÁVEIS</b>	<b>Modelo simples</b>		<b>Modelo ajustado</b>	
	<b>RP (IC 95%)</b>	<b>p valor</b>	<b>RP (IC 95%)</b>	<b>p valor</b>
<b><i>DETERMINANTES ESTRUTURAIS</i></b>				
<i>Contexto socioeconômico e político</i>				
Localização geográfica do município				
Capital	Ref.		Ref.	
Interior	1,29 (1,72-1,43)	<0,001	1,21 (1,07-1,35)	0,002
IDHM				
Muito alto	Ref.		Ref.	
Alto	1,28 (1,10-1,48)	0,001	1,21 (1,05-1,40)	0,007

Médio/baixo	1,50 (1,28-1,77)	<0,001	1,29 (1,07-1,54)	0,006
<b>DETERMINANTES INTERMEDIÁRIOS</b>				
<i>Condição socioeconômica</i>				
Escolaridade				
Acima de 5 anos de estudo	Ref.		Ref.	
1 a 4 anos de estudo	1,44 (1,33-1,57)	<0,001	1,23 (1,12-1,35)	<0,001
Analfabeto	1,59 (1,46-1,73)	<0,001	1,24 (1,12-1,37)	<0,001
Renda familiar (em reais)				
>1500	Ref.		Ref.	
≤1500	1,41 (1,31-1,53)	<0,001	1,15 (1,06-1,26)	0,001
<i>Comportamentos e fatores biológicos</i>				
Sexo				
Feminino	Ref.		Ref.	
Masculino	0,81 (0,76-0,87)	<0,001	0,87 (0,81-0,94)	0,001
Idade				
65 a 69 anos	Ref.		Ref.	
70 a 74 anos	1,23 (1,15-1,32)	<0,001	1,10 (1,02-1,19)	0,009
Autopercepção da necessidade de tratamento				
Sim	Ref.		Ref.	
Não	0,45 (0,42-0,48)	<0,001	0,44 (0,41-0,48)	<0,001
Autopercepção da necessidade de prótese				
Sim	Ref.		Ref.	
Não	1,04 (0,97-1,11)	0,268	1,22 (1,13-1,32)	<0,001
<i>Serviços de saúde</i>				
Uso prévio do serviço odontológico				
Sim	Ref.		Ref.	
Não	1,49 (1,37-1,63)	<0,001	3,33 (2,73-4,04)	<0,001
Tempo desde a última consulta				
Menos de 1 ano	Ref.		Ref.	
Mais de 1 ano	2,46 (2,21-2,73)	<0,001	2,01 (1,80-2,25)	<0,001
Nunca foi ao dentista	3,07 (2,71-3,48)	<0,001	3,33 (2,73-4,04)	<0,001
Motivo da consulta				
Revisão/prevenção	Ref.		Ref.	
Problemas bucais	2,09 (1,79-2,46)	<0,001	1,47 (1,24-1,75)	<0,001
Nunca foi ao dentista	2,97 (2,49-3,53)	<0,001	3,33 (2,73-4,04)	<0,001

Fonte: SBBrasil 2010.

RP: Razão de Prevalência

Ref.: Categoria de referência.

Deviance do modelo vazio=12400,5326

Deviance do modelo final =9416,0418

## REFERÊNCIAS

1. Moreira RS, Nico LS, Tomita NE, Ruiz T. O risco espacial e fatores associados ao edentulismo em idosos em município do Sudeste do Brasil. *Cad Saude Publica* 2011; 27(10):2041-2053.

2. Kassebaum NJ, Bernabé E, Dahiya M, Bhandari B, Murray CJ, Marcenes W. Global Burden of Severe Tooth Loss: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Dent Res* 2014; 93(7 Suppl):20S-28S.
3. Polzer I, Schimmel M, Muller F, Biffar R. Edentulism as part of the general health problems of elderly adults. *Int Dent J* 2010; 60:143–55.
4. De Marchi RJ, Hugo FN, Hilgert JB, Padilha DM. Number of teeth and its association with central obesity in older Southern Brazilians. *Community Dent Health* 2012; 29(1):85-9.
5. Haikal DS, De-Paula AMB, Martins AMEBL, Moreira AN, Ferreira EF. Autopercepção da saúde bucal e impacto na qualidade de vida do idoso: uma abordagem quanti-qualitativa. *Cienc Saude Coletiva* 2011; 16(7):3317-3329.
6. Moreira RS, Nico LS, Tomita NE, Ruiz T. A saúde bucal do idoso brasileiro: revisão sistemática sobre o quadro epidemiológico e acesso aos serviços de saúde bucal. *Cad Saude Publica* 2005; 21(6):1665-1675.
7. Carlsson GE, Omar R. The future of complete dentures in oral rehabilitation. A critical review. *J Oral Rehabil* 2010; 37(2):143-56.
8. Moreira TP, Nations MK, Alves MSCF. Dentes da desigualdade: marcas bucais da experiência vivida na pobreza pela comunidade do Dendê, Fortaleza, Ceará, Brasil. *Cad Saude Publica* 2007; 23(6):1383-1392.

9. Roberto LL, Crespo TS, Monteiro-Junior RS, Martins AMEBL, De Paula AMB, Ferreira EF, Haikal DS. Sociodemographic determinants of edentulism in the elderly population: A systematic review and meta-analysis. *Gerodontology* 2019; 00:1–13.
10. Olofsson H, Ulander EL, Gustafson Y, Hörnsten C. Association between socioeconomic and health factors and edentulism in people aged 65 and older: a population-based survey. *Scand J Public Health*. 2018;46(7):690-698.
11. Seerig LM, Nascimento GG, Peres MA, Horta BL, Demarco FF. Acúmulo de risco decorrente da pobreza e perda dentária aos 31 anos, coorte de nascidos vivos de 1982, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. *Cad Saude Publica* 2020; 6(8):e00167619.
12. Brasil. Ministério da Saúde. Departamento de Atenção Básica. *Sb Brasil* 2010. Pesquisa nacional de saúde bucal: Resultados principais. Brasília: Ministério da Saúde, 2012.
13. World Health Organization (WHO). *Oral health surveys: basic methods*. 4th ed. Geneva: World Health Organization; 1997.
14. Roncalli AG, Silva NND, Nascimento AC, Freitas CHSDM, Casotti E, Peres KG, Narvai PC, et al. Aspectos metodológicos do Projeto SBBrasil 2010 de interesse para inquéritos nacionais de saúde. *Cad Saúde Pública* 2012; 28(supl), 40-57.
15. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Síntese de indicadores sociais: uma análise das condições de vida da população brasileira*. Estudos e Pesquisas. 2011; 27: 1-4.

16. Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. 2010. [Acessado 2018 nov 06].  
Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/consulta>.
17. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. 2008. [Acessado 2018 nov 16]. Disponível em:  
<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/pnsb/>
18. Brasil. Ministério da Saúde. Informações de saúde. Informação de saúde: cadernos de informação de saúde. 2010. [Acessado 2018 out 06]. Disponível em:  
<http://tabnet.datasus.gov.br/tabdata/cadernos/cadernosmap.htm>
19. Watt RG, Sheiham A. Integrating the common risk factor approach into a social determinants framework. *Community Dent Oral Epidemiol.* 2012; 40(4): 289-296.
20. World Health Organization (WHO). A Conceptual Framework for Action on the Social Determinants of Health. Geneva: World Health Organization; 2010.
21. Snijders TAB. *Multilevel analysis.* Springer Berlin Heidelberg 2011; 879-882.
22. Carle AC. Fitting multilevel models in complex survey data with design weights: Recommendations. *BMC Medical Research Methodology* 2009; 9:49.

RESEARCH ARTICLE

Open Access

# Contextual and individual determinants of tooth loss in adults: a multilevel study



Luana Leal Roberto<sup>1\*</sup> , Marise Fagundes Silveira<sup>2</sup>, Alfredo Mauricio Batista de Paula<sup>3</sup>, Efigênia Ferreira e Ferreira<sup>4</sup>, Andréa Maria Eleutério de Barros Lima Martins<sup>3</sup> and Desirée Sant'ana Haikal<sup>3</sup>

## Abstract

**Background:** Tooth loss represents a known marker of health inequality. The association between tooth loss and unfavorable socioeconomic conditions is evident when analyzed at an individual level. However, the effects of contextual characteristics on tooth loss need to be better investigated and understood. The objective of this study was to analyze tooth loss among Brazilian adults (35–44 years of age), in accordance with individual and contextual social characteristics.

**Methods:** This was a multilevel cross-sectional study with data from 9564 adult participants from the Brazilian Oral Health Survey - SBBrazil 2010. The dependent variable was the number of lost teeth and the independent variables were grouped into structural (socioeconomic & political context) and intermediary (socioeconomic position, behavioral & biological factors, and health services) determinants. Multilevel Hierarchical Negative Binomial Regression was conducted and the Mean Ratio (MR) was estimated.

**Results:** Brazilian adults lost a mean of 7.57 (95% CI 7.1–8.1) teeth. Among the contextual variables, the number of teeth lost was higher among residents of municipalities with high and medium/low Municipal Human Development Index (MHDI) and in municipalities that did not have public water fluoridation. Among the individual variables, dental loss was higher among those who declared themselves yellow/black/brown/indigenous, were older, who had lower income, who had never visited a dentist, who had used dental services for more than a year and those whose most recent visit to the dentist was due to oral health problems. On the other hand, dental loss was lower among adults with higher education levels and males.

**Conclusions:** The number of missing teeth was associated with unfavorable contextual and individual conditions, which reinforces the need to reduce social inequality and guarantee regular, lifetime access to dental services.

**Keywords:** Adult, Tooth loss, Health inequalities, Multilevel analysis

## Background

Tooth loss is considered as a major oral health issue [1, 2] and an important public health problem [3]. Besides reflecting the accumulation of oral disease throughout life [4], tooth loss can also be influenced by social, behavioral and cultural factors [3, 5]. Thus, tooth loss is

the result of a complex interaction between biological and social factors [6].

Tooth loss is a marker of health disparity in the population [7], based on the fact that socially disadvantaged groups show lower number of the teeth [8]. This association is evident at the individual level [2, 7, 9–11]. However, the effects of the place where people live (contextual effects) on tooth loss needs further investigation to be understood.

\* Correspondence: [luleal15@yahoo.com.br](mailto:luleal15@yahoo.com.br)

<sup>1</sup>Postgraduate Program in Health Sciences, State University of Montes Claros (Universidade Estadual de Montes Claros), Montes Claros, Minas Gerais, Brazil  
 Full list of author information is available at the end of the article



© The Author(s). 2020 **Open Access** This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the article's Creative Commons licence and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder. To view a copy of this licence, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>. The Creative Commons Public Domain Dedication waiver (<http://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/>) applies to the data made available in this article, unless otherwise stated in a credit line to the data.

The need to recognize and distinguish contextual influences on oral health has been identified in the scientific literature. A systematic review conducted to identify the contextual socioeconomic factors associated with dental loss found that there are very few studies evaluating tooth loss in the contextual perspective [12]. Some studies have reported the contextual characteristics associated with tooth loss, such as Gini coefficient [7, 13], municipal human development index (MHDI) [14], fluoridated water supply [14–16], and place of residence (urban versus rural) [15]. Such studies are essential, since not all determinants of the health-disease process can be captured at the individual level [17].

This study aimed to analyze tooth loss among Brazilian adults, and assess its association with both contextual social inequalities and individual characteristics using a multilevel approach. We hypothesized that the total number of missing teeth in adults is affected by contextual social inequalities even after controlling for individual variables related to tooth loss.

## Methods

The study was designed as a cross-sectional multilevel study. In addition to individual variables, contextual variables were taken into account to explain an outcome assessed at the individual level. The individual variables were obtained from the Brazilian Oral Health Survey - SBBrazil 2010 [18], and the contextual variables were collected at the municipal level from official public databases.

SBBrazil 2010 represented a national epidemiological survey on oral health funded by the Ministry of Health. For representation of the complete Brazilian population, individuals aged 5 and 12 years and those in age groups 15–19, 35–44, and 65–74 years from 177 Brazilian municipalities were evaluated. Sampling was carried out at different domains of the state capitals, federal district, and municipalities within defined geopolitical macro-regions (North, Northeast, Central West, Southeast, and South), using probabilistic sampling in multiple stages with a Design Effect (DEFF) of 2. The primary sampling units were: (a) municipality, for the interior of the regions, and (b) census tract for the state capitals. Interviews and oral examinations were conducted in the subjects' homes. Oral examinations were performed under natural light, by trained and calibrated examiners ( $Kappa \geq 0.65$ ), using a handheld computer to record the data. The diagnostic criteria of Oral Health Surveys: Basic methods (4th edition) from World Health Organization (WHO) were used [19]. In addition to assessment of the individual's oral condition, interview was conducted with each household and comprised questions related to the socioeconomic profile of the family, use of dental services, self-reported oral morbidity, and self-perception of oral health. Details of the methodology used in SBBrazil 2010 have been

described in a previous study [20]. In the present study, data of 9779 individuals in SBBrazil 2010 between the ages of 35 and 44 years were used, which is the standard age group for evaluation of oral health conditions in adults [19].

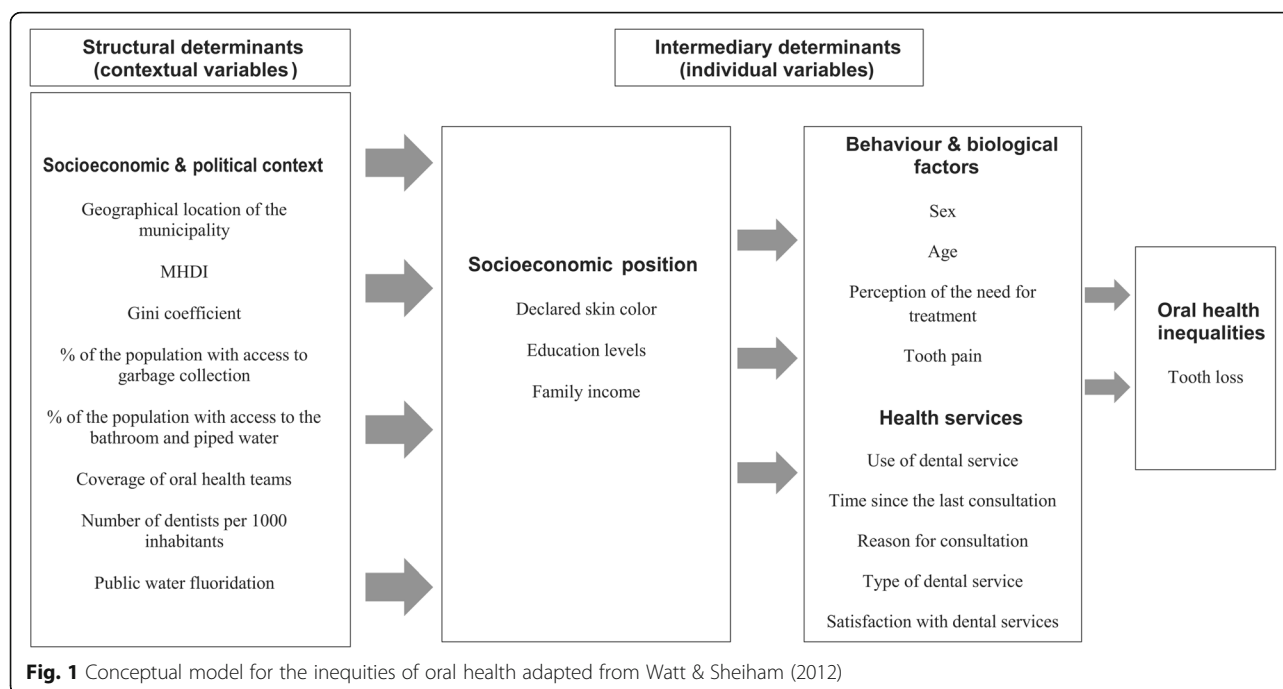
Contextual variables were collected from official public databases for each of 177 participating municipalities of SBBrazil 2010: Demographic census of 2010 by the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE) [21]; Atlas Brazil of the United Nations Development Program (UNDP) [22]; National Survey of Basic Sanitation of IBGE [23]; and the Department of Informatics of the Unified Health System (DATASUS) [24]. In the databases of Atlas Brazil [22] and National Survey of Basic Sanitation [23], data of IBGE 2010 demographic census were acquired between August 1, 2010 and October 30, 2010 from 316,574 census tracts with predefined territorial boundaries [21].

In this study, the dependent variable was total number of missing teeth defined as any natural tooth missing due to extraction, for any reason corresponding to codes 4 and 5 of the DMFT index (Decayed, Missing and Filled Teeth) [19]. This was assessed according to its discrete numerical nature whose values are whole numbers (counts).

The conceptual model for inequities in oral health of Watt & Sheiham (2012) [25] was building based on *Conceptual Framework for Action on the Social Determinants of Health* (CSDH) [26]. In our study, that model was used for the grouping of contextual and individual independent variables. This theoretical model takes into account the social determinants of inequalities in oral health, in contrast to preventive approaches, that focus on the behavioral changes of the individual. According to this conceptual model, the variables that influence the oral health can be grouped into structural determinants (socioeconomic & political context) and intermediary determinants (socioeconomic position, behavioral & biological factors, and health services) (Fig. 1).

In the socioeconomic & political context, all contextual variables were included: geographical location of the municipality (capital; interior) [18], Municipal Human Development Index (MHDI) (very high; high; medium/low) [22], Gini coefficient [22], percentage of the population with access to garbage collection [21], percentage of the population with access to a bathroom and piped water [21], coverage of oral health teams [24], number of dentists per 1000 inhabitants [24], and public water fluoridation (yes; no) [23]. MHDI reflects composite information on income, education level, and longevity in each municipality, and the scores are on a scale from 0 to 1, where higher values reflect a higher level of human development. Gini coefficient measures inequality in income distribution on a scale from 0 (absolute equality) to 1 (absolute inequality) [22]. The percentage of the





population with access to garbage collection refers to the proportion of the population of each municipality with access to public garbage collection services [21]. The percentage of the population with access to a bathroom and piped water refers to the proportion of households in the municipality with simultaneous access to water supply (running water) by the distribution network, and bathroom or toilet facilities exclusively for residents [21]. The coverage of oral health teams refers to the proportion of the population in the municipalities that receive primary care of oral health teams [24]. The public water fluoridation classification used in this study was performed according to National Survey of Basic Sanitation from IBGE [23], which is exclusively based on information provided by sanitation companies. All contextual variables were analyzed as quantitative data expressed as numbers, except variables of the geographic location of the municipality, MHDI, and public water fluoridation.

In the socioeconomic position, individual variables were included as follows: declared skin color (white; yellow/black/brown/indigenous), education level (years of study), and family income in USD (> 2557; 853–2556; 285–852; ≤ 284); and the minimum wage at the time of data collection was USD 290.0.

In relation to behavioral & biological factors, individual variables were included as follows: sex (female; male), age (years), self-perception of the need for treatment (yes; no), and pain in the teeth and gums in the last 6 months (no; yes). Also at this level, considering health services, the following individual variables were included: previous use of

dental service (yes; no), time since last consultation (≤ 1 year; > 1 year; no previous use of dental service), reason for consultation (review/prevention; oral health problems; no previous use of dental service), type of dental service (public; not public; no previous use of dental service), and satisfaction with dental services (satisfied; dissatisfied; no previous use of dental service).

### Analyses

To explore the dependent variable, a map was drawn with the average number of lost teeth for each one of the five Brazilian geopolitical macroregions, state capitals, and federal district. For each Brazilian macroregion, besides mean teeth lost, a confidence interval of 95% (95% CI) was estimate corrected by DEFF. Geographic Information System (GIS)-based Quantum GIS Software (QGIS; General Public License; GNU), which is freely available online, was used for manipulation of spatial data and construction of a map.

The data relating the individual and contextual variables was initially organized in the statistical software *Predictive Analytics Software (SPSS/PASW®)* version 18.0 for Windows®. The descriptive analyses of the contextual variables used only the municipal data. The descriptive analysis of the individual variables was conducted according to the need of correction for the effect of sample design, because they are from samples by conglomerates. For such, the *Complex Samples* module was used, considering the weights resulting from the sampling process adopted. Measures of central tendency and variability were estimated for the numerical independent variables and simple (n) and relative (%) frequencies for

categorical independent variables. The association between the total number of lost teeth and the individual characteristics was verified by the non-parametric tests: Spearman correlation ( ) for numerical independent variables; Mann-Whitney test for dichotomous independent variables; and Kruskal-Wallis test for the polytomous independent variables.

The data was exported to the STATA® software, version 14.0, and the Multilevel Hierarchical Negative Binomial Regression (stepwise backward method) model was used with use of contextual and individual data. The Negative Binomial Regression model is appropriate when the dependent variable is quantitative and with non-negative, integer values (counting data) and when there is overdispersion in the data (the variance of the dependent variable is greater than the mean) [27]. Before starting the modeling, the adequacy of the dependent variable for this regression modality was verified and confirmed. For estimation of adjustment between outcome (total number of teeth lost) and the independent variables from first (contextual) and second (individual) levels of analysis, the fixed effect model was used [28]. Initially, an empty model was used with only a random intercept and the dependent variable, without the others variables. Subsequently, a hierarchical block design was used as proposed by the adopted theoretical model [25] (Fig. 1). Model 1 included only the contextual variables (socioeconomic & political context). All eight contextual variables adopted in our study were included in this first model. Adjustment was made in Model 1 and only the contextual variables that were significantly associated with the outcome ( $p \leq 0.05$ ) were maintained. From the second model, the individual variables were taken into account. Model 2 kept the contextual variables adjusted in model 1, and added the socioeconomic position. This model was also adjusted ( $p \leq 0.05$ ). Model 3 comprised the variables adjusted in models 1 and 2 and added behavioral & biological factors and health services. This final model was adjusted again ( $p \leq 0.05$ ). The *margins, irr* function was used to obtain the Mean Ratio (MR) and its 95% CI. Moreover, a sensitivity analysis was performed using a multilevel logistic regression model. In order to accomplish this, a dependent variable *number of missing teeth* was dichotomized by its median (under and above median points). A supplementary file exhibits findings from this analysis (Table S1).

The analysis of the fit of the models was performed through *Deviance*, obtained through the Log Likelihood multiplied by (-2), where it is expected that there will be significant differences between the models (difference greater than 3.84) [29]. In addition, multicollinearity was tested by verifying the correlations of independent variables, with no values above 0.7 being identified. We also conducted a comparison between both Brazilian adults included and excluded of the final analysis due to losses

of the independent variables. A supplementary file shows findings of these analyses (Table S2).

SBBrazil 2010 was conducted according to the ethical principles of the Resolution of the National Health Council (CNS; number 196/96), related to research on human beings; it was approved by the Research Ethics Committee of the Ministry of Health and registered at the National Research Ethics Committee of Brazil (CONEP) (CNS approval number: 15.498/2009). All participants of this study signed the written informed consent form [20].

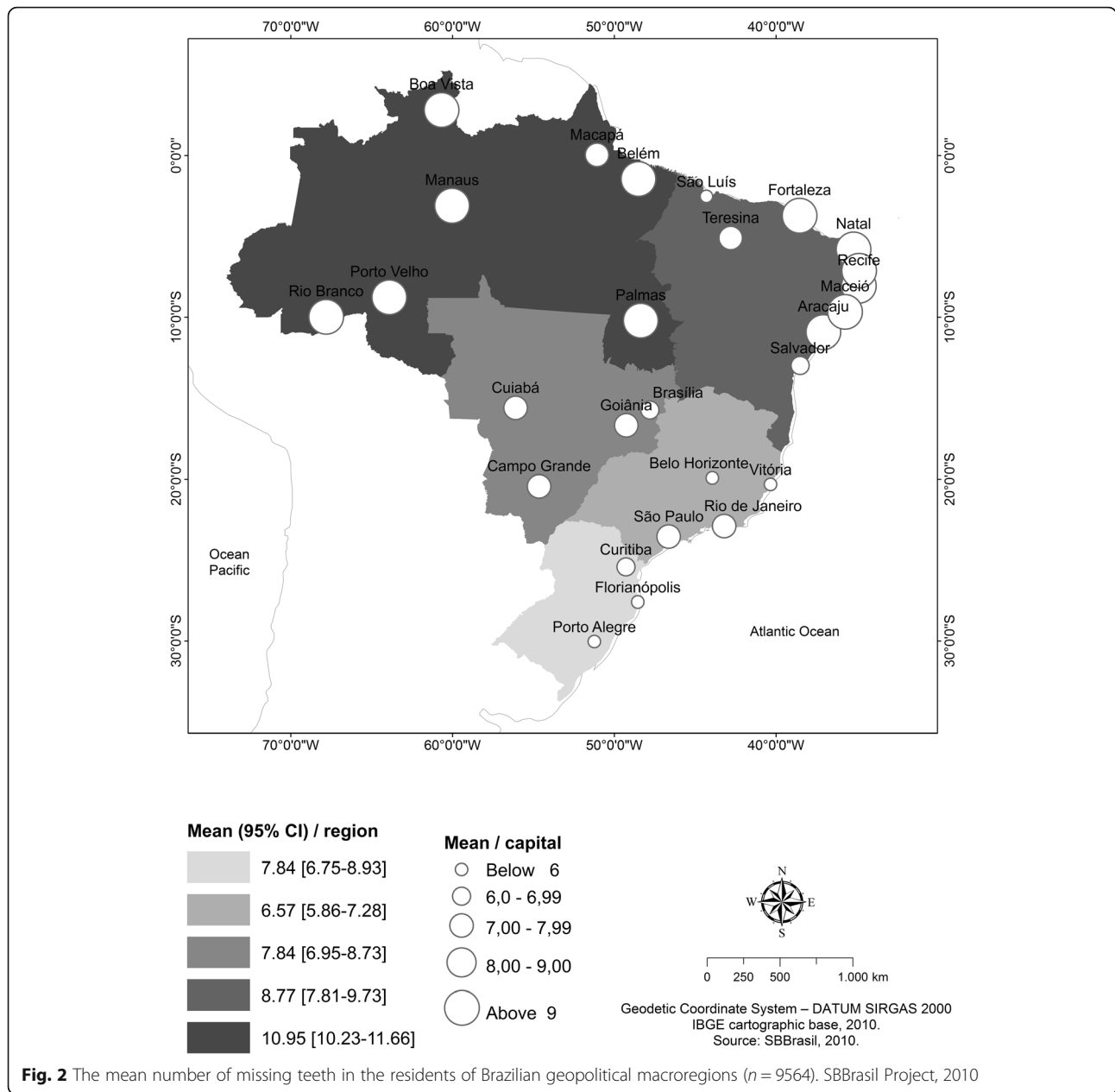
## Results

Among the 9779 adult individuals of SBBrazil 2010, 215 (2.2%) were excluded due to no information of the dependent variable. Finally, a total of 9564 individuals were included in the study. The average number of adults evaluated in each Brazilian municipality was 54.03 ( $\pm 97.92$ ), ranging from 3 to 488 individuals. The median tooth loss was 6.0, while the mean tooth loss was 7.57 (95% CI: 7.1–8.1) teeth, with higher values attained in the North (10.95) and Northeast (8.77) regions. Among the state capitals, tooth loss was lower in Vitória, Espírito Santo (4.23), followed in increasing order by Porto Alegre, Rio Grande do Sul (4.29), Belo Horizonte, Minas Gerais (5.03), and Florianópolis, Santa Catarina (5.13) (Fig. 2).

In what it refers to contextual variables, among the 177 municipalities analyzed, 85% were municipalities located in interior regions of the state, one third had no fluoridated water, and the average Gini coefficient was 0.62 ( $\pm 0.12$ ). Mean tooth loss in adults from interior municipalities was 7.75, while adult city dwellers exhibited mean tooth loss of 6.45. In municipalities without fluoridated water, the mean number of missing teeth in adult population was 10.53, while for municipalities with fluoridated water, this mean was 7.53. The mean number of missing teeth was 5.62, 8.61, and 10.17 in adults from municipalities with very high, high, and medium/low MHDI, respectively.

In the descriptive analysis of the individual variables, there was a predominance of females and those who self-declared themselves as yellow/black/brown/indigenous. The mean age of adult individuals was 39.39 years ( $\pm 3.08$ ), and the average years of education was 8.64 ( $\pm 3.93$ ). Most of the adults utilized public dental services and self-perceived the need for dental treatment (Table 1). The bivariate analysis can also be observed in Table 1.

The results of multilevel hierarchical negative binomial regression analysis are shown in Table 2. With regard to contextual variables, tooth loss was higher in the municipalities with high or medium/low MHDI score (MR = 1.34 and 1.46 respectively). The average dental loss was increased 27% in the municipalities without fluoridated



**Fig. 2** The mean number of missing teeth in the residents of Brazilian geopolitical macroregions (n = 9564). SBBrazil Project, 2010

water, as compared to that in the municipalities with public water fluoridation (MR = 1.27). With regard to individual variables, the average number of tooth loss was higher in declared to be yellow / black / brown / indigenous (MR = 1.06), and lower among those with higher education levels (MR = 0.93). The average dental loss was higher in the individuals with family income of ≤ USD 2556.00 than in those with family income of ≥ USD 2557.00. In addition, it was lower in the male individuals than in the female individuals, which represents protection against tooth loss in male adults (MR = 0.87). The total number of missing teeth was higher among the older individuals (MR = 1.09) who never visited the

dentist (MR = 1.42), those who received dental service more than 1 year ago (MR = 1.05), and those with last visit to the dentist due to oral health problems (MR = 1.42). Deviance was significantly reduced among the different models after adding each new block of variables.

### Discussion

A higher tooth loss was observed among the residents of municipalities with high or medium/low MHDI and who did not have public water fluoridation, even after adjustment for individual variables. Among the individual variables, the number of lost teeth was influenced by declared skin color, education levels, income, sex, age, previous use

**Table 1** Distribution of adults ( $n = 9564$ ) according to the mean number of tooth loss. SBBrazil Project, 2010

Variables	n	%	Percentile			p value
			25	50 (median)	75	
<b>Intermediary determinants</b>						
<i>Socioeconomic position</i>						
Declared skin color						
White	4049	47.6	1.0	4.0	10.0	< 0.001**
Yellow/Black/Brown/Indigenous	5515	52.4	3.0	7.0	13.0	
Education levels (in years) <sup>a*</sup>	$\bar{x}$ (SD) = 8.64 (3.93)					< 0.001#
Family income (in US dollars) <sup>b</sup>						
> 2557	505	3.5	0.0	1.0	4.0	< 0.001†
853–2556	2741	29.3	1.0	4.0	9.0	
285–852	4687	53.4	3.0	7.0	13.0	
≤ 284	1404	13.8	4.0	8.0	16.0	
<i>Behavioral &amp; biological factors</i>						
Sex						
Female	6287	62.3	2.0	6.0	12.0	< 0.001**
Male	3277	37.7	2.0	5.0	11.0	
Age (in years) <sup>a</sup>	$\bar{x}$ (SD) = 39.39 (3.08)					< 0.001#
Perception of the need for treatment <sup>b</sup>						
Yes	7360	77.0	2.0	6.0	12.0	< 0.001**
No	1999	23.0	1.0	4.0	12.0	
Tooth pain <sup>b</sup>						
No	7151	72.8	2.0	5.0	12.0	< 0.001**
Yes	2344	27.2	3.0	6.0	12.0	
<i>Health services</i>						
Previous use of dental service <sup>b</sup>						
Yes	8837	92.2	2.0	6.0	11.0	0.013**
No	672	7.8	2.0	6.0	16.0	
Time since the last consultation <sup>b</sup>						
≤ 1 year	4446	45.4	2.0	5.0	10.0	< 0.001†
> 1 year	4293	46.8	2.0	6.0	13.0	
No previous use of dental service	672	7.8	2.0	6.0	16.0	
Reason for consultation <sup>b</sup>						
Review/prevention	1910	19.4	0.0	3.0	7.0	< 0.001†
Oral health problems	6893	72.8	3.0	7.0	12.0	
No previous use of dental service	672	7.8	2.0	6.0	16.0	
Type of dental service <sup>b</sup>						
Public	5288	57.2	1.0	5.0	10.0	< 0.001†
Not public	3524	35.0	3.0	7.0	13.0	
No previous use of dental service	672	7.8	2.0	6.0	16.0	
Satisfaction with dental services <sup>b</sup>						
Satisfied	7373	78.4	2.0	6.0	11.0	< 0.001†
Dissatisfied	1404	13.8	3.0	6.0	12.0	
No previous use of dental service	672	7.8	2.0	6.0	16.0	

<sup>a</sup>Numerical variables<sup>b</sup>Variation at  $n = 9,564$ . Due to loss of information\*\*  $P$  value calculated by the nonparametric Mann-Whitney test#  $P$  value calculated by the Spearman correlation ( $p$ )†  $P$  value calculated by the nonparametric Kruskal-Wallis test

**Table 2** Multilevel hierarchical negative binomial regression of the tooth loss in adults ( $n=9139$ ). SBBrazil Project, 2010

Variables	Model 1		Model 2		Model 3	
	MR (95% CI)	<i>p</i> value	MR (95% CI)	<i>p</i> value	MR (95% CI)	<i>p</i> value
<b>Structural determinants</b>						
<i>Socioeconomic &amp; political context</i>						
MHDI						
Very high	Ref.		Ref.		Ref.	
High	1.46 (1.19–1.79)	< 0.001	1.35 (1.10–1.65)	0.004	1.34 (1.09–1.65)	0.006
Medium/low	1.80 (1.44–2.24)	< 0.001	1.46 (1.17–1.81)	0.001	1.46 (1.17–1.83)	0.001
Public water fluoridation						
Yes	Ref.	0.038	Ref.	0.001	Ref.	< 0.001
No	1.15 (1.01–1.32)		1.24 (1.09–1.41)		1.27 (1.11–1.45)	
<b>Intermediary determinants</b>						
<i>Socioeconomic position</i>						
Declared skin color						
White			Ref.		Ref.	
Yellow/Black/Brown/Indigenous			1.07 (1.02–1.12)	0.004	1.06 (1.02–1.11)	0.007
Education levels (in years)			0.92 (0.92–0.93)	< 0.001	0.93 (0.93–0.94)	< 0.001
Family income (in US dollars)						
> 2557			Ref.		Ref.	
853–2556			1.58 (1.42–1.75)	< 0.001	1.59 (1.44–1.76)	< 0.001
285–852			1.89 (1.71–2.10)	< 0.001	1.90 (1.72–2.10)	< 0.001
≤ 284			1.93 (1.72–2.16)	< 0.001	1.97 (1.76–2.20)	< 0.001
<i>Behavioral &amp; biological factors</i>						
Sex						
Female					Ref.	
Male					0.84 (0.80–0.87)	< 0.001
Age (in years)					1.09 (1.09–1.10)	< 0.001
<i>Health services</i>						
Previous use of dental service						
Yes					Ref.	
No					1.42 (1.30–1.56)	< 0.001
Time since the last consultation						
≤ 1 year					Ref.	
> 1 year					1.05 (1.01–1.10)	0.012
No previous use of dental service					1.42 (1.30–1.56)	< 0.001
Reason for consultation						
Review/prevention					Ref.	
Oral health problems					1.42 (1.35–1.50)	< 0.001
No previous use of dental service					1.42 (1.30–1.56)	< 0.001

Empty model: *Deviance* = 59956.396Model 1: *Deviance* = 59913.184Model 2: *Deviance* = 56976.56Model 3: *Deviance* = 55016.952

MR Mean ratio

Ref. Reference category

of dental service, time elapsed since the last dental consultation and the reason for this consultation. In general, the highest number of missing teeth was related to unfavorable individual and contextual conditions.

The mean number of tooth loss among Brazilian adults was 7.57. Historically, a reduction in the number of lost teeth among Brazilian adults has been observed [18, 30, 31]. However, the number of lost teeth remains higher in less developed regions of the country (North and North-east - 10.95 - 8.77). It should be emphasized that this pattern of regional differences has remained over time, in all age ranges [18, 30, 31]. In addition, levels of tooth loss among adults in Brazil are still higher than those observed in developed countries such as Canada (6.7) [32], Bulgaria (6.7) [33] and Ireland (5.7) [34]. This variation in the number of lost teeth for the different localities reinforces the idea of contextual influences on tooth loss and validates the findings of our study that unfavorable contexts increase the occurrence of tooth loss.

The contextual variables MHDI and public water fluoridation remained associated with the number of lost teeth, even after adjustment for important individual variables known to be associated to tooth loss. The association between contextual variables and the presence of functional dentition [14, 15], number of self-reported teeth [7, 16, 32, 35] and edentulism [13] has already been reported among adults. However, no previous studies have evaluated this relationship considering the number of lost teeth as numerical variable. This option offers the advantage of observing the magnitude of the impact per number of lost teeth, without the need for categorization of the variable, this allows the analysis to be more sensitive.

Adults living in municipalities with high or medium/low MHDI had a higher number of lost teeth compared to adults living in municipalities that had very high MHDI. Previous studies had already verified the effect of MHDI on the higher prevalence of functional dentition [14] and lower need for dental treatment among adults [36]. Municipalities that have greater MHDI possibly offer better opportunities for the maintenance of oral health, especially through increased access to dental services [35]. Furthermore, it is known that other important aspects for the maintenance of dentition, such as higher education levels, better eating habits, greater access to information and provision of health services, are commonly more available in developed areas [35, 37].

The public water fluoridation was associated with a lower number of lost teeth, which corroborates previous studies [14–16]. The effect of water fluoridation in reducing the prevalence and incidence of dental caries [38], the main cause of tooth loss [2], is widely recognized. Although we did not determine the time of availability of fluoride in the water supply to the municipalities, we believe individuals may benefit from access to fluoridated

water throughout their life, rather than at a specific time point. The results emphasize the importance of water fluoridation as a public health measure. It was found that the impact of the addition of fluoride in the public water supply is higher for individuals of lower socioeconomic level [39], which reinforces the importance of this measure as a way to compensate for inequalities in oral health [38].

In relation to individual variables, adults with higher education levels and with higher income had lower tooth loss. This association is consistent in the national [2, 3, 11, 14–16] and international literature [5, 7, 32, 33]. Adults who declare being yellow, black, brown or indigenous displayed a higher tooth loss compared to whites. A study conducted among Brazilian adults also found racial inequity associated with tooth loss, with greater vulnerability of blacks and browns compared to whites [40]. The variable declared skin color was allocated in the block of socioeconomic position, since genetic studies have identified that there may not be a significant association between skin color and genomic ancestry [41, 42]. Thus, in countries where there is a large miscegenation, as is the case for Brazil, the variable of declared skin color seems to reflect more a socioeconomic condition than a genetic aspect.

A lower number of tooth loss among men [2, 3, 10, 11, 14–16, 33] and higher among older individuals [3, 5, 11, 14–16, 33] had already been observed in previous studies. Moreover, the number of missing teeth was higher among adults who never used dental services, who used dental services more than a year ago and whose reason for consultation was for oral health problems, to the detriment of preventive use. Previous studies have also reported an association between the use of dental services in the last year and lower tooth loss [5, 14, 15]. The adult population, especially workers, may have difficulties in accessing oral health services during the normal business hours [43]. This possibly leads these individuals to use dental services sporadically, seeking care for urgent dental conditions, in which restorative treatments may not be an option, increasing the likelihood of tooth loss. In addition, the preventive use (review/follow-up/routine/check-up) of dental services is considered an indicator of oral health, and the most conservative dental treatments were performed in patients who used them regularly [44]. A prospective cohort study carried out in New Zealand found that adults who routinely used dental services had higher levels of oral health, with less decayed and lost teeth [45]. Based on these facts, access to dental services on a regular basis should be encouraged in order to reduce the number of tooth loss among adults.

Our study has some limitations that should be highlighted. First, tooth loss was measured crosswise but it reflects the disease accumulation throughout life. In this way, we cannot establish a temporal relationship between tooth loss



outcome and the others independent variables investigated in this study. Second, secondary data were analyzed and, consequently, important tooth loss risk factors, such as occurrence of systemic chronic conditions and lifestyle factors were not assessed once SBBrazil (2010) did not measure those characteristics. Longitudinal studies are needed to better clarify this issue. In the other hand, the present study included a representative sample of Brazilian adult population. Moreover, the multilevel approach of the variables allowed identifies the contribution of each block of variables to tooth loss. With this done, it was realized the influence of both individual and contextual factors on tooth loss outcome. Such effects were confirmed by using sensitivity analysis, which even changing the classification of the dependent variable and the type of analysis, it was still found the same contextual variables associated with tooth loss parameter. The random effect to contextual variables and for the individual variable sex was tested. However, there was no note any significant improvement in model adjustment.

## Conclusion

The contextual variables MHDI and public water fluoridation remained associated with the number of lost teeth among adults, even after controlling for important individual variables known to be associated with tooth loss. Generally, a higher number of missing teeth was associated with unfavorable contextual and individual factors: lower MHDI, absence of the public water fluoridation, less education levels, low family income, no previous use of dental service and greater time elapsed since the last dental consultation. Thus, the findings of this study reinforce the impact of social inequality in tooth loss and require a reflection on the need for expansion and better organization of dental services in order to promote equity between individuals.

## Supplementary information

**Supplementary information** accompanies this paper at <https://doi.org/10.1186/s12903-020-1057-1>.

**Additional file 1: Table S1.** Sensitivity analysis performed with multilevel logistic regression to tooth loss (dichotomized by median) in Brazilian adults ( $n = 9139$ ). SBBrazil Project, 2010. **Table S2.** Analysis of the differential loss among included and excluded Brazilian adults of the final regression model due to missing of independent variables. SBBrazil Project, 2010.

## Abbreviations

CNS: National Health Council; CONEP: National Research Ethics Committee of Brazil; CSDH: Conceptual Framework for Action on the Social Determinants of Health; DATASUS: Department of Informatics of the Unified Health System; DEFF: Design Effect; DMFT: Decayed, Missing and Filled Teeth; GIS: Geographic Information System; IBGE: Brazilian Institute of Geography and Statistics; MHDI: Municipal Human Development Index; MR: Mean Ratio; QGIS: Quantum GIS Software; SBBrazil 2010: Brazilian Oral Health Survey; SPSS/PASW®: Predictive Analytics Software; UNDP: Atlas Brazil of the United Nations Development Program; WHO: World Health Organization

## Acknowledgements

LL Roberto has a doctoral scholarship by the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES). AMB de Paula, EF Ferreira, and AMEBL Martins are holders of the productivity researcher scholarships from the National Council for Scientific and Technological Development (CNPq).

## Authors' contributions

LLR carried out the analyses, data interpretation and writing of the paper. MFS contributed in the data analysis. AMBP and EFF worked in critical review of the paper. AMEBLM worked on the data interpretation and critical review of the paper. DSH acted in the design of the study, contributed in the analysis, data interpretation and critical review of the paper. The authors read and approved the final manuscript.

## Funding

Not applicable.

## Availability of data and materials

The datasets used and/or analyzed during the current study are available from the corresponding author on reasonable request.

## Ethics approval and consent to participate

National Research Ethics Committee of Brazil (CONEP) - 15.498/2009. The written informed consent form was obtained from all participants. The use of the SBBrazil 2010 database is public. It was obtained through a formal request made by the authors of this study to the Brazilian Ministry of Health. This data base was virtually assigned for scientific purposes but without identifying any individual participant of this study.

## Consent for publication

Not applicable.

## Competing interests

The authors declare that they have no competing interests.

## Author details

<sup>1</sup>Postgraduate Program in Health Sciences, State University of Montes Claros (Universidade Estadual de Montes Claros), Montes Claros, Minas Gerais, Brazil. <sup>2</sup>Department of Mathematics, State University of Montes Claros (Universidade Estadual de Montes Claros), Montes Claros, Minas Gerais, Brazil. <sup>3</sup>Department of Dentistry, State University of Montes Claros (Universidade Estadual de Montes Claros), Montes Claros, Minas Gerais, Brazil. <sup>4</sup>Department of Community and Preventive Dentistry, School of Dentistry, Federal University of Minas Gerais (Universidade Federal de Minas Gerais), Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil.

Received: 4 October 2019 Accepted: 2 March 2020

Published online: 17 March 2020

## References

- Sanders AE, Slade GD, Turrell G, Spencer AJ, Marcenes W. Does psychological stress mediate social deprivation in tooth loss? *J Dent Res*. 2007;86(12):1166–70.
- Peres MA, Barbato PR, Reis SCGB, Freitas CHSM, Antunes JLF. Tooth loss in Brazil: analysis of the 2010 Brazilian Oral Health Survey. *Rev Saude Publica*. 2013;47(Supl 3):1–11.
- Barbato PR, Nagano HCM, Zanchet FN, Boing AF, Peres MA. Perdas dentárias e fatores sociais, demográficos e de serviços associados em adultos brasileiros: uma análise dos dados do Estudo Epidemiológico Nacional (Projeto SB Brasil 2002-2003). *Cad Saude Publica*. 2007;23(8):1803–14.
- Thomson WM. Social inequality in oral health. *Community Dent Oral Epidemiol*. 2012;40(Supl 2):28–32.
- Hamasha AA, Sasa I, Al-Qudah M. Risk indicators associated with tooth loss in Jordanian adults. *Community Dent Oral Epidemiol*. 2000;28(1):67–72.
- Tu YK, Gilthorpe MS. Commentary: is tooth loss good or bad for general health? *Int J Epidemiol*. 2005;34(2):475–6.
- Bernabé E, Marcenes W. Income inequality and tooth loss in the United States. *J Dent Res*. 2011;90(6):724–9.

8. Chestnutt IG. Addressing oral health inequalities in the United Kingdom: the impact of devolution on population-based fluoride policy. *Br Dent J*. 2013; 215(1):11–2.
9. Gilbert GH, Duncan RP, Shelton BJ. Social determinants of tooth loss. *Health Serv Res*. 2003;38(6 Pt 2):1843–62.
10. Susin C, Oppermann RV, Haugejorden O, Albandar JM. Tooth loss and associated risk indicators in an adult urban population from South Brazil. *Acta Odontol Scand*. 2005;63(2):85–93.
11. Haikal DS, Martins AMEBL, Aguiar PHS, Silveira MF, Paula AMB, Ferreira EF. O acesso à informação sobre higiene bucal e as perdas dentárias por cárie entre adultos. *Cien Saude Colet*. 2014;19(1):287–300.
12. Barbato PR, Peres KG. Determinantes socioeconômicos contextuais das perdas dentárias em adultos e idosos: uma revisão sistemática da literatura. *Rev Bras Epidemiol*. 2015;18(2):357–71.
13. Celeste RK, Nadanovsky P, Ponce de Leon A, Fritzell J. The individual and contextual pathways between oral health and income inequality in Brazilian adolescents and adults. *Soc Sci Med*. 2009;69(10):1468–75.
14. Chalub LFFH, Martins CC, Ferreira RC, Vargas AMD. Functional dentition in Brazilian adults: an investigation of social determinants of health (SDH) using a multilevel approach. *PLoS One*. 2016;11(2):e0148859.
15. Koltermann AP, Giordani MA, Pattussi MA. The association between individual and contextual factors and functional dentition status among adults in Rio Grande do Sul state, Brazil: a multilevel study. *Cad Saude Publica*. 2011;27(1):173–82.
16. Barbato PR, Peres MA, Höfelmann DA, Peres KG. Indicadores contextuais e individuais associados à presença de dentes em adultos. *Rev Saude Publica*. 2015;49:27.
17. Diez-roux AV. The study of group-level factors in epidemiology: rethinking variables, study design, and analytical approaches. *Epidemiol Rev*. 2004;26: 104–11.
18. BRASIL. Ministério da Saúde. Departamento de Atenção Básica. SBBrasil 2010. Pesquisa nacional de saúde bucal: Resultados principais. Brasília: Ministério da Saúde; 2012.
19. World Health Organization (WHO). Oral health surveys: basic methods. 4th ed. Geneva: World Health Organization; 1997.
20. Roncalli AG, Silva NND, Nascimento AC, Freitas CHSDM, Casotti E, Peres KG, et al. Aspectos metodológicos do Projeto SBBrasil 2010 de interesse para inquéritos nacionais de saúde. *Cad Saude Pública*. 2012;28(Suppl):40–57.
21. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Síntese de indicadores sociais: uma análise das condições de vida da população brasileira. Estudos Pesquisas. 2011;27:1–4.
22. Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. 2010. <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/consulta>. Accessed 06 Jan 2019.
23. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. 2008. <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/pnsb/>. Accessed 06 Jan 2019.
24. BRASIL. Ministério da Saúde. Informações de saúde. Informação de saúde: cadernos de informação de saúde. 2010. <http://tabnet.datasus.gov.br/tabdata/cadernos/cadernosmap.htm>. Accessed 15 Feb 2019.
25. Watt RG, Sheiham A. Integrating the common risk factor approach into a social determinants framework. *Community Dent Oral Epidemiol*. 2012;40(4): 289–96.
26. World Health Organization (WHO). A Conceptual Framework for Action on the Social Determinants of Health. Geneva: World Health Organization; 2010.
27. Fávero LP. Análise de Dados - Modelos de Regressão Com Excel®, Stata® e Spss®. Rio de Janeiro: Editora Elsevier; 2015.
28. Snijders TAB. Multilevel Analysis International Encyclopedia of Statistical Science. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2011. p. 879–82.
29. Carle AC. Fitting multilevel models in complex survey data with design weights: recommendations. *BMC Med Res Methodol*. 2009;9:49.
30. BRASIL - Ministério da Saúde (BR). Secretaria Nacional de Programas Especiais de Saúde. Fundação de Serviços de Saúde Pública. Divisão Nacional de Saúde Bucal. Levantamento epidemiológico em saúde bucal: Brasil, zona urbana, 1986. Brasília (DF); 1988.
31. BRASIL - Ministério da Saúde (BR). Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Projeto SB Brasil 2003: condições de saúde bucal da população brasileira 2002–2003. Resultados principais. Brasília (DF); 2004.
32. Turrell G, Sanders AE, Slade GD, Spencer AJ, Marcenes W. The independent contribution of neighborhood disadvantage and individual-level socioeconomic position to self-reported oral health: a multilevel analysis. *Community Dent Oral Epidemiol*. 2007;35(3):195–206.
33. Damyanyov ND, Witter DJ, Bronkhorst EM, Creugers NH. Dental status and associated factors in a dentate adult population in Bulgaria: a cross-sectional survey. *Int J Dent*. 2012;2012:578401.
34. World Health Organization (WHO). Collaborating Centre for Oral Health Services Research University College Cork. Oral Health of Irish Adults 2000–2002. Cork: WHO; 2007.
35. Sanders AE, Turrell G, Slade GD. Affluent neighbourhoods reduce excess risk of tooth loss among the poor. *J Dent Res*. 2008;87(10):969–73.
36. Roncalli AG, Tsakos G, Sheiham A, Souza GC, Watt RG. Social determinants of dental treatment needs in Brazilian adults. *BMC Public Health*. 2014;14: 1097–108.
37. Franco M, Diez-Roux AV, Glass TA, Caballero B, Brancati FL. Neighborhood characteristics and availability of healthy foods in Baltimore. *Am J Prev Med*. 2008;35(6):561–7.
38. Petersen PE, Lennon MA. Effective use of fluorides for the prevention of dental caries in the 21st century: the WHO approach. *Community Dent Oral Epidemiol*. 2004;32(5):319–21.
39. Neidell M, Herzog K, Glied S. The association between community water fluoridation and adult tooth loss. *Am J Public Health*. 2010;100(10):1980–5.
40. Guiotoku SK, Moysés ST, Moysés SJ, França BHS, Bisinelli JC. Iniquidades raciais em saúde bucal no Brasil. *Rev Panam Salud Publica*. 2012;31(2):135–41.
41. Parra FC, Amado RC, Lambertucci JR, Rocha J, Antunes CM, Pena SDJ. Color and genomic ancestry in Brazilians. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2003;100(1): 177–82.
42. Pimenta JR, Zuccherato LW, Debes AA, Maselli L, Soares RP, Moura-Neto RS, et al. Color and genomic ancestry in Brazilians: a study with forensic microsatellites. *Hum Hered*. 2006;62(4):190–5.
43. Reisine ST. Dental disease and work loss. *J Dent Res*. 1984;63(9):1158–61.
44. Schwarz E, Hansen ER. Utilization of dental services in the adult Danish population 1975. *Community Dent Oral Epidemiol*. 1976;4(6):221–6.
45. Thomson WM, Williams SM, Broadbent JM, Poulton R, Locker D. Long-term dental visiting patterns and adult oral health. *J Dent Res*. 2010;89(3):307–11.

## Publisher's Note

Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

**Ready to submit your research? Choose BMC and benefit from:**

- fast, convenient online submission
- thorough peer review by experienced researchers in your field
- rapid publication on acceptance
- support for research data, including large and complex data types
- gold Open Access which fosters wider collaboration and increased citations
- maximum visibility for your research: over 100M website views per year

**At BMC, research is always in progress.**

Learn more [biomedcentral.com/submissions](https://biomedcentral.com/submissions)





## 5.4 PRODUTO 4

### **Contextual determinants of the occurrence of caries and untreated caries among adults in Brazil: A multilevel study**

Short Title: Contextual determinants of adult dental caries

LLR<sup>1\*</sup>, AMEBLM<sup>2</sup>, AMBP<sup>2</sup>, RCF<sup>3</sup>, RSMJ<sup>1</sup>, TTASR<sup>2</sup>, DSH<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Graduate Programme of Health Sciences, State University of Montes Claros (Universidade Estadual de Montes Claros), Montes Claros, Minas Gerais, Brazil.

<sup>2</sup> Department of Dentistry, State University of Montes Claros (Universidade Estadual de Montes Claros), Montes Claros, Minas Gerais, Brazil.

<sup>3</sup> Department of Community and Preventive Dentistry, School of Dentistry, Federal University of Minas Gerais (Universidade Federal de Minas Gerais), Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil.

\* Corresponding author  
luleal15@yahoo.com.br

## Abstract

**Background:** Dental caries are multifactorial diseases linked to individual factors and contextual-level indicators. This disease has been measured in different ways in scientific literature. This multilevel cross-sectional study aimed to identify the contextual factors associated with the occurrence of caries and untreated caries among adults in Brazil. **Methods:** Data from adults who participated in the National Oral Health Research- SBBrazil 2010 project were included. The dependent variables were “caries occurrence” (measured using the decayed, missing, and filled teeth (DMFT) index) and “untreated caries” (decay component of the DMFT index). To adjust the models, individual independent and independent contextual variables were considered. Negative multilevel binomial regression was conducted, and the mean ratio (MR) was estimated. **Results:** The study included 9,564 individuals. The mean DMFT among the participants was 16.89 ( $\pm$  7.27), and the mean number of decayed teeth was 1.79 ( $\pm$  2.90). In the final model, DMFT was higher for residents in municipalities with lower social inequality (Gini coefficient; MR=0.73) and without fluoridated water (MR=1.06). On the other hand, the average number of decayed teeth was higher among residents of municipalities with higher social inequality (MR=2.37) and a lower proportion of dentists per capita (MR=0.67), even after adjusting for individual variables. Therefore, social inequality is associated with both outcomes. **Conclusions:** This study found that lower social inequality and the absence of water fluoridation were associated with a higher number of caries. On the other hand, greater social inequality and less access to dental services were associated with a higher number of untreated caries. These findings reinforce the need to reduce social inequalities and ensure greater access to dental care.

Keywords: Adult; Dental caries; DMFT index; Health inequalities; Multilevel analysis

## **Background**

Dental caries affect the structure of teeth and are considered the most prevalent oral health problems [1,2]. The decayed, missing, and filled teeth (DMFT) index, formulated by Klein & Palmer (1937) [3], measures the lifetime occurrence of caries (past and present) by considering the total number of decayed, lost, and/or restored teeth, giving equal importance to all components. The DMFT index has been widely used worldwide and is recommended by the World Health Organization (WHO) as an indicator of oral health conditions [4,5]. However, some studies have only adopted the “decay component” of the DMFT index when focusing on dental caries, as this component reflects the current state and the presence of cavitated lesions that require treatment (untreated caries) [6,7]. Although both forms have been adopted in the literature to measure dental caries, there have been no previous studies aiming to establish a parallel between these two measurement methods.

Social inequalities are strong determinants of population health [8]. Individuals embody the world in which they live, producing patterns of health, disease, disability, and even death [9]. Most diseases and inequities in health occur due to “social health determinants,” a term that includes social, economic, political, cultural, and environmental issues related to health [8]. Dental caries are recognized as a multifactorial diseases linked to unfavorable behavioral and social factors, such as low levels of education, income, and access to information and health services [10].

Study models aimed at understanding health phenomena by recognizing explanatory elements from different levels have been proposed to overcome the theoretical

limitations of classical multicausality [11]. This is because not all determinants of the health-disease process can be conceptualized as attributes at the individual level [12]. The use of “multilevel” models enables the understanding and achievement of results close to reality, since the differentiated effects of variables related to individuals and the different social contexts where such individuals reside are considered [13]. Some studies have examined the impact of sociodemographic factors on oral health. Contextual-level indicators, such as the human development index (HDI) and Gini coefficient on periodontal disease [14] and dental caries [6,7,15], have already been verified [6,7,15]. However, studies evaluating the relationship between contextual indicators, considering the occurrence of caries and untreated caries simultaneously, are scarce. In addition, the WHO has asserted that the study of socioeconomic inequalities in relation to oral diseases needs to be a research priority in the 21st century [16].

Therefore, this study aimed to identify the contextual factors associated with the occurrence of caries (measured by the DMFT index) and untreated caries (the decayed component of the DMFT index) among adults in Brazil, using a multilevel approach to build a parallel between these two outcomes.

## **Methods**

This multilevel cross-sectional study included individual variables and contextual variables to explain outcomes measured at the individual level. The individual variables were derived from the National Oral Health Research (SBBrasil 2010) [17], and the contextual variables were obtained at a municipal level from official public databases.

SBBrazil 2010 was a national population-based survey that was coordinated and funded by the Ministry of Health. It included individuals aged 5 and 12 years and those aged 15-19, 35-44, and 65-74 years, as recommended by the WHO, to assess oral health at a population level [4], with the assurance of national representativeness for each age group. The sample plan consisted of domains related to the capitals of the Brazilian states and the Federal District, and municipalities in the countryside of each of the country's natural regions (north, northeast, center-west, southeast, and south). A total of 177 municipalities in Brazil were considered. The conglomerates were selected by probabilistic sampling in multiple stages with a design effect (*deff*) equal to two. The primary sampling units were: (a) municipality for the countryside regions and (b) the census sector for the capitals. Intraoral examinations were conducted in the participants' homes under natural light by trained and regulated dental surgeons ( $Kappa \geq 0.65$ ), using an electronic device and specific software to record the information. The field teams consisted of one examiner and one annotator. The capitals had 10 field teams, and inland cities had two to six teams, depending on the population size. Regarding the calibration technique, the weighted kappa coefficient was calculated for each examiner, age group, and condition studied, with a minimum acceptable value limit of 0.65. The diagnostic criteria in the 4<sup>th</sup> edition of the *Oral Health Surveys: Basic Methods* published by the WHO were adopted [4]. In addition, a questionnaire was used to ask the participants about their socioeconomic status, use of dental services, oral morbidity (self-reported), and self-perception of oral health. Additional information on the methodology used in SBBrazil 2010 can be obtained from a previous publication [18]. The present study used the data of individuals 35-44 years from the SBBrazil 2010 project to represent the Brazilian adult population. The 35-44 year age group represents the standard group to assess oral health in adults [4].

The contextual-level variables were collected from public and official databases for each of the 177 municipalities participating in the SBBrazil 2010: 2010 Demographic Census of the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE) [19], Atlas Brazil of the United Nations Development Program (UNDP) [20], IBGE's National Basic Sanitation Survey [21], and the Department of Information Technology of the Brazilian Unified Health System (DATASUS) [22]. The databases referring to the Atlas Brazil and the National Basic Sanitation Survey [21] were generated from the 2010 demographic census, the data of which were collected between August 1 and October 30, 2010, using the territorial base, which consisted of 316,574 census sectors [19].

Two dependent variables were adopted: "caries occurrence" (measured by the DMFT index) and "untreated caries" (decay component of the DMFT index). The DMFT index was obtained by summing the permanent teeth with decay, loss, and/or restoration. This measure quantifies the occurrence of caries in both the past and present. The decayed component refers to the total number of decayed teeth, which results from the sum of the decayed teeth and decayed teeth restored (codes 1 and 3 of the DMFT index). This measure represents current disease. Information was obtained for each of the 32 teeth examined per individual [4]. These variables were determined based on their discrete numerical nature.

The independent contextual variables considered in this study were the geographical location of the municipality (capital; countryside) [17], the municipal human development index (HDI) [20], Gini coefficient [20], oral health team coverage [22], the proportion of dentists per 1000 inhabitants [22], and fluoridation of the public water

supply (yes; no) [21]. The HDI is an indicator that aggregates information on income, level of education, and longevity in each municipality, ranging from zero to one, where higher values reflect a higher level of human development. The Gini coefficient aims to measure inequality in income distribution, varying from zero (absolute equality) to one (absolute inequality) [20]. The coverage of oral health teams refers to the proportion of the municipalities' population receiving primary health care coverage from oral health teams [22]. Except for the “geographical location of the municipality” and “fluoridation of public water supply” variables, all of the other contextual variables were analyzed in a continuous numerical manner.

The following independent variables at the individual level were also considered: sex (female; male), age (in years), self-identified skin color (white; yellow/black/mixed/indigenous), education (years of study), and family income in USD ( $\leq 284$ ; 285-852; 853-2556;  $\geq 2557$ ); and the minimum wage at the time of data collection was USD 290.0. Individual variables regarding the health system were also used (previous use of the dental service: yes/ no; time since the last appointment:  $\leq 1$  year/  $>1$  year/ never been to the dentist; type of dental service used: public/ private/ never been to the dentist). Regarding the type of dental service used, any services delivered by the Single Health System (SUS) were considered public.

The data regarding the contextual and individual variables were initially organized in the statistical *Predictive Analytics Software (PASW/SPSS<sup>®</sup>) software* (version 18.0) for *Windows<sup>®</sup>*. For the descriptive analysis of contextual variables, we used the overall data from the municipalities. The descriptive analysis of the individual variables was conducted with respect to the need for correction by sample design since they came

from samples per conglomerate. The “*Complex Samples*” module was used, which considers the weights from the sampling process. Measures of central tendency and variability were estimated for the independent numeric variables and simple (n) and relative (%) frequencies for categorical independent variables.

The bivariate association between the dependent variables (caries occurrence and untreated caries) and individual characteristics was verified using Pearson’s correlation (r) for the independent numerical variables, the Student’s *t*-test for dichotomies, and an analysis of variance (ANOVA) for polytomies.

To obtain multiple models, the data were exported to STATA® version 14.0. The multilevel negative binomial regression model (stepwise backward method) was used with contextual and individual data. The negative binomial regression model is appropriate when the dependent variable is quantitative, has whole values, is not negative (counting data), and has overdispersion in the data (the variance of the dependent variable should be greater than the mean) [23]. Before starting the modeling, the adequacy of the dependent variables for this regression modality was verified and confirmed.

To estimate the adjustment between the outcome (“caries occurrence” and “untreated caries”) and the explanatory variables in the first (contextual) and second (individual) levels of the analysis, the mixed effect scheme (fixed effect and random intercept) was used [24]. A priori, an empty model was considered (only with a random intercept and the dependent variable, without the other variables). Subsequently, the first-level variables were included, followed by the variables of the second level. The `menbreg irr`



function was used to obtain the mean ratio (MR) and 95% confidence interval (CI 95%). Only the variables with a significance level less than or equal to 0.05 ( $p \leq 0.05$ ) were maintained in the final models. The analysis of the adjustment of the models was carried out through deviance, obtained through log-likelihood multiplied by (-2), where it was expected that there would be significant differences between the models (difference greater than 3.84) [25]. Multicollinearity was also tested, checking the correlations between the independent variables using Pearson's correlation ( $r$ ), with values above 0.7. In addition, a multilevel negative binomial regression analysis was conducted regarding the effect of the Gini coefficient on the DMFT index and its components (dependent variables) to better understand the role of social inequality in dental caries. The results of this analysis are presented in Supplementary Material.

The SBBrasil 2010 met the ethical principles of the National Health Council (CNS) Resolution (No. 196/96) on research on human beings. This study was approved by the Research Ethics Committee of the Ministry of Health and was registered in the National Committee on Ethics in Research (CONEP) of the CNS (15,498/2009). The participants were informed about the study and signed a free and informed consent form [18].

## **Results**

In total, 9,779 individuals were included in SBBrasil 2010. However, 215 (2.2%) participants were excluded because they did not have any information related to the dependent variables under analysis. Thus, 9,564 individuals were included in the study. The mean DMFT was 16.89 ( $\pm 7.27$ ), and the mean number of decayed teeth was 1.79 ( $\pm 2.90$ ).

The descriptive analysis of the contextual variables, considering the 177 municipalities included in this study, is presented in Table 1. About one-third of these municipalities did not have fluoridated water. In the descriptive analysis of the individual variables, a predominance of females (62.3%) and those that declared themselves to be yellow/black/mixed/indigenous (52.4%). The participants' mean age was 39.35 years ( $\pm 3.08$ ). On average, participants had studied for 8.86 years ( $\pm 3.93$ ). The majority of participants (57.2%) used public dental services (Table 2). The results of the bivariate analysis are summarized in Table 2.

**Table 1.** Characterization of the Brazilian municipalities (n=177) regarding the contextual variables. Brazil, 2010.

CONTEXTUAL VARIABLES	n	%
Geographical location of the municipality		
Capital	27	15.3
Countryside	150	84.7
HDI§	$\bar{x}$ (SD) = 0.75 (0.06)	
Gini coefficient§	$\bar{x}$ (SD) = 0.62 (0.12)	
Coverage of oral health teams§*	$\bar{x}$ (SD) = 31.0 (27.55)	
Proportion of dentists per 1000 inhabitants§	$\bar{x}$ (SD) = 0.90 (0.45)	
Fluoridation of public water supply		
Yes	118	66.7
No	59	33.3

Source: SBBrazil 2010, UNDP, DATASUS and IBGE.

§ Numeric variables

\* Variation in n=177. Data were unavailable

**Table 2.** Characterization of Brazilian adults (n=9,564) regarding individual variables. Brazil, 2010.

INDIVIDUAL VARIABLES			DMFT	p-value	Decayed teeth	p-value
	n	%	$\bar{x}$ (SD)		$\bar{x}$ (SD)	
Sex						
Female	6287	62.3	17.42 (7.19)	<0.001**	1.63 (2.72)	<0.001**
Male	3277	37.7	15.87 (7.32)		2.09 (3.19)	

Age (in years) <sup>§</sup>	$\bar{x}$ (SD) = 39.35 (3.08)			<0.001#		<0.001#
Self-identified skin color						
White	4049	47.6	16.81 (7.23)	0.339**	1.32 (2.47)	<0.001**
Yellow/Black/Mixed/Indigenous	5515	52.4	16.95 (7.30)		2.13 (3.14)	
Education (in years) <sup>§*</sup>	$\bar{x}$ (SD) = 8.86 (3.93)			<0.001#		<0.001#
Family income (in US dollars)*						
≤ 284	1404	13.8	17.43 (7.82)	<0.001†	2.86 (3.67)	<0.001†
285-852	4687	53.4	17.26 (7.35)		2.01 (2.95)	
853-2556	2741	29.3	16.51 (6.82)		1.08 (2.09)	
≥ 2557	505	3.5	14.53 (6.61)		0.40 (1.34)	
Previous use of the dental service*						
Yes	8837	92.2	16.93 (7.13)	0.071**	1.71 (2.79)	<0.001**
No	672	7.8	16.30 (8.86)		2.78 (3.98)	
Time since the last appointment*						
≤ 1 year	4446	46.8	16.77 (6.71)	0.012†	1.28 (2.34)	<0.001†
> 1 year	4293	45.4	17.09 (7.51)		2.11 (3.08)	
Never been to the dentist	672	7.8	16.30 (8.86)		2.78 (3.98)	
Type of dental service used*						
Public	5288	57.2	16.66 (6.96)	<0.001†	1.22 (2.31)	<0.001†
Private	3524	35.0	17.33 (7.36)		2.41 (3.22)	
Never been to the dentist	672	7.8	16.30 (8.86)		2.78 (3.98)	

Source: SBBrasil, 2010

§ Numeric variables.

\* Change in total n due to loss of information.

\*\* Student's t-test

# Pearson's correlation

† Analysis of variance

Table 3 presents the results of the multilevel negative binomial regression analysis relative to the occurrence of caries. Adults from municipalities with a higher Gini coefficient had a lower DMFT (MR=0.73). In contrast, residents in municipalities with fluoridated water presented a higher DMFT (MR=1.06).

**Table 3.** Multilevel negative binomial regression analysis of the occurrence of caries (n=9,244). Brazil, 2010.

CONTEXTUAL VARIABLES	Model 1		Model 2*	
	MR (IC 95%)	p-value	MR (IC 95%)	p-value
Gini coefficient	0.71 (0.58-0.87)	0.001	0.73 (0.61-0.89)	0.002
Fluoridation of public water supply				
Yes	Ref.	0.067	Ref.	0.038
No	1.05 (0.99-1.11)		1.06 (1.01-1.12)	

---

Source: SBBrazil 2010, UNDP and IBGE.

MR = mean ratio

Ref. = Reference Category

Empty model: *Deviance* = 65805,168

Model 1: *Deviance* = 65793.67

Model 2: *Deviance* = 62696.21

\*Model adjusted by individual variables: sex, age, self-identified skin color, education, family income range, previous use of dental service, time since last appointment, and type of dental service used.

Table 4 presents the results of the multilevel negative binomial regression analysis of the untreated caries. The mean number of decayed teeth was higher among residents of municipalities with a higher Gini coefficient (MR=2.37). Living in municipalities with a higher proportion of dentists per capita was associated with a lower mean number of decayed teeth (MR = 0.67). Individual independent variables were maintained in the final model for adjustment purposes. A significant reduction in deviance with the adjustment of the models was observed.

**Table 4.** Multilevel negative binomial regression analysis for untreated caries (n= 8,937). Brazil, 2010.

CONTEXTUAL VARIABLES	Model 1		Model 2*	
	MR (IC 95%)	p-value	MR (IC 95%)	p-value
HDI	0.11 (0.03-0.41)	0.001	----	---
Gini coefficient	2.47 (1.34-4.56)	0.004	2.37 (1.31-4.31)	0.004
Proportion of dentists per 1000 inhabitants	0.74 (0.58-0.93)	0.012	0.67 (0.56-0.80)	<0.001

---

Source: SBBrazil 2010, UNDP and DATASUS.

MR = mean ratio

Empty model: deviance = 33175,834

Model 1: deviance = 33132,404

Model 2: deviance = 28926.84

\*Model adjusted by individual variables: sex, age, self-identified skin color, education, family income range, previous dental service use, time since last appointment, and type of dental service used.

## Discussion

This study showed that contextual factors associated with the occurrence of caries and untreated caries differed according to how the dental caries outcome was considered (DMFT index or decayed component). However, both outcomes were related to social inequalities at the contextual level. While a lower Gini coefficient (a measure of social

inequality) and the lack of public water supply fluoridation increased the occurrence of caries, a higher Gini coefficient and a lower proportion of dentists per capita resulted in a higher number of untreated caries.

Since its publication by Klein & Palmer (1937) [3], the DMFT index has been widely used in epidemiological studies. However, it has some important limitations. The DMFT index does not measure the presence of disease (current caries activity), loses discriminatory power with age due to its cumulative character, and gives equal weight to its components. These factors limit the ability of the DMFT index to accurately reflect the oral health of a population [26]. Therefore, a useful way to interpret the DMFT index is to evaluate its components in isolation. For example, by considering only the decayed component, it is possible to assess the current disease stage and indirectly the need for dental treatment [27]. The different oral health conditions that can be observed when considering the DMFT index or the decayed component separately could explain why the contextual determinants differ according to how the dental caries outcome is considered (caries occurrence or untreated caries).

The DMFT index, either through its components or gross value, can help detect social inequalities [26]. In the present study, the variable “Gini coefficient,” which measures inequality in income distribution [20], was significantly associated with both dependent variables. However, these associations were different. For example, greater social equality (lower Gini coefficient) was associated with a higher number of caries but fewer teeth with untreated caries. It should be noted that these findings were identified considering the same individuals and municipalities in both analyses. Therefore, the greatest occurrence of caries was related to a greater representation of the restored

component of the DMFT index. Adults residing in cities with a lower Gini coefficient presented a higher number of restored teeth (Table S1), suggesting greater access to dental treatment.

Previous studies conducted among adults have already verified the effect of the Gini coefficient on both the occurrence of caries [15] and untreated caries [6,7]. Research conducted among 18 of the 50 richest countries in the world observed that income inequality was inversely related to DMFT, and the number of teeth restored [15]. In contrast, higher levels of income inequality are directly associated with untreated caries [6,7]. All the cited studies [6,7,15] are in agreement with the findings of the present study. A systematic review conducted to assess the associations between socioeconomic indicators and dental caries in adults found that worse socioeconomic indicators, including the Gini coefficient, are associated with greater severity of dental caries in adults [28]. However, the outcomes of dental caries were not differentiated. Municipalities with high income inequality may offer fewer opportunities to adopt healthy behaviors in oral health [6], invest less in public health policies, and provide less access to dental services, which predominately affects the poorer part of the population, resulting in health inequalities.

Regarding the other contextual variables presented in the final models, the occurrence of caries was associated with the absence of fluoridation of the public water supply. In contrast, untreated caries are related to the lowest proportion of dentists per 1000 inhabitants. Individuals probably benefit from access to fluoridated water throughout their lives, not transversally. The longitudinal character of this variable could explain why it is only associated with the occurrence of caries, not untreated caries, since the

occurrence of caries reflects the accumulation of disease throughout life. In contrast, untreated caries represent current disease [26], which is more affected by the supply of dental services (dentist/inhabitant ratio).

A population-based cohort study conducted in southern Brazil found that individuals who had access to fluoridated water for more than 75% of their lives had fewer caries [29]. One meta-analysis has reported the observed effectiveness of fluoride in preventing adult dental caries. Its results identified that exposure to fluoridated water was responsible for a 27% reduction in adult caries [30], and such results have also been observed in other age groups [31,32]. In an investigation conducted among adults in Australia, a longer time of exposure to fluoridated water was associated with a lower DMFT, but no significant association was observed with the decayed component [33], which corroborates the findings of the current study. These findings highlight the need to emphasize the importance of water fluoridation as a public health measure. It should be noted that the impact of adding fluoride to the public water supply is greater for municipalities with worse indicators of social inequality [34], which reinforces the importance of this measure as a way to compensate for oral health inequities [35].

The dentist/population ratio is known to be a determining factor for dental caries [15]. This study found a higher number of teeth with untreated caries in residents of municipalities with a lower proportion of dentists per 1000 inhabitants. The proportion of dentists per capita was used to assess the ease of access to dental care. Even if individuals may have the financial means and incentive to use dental services regularly, they may not obtain dental care if there is a low number of qualified professionals [33]. It was previously reported that each additional dentist per thousand inhabitants would

reduce the chance of a Brazilian having never consulted a dentist by 46.6% [36]. A study conducted to identify the influence of social indicators on the supply of dental services found a higher number of professionals in regions with better socio-economic indicators [37]. This highlights the importance of promoting people to work in other regions, resulting in greater equity in the supply of dental services and possibly better oral health.

It should be noted that the data used in this study were from 2010, because the national survey scheduled for 2020 could not yet be carried out due to the COVID-19 pandemic. More recent national data regarding dental caries are not available in Brazil. Despite this time limitation, the associations found are consistent and plausible, although the specific measurement of dental caries prevalence might have changed in the last decade.

This study has other limitations. First, in cross-sectional studies, it is not possible to establish a temporal relationship between the outcome investigated and the other independent variables. Second, secondary data were analyzed, and consequently, some risk factors for dental caries, such as habits and lifestyle, were not evaluated, since SBBrazil 2010 did not address these characteristics. However, this study included a representative sample of the entire adult Brazilian population. Furthermore, few epidemiological studies have evaluated dental caries among adults from a contextual perspective.

## **Conclusion**

This study identified important contextual factors associated with caries and untreated caries among adults in Brazil, even after adjusting for individual variables. Contextual



factors differed according to how the caries outcome was considered (DMFT index or decayed component). While the occurrence of caries was associated with lower social inequality (Gini coefficient) and the absence of public water fluoridation, untreated caries were associated with higher social inequality (Gini coefficient) and a lower proportion of dentists per 1000 inhabitants.

Thus, this study highlights the role of social inequalities in dental caries at the contextual level. This scenario reinforces the importance of adopting measures to compensate for inequalities in oral health, such as the expansion and better organization of dental services.

### **List of abbreviations**

ANOVA – Analysis of Variance

CNS – National Health Council

CONEP – National Research Ethics Committee of Brazil

DATASUS – Department of Informatics of the Unified Health System

DEFF – Design Effect

DMFT – Decayed, Missing, and Filled Teeth

IBGE – Brazilian Institute of Geography and Statistics

HDI – Human Development Index

MR – Mean Ratio

SBBrazil 2010 – Brazilian Oral Health Survey

SPSS/PASW® – Predictive Analytics Software

SUS – Single Health System

UNDP – United Nations Development Program

WHO – World Health Organization

## **Declarations**

### **Ethics approval and consent to participate**

This study was analyzed by the National Research Ethics Committee of Brazil (CONEP; Process: 15.498 / 2009) and received a favorable opinion regarding its performance. All individuals selected in the National Oral Health Research (SBBrazil 2010) had access to and signed a free and informed consent form to participate in the study. The database containing information about these individuals is public and has been allocated virtually for scientific purposes. All methods used in the present study are in line with the technical and scientific guidelines and regulations.

### **Consent for publication**

Not applicable.

### **Availability of data and materials**

The datasets used and/or analyzed during the current study are available from the corresponding author upon reasonable request. The use of the National Oral Health Research database (SBBrazil 2010) is public. It was obtained through a formal request made by the authors of this study to the Brazilian Ministry of Health.

### **Competing interests**

The authors declare that they have no competing interests.

**Funding**

Not applicable.

**Authors' contributions**

LLR carried out the analyses, interpretation of the data, and writing of the article. AMEBLM, AMBP, RCF, RSMJ, and TTASR performed a critical review of the article. DSH worked on the conception of the study and contributed to the analysis, data interpretation, and critical review of the article. All authors have read and approved the manuscript.

**Acknowledgments**

LL Roberto has a doctoral scholarship from the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES). AMEBL Martins and AMB Paula are productivity researchers of the National Council for Scientific and Technological Development (CNPq). RC Ferreira is a researcher of the Research Program of Minas Gerais State Foundation for Research Support (FAPEMIG) (PPM-00603-18).

**References**

1. Kassebaum NJ, Bernabé E, Dahiya M, Bhandari B, Murray CJ, Marcenes W. Global burden of untreated caries: a systematic review and metaregression. *J Dent Res.* 2015;94(5):650-8.
2. GBD 2017 Oral Disorders Collaborators, Bernabe E, Marcenes W, Hernandez CR, Bailey J, Abreu LG, Alipour V, et al. Global, regional, and national levels and

- trends in burden of oral conditions from 1990 to 2017: a systematic analysis for the global burden of disease 2017 study. *J Dent Res.* 2020;99(4):362-73.
3. Klein H, Palmer CE. Dental caries in American Indian children. *Public Health Bull.* 1937;239:1-53.
  4. World Health Organization. *Oral health surveys: basic methods.* 4rd ed. Geneva: World Health Organization; 1997.
  5. World Health Organization. *Oral health surveys: basic methods.* 5rd ed. Geneva: World Health Organization; 2013.
  6. Celeste RK, Nadanovsky P, Leon AP, Fritzell J. The individual and contextual pathways between oral health and income inequality in Brazilian adolescents and adults. *Soc Sci Med.* 2009;69:1468-75.
  7. Celeste RK, Fritzell J, Nadanovsky P. The relationship between levels of income inequality and dental caries and periodontal diseases. *Cad Saude Publica.* 2011;27(6):1111-20.
  8. Organização Mundial de Saúde. *Diminuindo as diferenças: a prática das políticas sobre determinantes sociais da saúde.* [Documento de Discussão]. Rio de Janeiro, Conferência Mundial sobre Determinantes Sociais da Saúde, 19-21 Outubro; 2011. 47p.
  9. Barata RB. *Epidemiologia social.* *Rev Bras Epidemiol.* 2005;8(1):7-17.

10. Boing AF, Bastos JL, Peres KG, Antunes JLF, Peres MA. Determinantes sociais da saúde e cárie dentária no Brasil: revisão sistemática da literatura no período de 1999 a 2010. *Rev Bras Epidemiol.* 2014;17 Suppl 2:102-15.
11. Kreft IGG, Leeuw J. *Introducing multilevel modeling.* London: Sage Publications; 1998.
12. Diez-roux AV. The study of group-level factors in epidemiology: rethinking variables, study design, and analytical approaches. *Epidemiol Rev.* 2004;26:104-11.
13. Puente-Palacios KE, Laros JA. Análise multinível: contribuições para estudos sobre efeito do contexto social no comportamento individual. *Estud Psicol.* 2009;26(3):349-61.
14. Vettore MV, Marques RAA, Peres MA. Social inequalities and periodontal disease: multilevel approach in SBBrasil 2010 survey. *Rev Saude Publica.* 2013;47 Suppl 3:1-11.
15. Bernabé E, Sheiham A, Sabbah W. Income, income inequality, dental caries, and dental care levels: an ecological study in rich countries. *Caries Res.* 2009;43:294-301.
16. Petersen PE, Bourgeois D, Ogawa H, Estupinan-Day S, Ndiaye C. The global burden of oral diseases and risks to oral health. *Bull World Health Org.* 2005;83(9):661-9.
17. BRASIL. Ministério da Saúde. Departamento de Atenção Básica. SBBrasil 2010. Pesquisa nacional de saúde bucal: Resultados principais. Brasília: Ministério da Saúde, 2012.

18. Roncalli AG, Silva NND, Nascimento AC, Freitas CHSDM, Casotti E, Peres KG, et al. Aspectos metodológicos do Projeto SBBrasil 2010 de interesse para inquéritos nacionais de saúde. *Cad Saude Publica*. 2012;28 Suppl s40-s57.
19. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Síntese de indicadores sociais: uma análise das condições de vida da população brasileira. *Estudos e Pesquisas*. 2011;27:1-4.
20. Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. 2010.  
<http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/consulta>. Accessed 06 jan 2019
21. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. 2008. <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/pnsb/>. Accessed 06 jan 2019.
22. BRASIL. Ministério da Saúde. Informações de saúde. Informação de saúde: cadernos de informação de saúde. 2010.  
<http://tabnet.datasus.gov.br/tabdata/cadernos/cadernosmap.htm>. Accessed 15 fev 2019.
23. Fávero LP. Análise de Dados - Modelos de Regressão Com Excel®, Stata® e Spss®. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2015.
24. Snijders TAB. Multilevel analysis. Berlin Heidelberg: Springer; 2011. 879-82 p.
25. Carle AC. Fitting multilevel models in complex survey data with design weights: recommendations. *BMC Med Res Methodol*. 2009;9:49.

26. Roncalli AG, Côrtes MIS, Peres KG. Perfis epidemiológicos de saúde bucal no Brasil e os modelos de vigilância. *Cad. Saude Publica*. 2012;28 Supl:s58-s68.
27. Martins AMEBL, Haikal DSA, Santos Neto PE, Oliveira MP, Eleutério NB, Ferreira RC. Benefícios da proposta da Organização Mundial da Saúde para avaliação da necessidade de tratamento dentário entre idosos. *Arq Odontol*. 2012;48(4):263-9.
28. Costa SM, Martins CC, Bonfim Mde L, Zina LG, Paiva SM, Pordeus IA, Abreu MH. A systematic review of socioeconomic indicators and dental caries in adults. *Int J Environ Res Public Health*. 2012;9(10):3540-74.
29. Peres MA, Peres KG, Barbato PR, Höfelmann DA. Access to fluoridated water and adult dental caries: a natural experiment. *J Dent Res*. 2016;95(8):868-74.
30. Griffin SO, Regnier E, Griffin PM, Huntley V. Effectiveness of fluoride in preventing caries in adults. *J Dent Res*. 2007;86(5):410-5.
31. Skinner J, Johnson G, Blinkhorn A, Byun R. Factors associated with dental caries experience and oral health status among New South Wales adolescents. *Aust N Z J Public Health*. 2014;38(5):485-9.
32. Moynihan P, Tanner LM, Holmes RD, Hillier-Brown F, Mashayekhi A, Kelly SAM, Craig D. Systematic Review of Evidence Pertaining to Factors That Modify Risk of Early Childhood Caries. *JDR Clin Trans Res*. 2019;4(3):202-16.

33. Crocombe LA, Brennan DS, Slade GD, Stewart JF, Spencer AJ. The effect of lifetime fluoridation exposure on dental caries occurrence of younger rural adults. *Aust Dent J.* 2015;60:30-7.
34. Baldani MH, Vasconcelos AGG, Antunes JLF. Associação do índice CPO-D com indicadores sócio-econômicos e de provisão de serviços odontológicos no Estado do Paraná, Brasil. *Cad Saude Publica.* 2004;20(1):143-52.
35. Petersen PE, Lennon MA. Effective use of fluorides for the prevention of dental caries in the 21st century: the WHO approach. *Community Dent Oral Epidemiol.* 2004;32(5):319-21.
36. Pinheiro RS, Torres TZG. Uso de serviços odontológicos entre os Estados do Brasil. *Cienc Saude Colet.* 2006,11(4):999-1010.
37. Junqueira SR, Araújo ME, Antunes JLF, Narvai PC. Indicadores socioeconômicos e recursos odontológicos em Municípios do Estado de São Paulo, Brasil, no final do século XX. *Epidemiologia e Serviços de Saúde.* 2006;15(4):41-53.

### Supplementary material

#### Contextual determinants of the occurrence of caries and untreated caries among adults in Brazil: A multilevel study

LLR, AMEBLM, AMBP, RCF, RSMJ, TTASR, DSH.

**Table S1.** Multilevel negative binomial regression analysis relative to the Gini coefficient (n=9,564). Brazil, 2010.

CONTEXTUAL VARIABLE	DMFT		Decayed teeth		Missing teeth		Filled teeth	
	MR (IC 95%)	p-value	MR (IC 95%)	p-value	MR (IC 95%)	p-value	MR (IC 95%)	p-value
Gini coefficient	0.74 (0.61-0.91)	0.003	2.05 (1.01-4.19)	0.047	0.97 (0.59-1.59)	0.902	0.29 (0.13-0.64)	0.002

Source: SBBrazil 2010 and UNDP.

MR = mean ratio



## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os desfechos em saúde bucal investigados no presente trabalho (cárie, perda dentária e edentulismo) estiveram associados a condições contextuais e individuais desfavoráveis, destacando o efeito das desigualdades sociais na saúde bucal da população adulta e idosa. Ressaltando os principais achados deste trabalho, concluiu-se, de acordo com os resultados dos 24 estudos incluídos na revisão sistemática, que condições demográficas e socioeconômicas desfavoráveis estiveram associadas à maior ocorrência de indivíduos edêntulos. Idade, escolaridade e condição socioeconômica foram os principais fatores associados ao edentulismo entre idosos. A metanálise revelou menor chance de edentulismo para o sexo masculino e ausência de diferença significativa para raça/etnia ou cor da pele.

Entre os idosos avaliados, foi verificada uma prevalência de edentulismo de 53,1% (IC-95% 49,2%-57,0%). Considerando as variáveis contextuais, a prevalência de edentulismo foi maior entre os idosos provenientes de municípios localizados no interior e que possuíam menor IDH. Entre as variáveis individuais, a prevalência de edentulismo foi maior entre os indivíduos com menor escolaridade, menor renda familiar, mais velhos, que autopercebiam necessidade de prótese, que nunca foram ao dentista, que utilizaram o serviço odontológico há mais de um ano e cujo motivo da consulta foi problemas bucais. Por outro lado, a prevalência de edentulismo foi menor entre os idosos do sexo masculino e que não autopercebiam necessidade de tratamento odontológico.

Além disso, verificou-se uma média de 7,31 (IC-95% 6,9-7,8) dentes perdidos entre os adultos brasileiros. Entre as variáveis contextuais, o número de dentes perdidos foi menor entre os residentes em municípios com maior IDHM e foi maior em municípios que não possuíam fluoretação da água de abastecimento público. Entre as variáveis individuais, a perda dentária foi maior entre os que se autodeclararam amarelos/negros/pardos/indígenas, entre os mais velhos, que relataram dor, que utilizaram serviços odontológicos há mais de um ano e naqueles cujo motivo da consulta foi por problemas bucais. Por outro lado, a perda dentária foi menor entre os adultos com maior escolaridade, maior renda e entre os do sexo masculino.

Observou-se um CPOD médio entre os adultos avaliados de 16,89 ( $\pm$  7,27) e uma média de dentes cariados de 1,79 ( $\pm$  2,90). A maior experiência de cárie foi associada a menor

desigualdade social e a ausência de fluoretação da água de abastecimento público. Por outro lado, maior desigualdade social e menor disponibilidade de serviços odontológicos (menor proporção de dentistas/habitantes) estiveram associadas a maior ocorrência de cárie não tratada.

Assim, os achados desse estudo reforçam a importância da adoção de medidas que possam compensar as iniquidades em saúde bucal, como a ampliação e melhor organização dos serviços odontológicos, tendo como pano de fundo a promoção da equidade entre os indivíduos. O acesso regular, ao longo da vida, a tais serviços pode garantir que um maior número de dentes acometidos pela cárie dentária possa ser tratado, minimizando as necessidades de extrações dentárias e, conseqüentemente, o edentulismo.

No âmbito nacional, esse trabalho soma-se a vários outros oriundos do banco de dados do SBBrasil 2010, no intuito de fornecer subsídios para a elaboração de políticas de saúde bucal compatíveis com as reais necessidades, contribuindo no estabelecimento de prioridades, alocação de recursos e orientação de programas que atendam a população brasileira.

Finalmente, no âmbito pessoal, o doutorado tem me permitido aprimorar e avançar em processos importantes iniciados no mestrado. Acredito ao final dessa jornada, ter adquirido uma maturidade importante para exercer com autonomia o papel de pesquisadora. Papel que desejo, ansiosamente, assumir e, assim, seguir contribuindo para a geração do conhecimento.

## REFERÊNCIAS

- Almeida-Filho N, Kawachi I, Pellegrini Filho A, Dachs JNW. Research on health inequalities in Latin America and the Caribbean: Bibliometric analysis (1971-2000) and descriptive content analysis (1971-1995). *Am J Public Health* 2003; 93(12): 2037-2043.
- Ardila CM, Agudelo-Suárez AA. Association between dental pain and caries: a Multilevel analysis to evaluate the influence of contextual and individual factors in 34 843 adults. *J Investig Clin Dent* 2016; 7(4): 410-416.
- Barata RB. Epidemiologia social. *Rev Bras Epidemiol* 2005; 8(1): 7-17.
- Barbato PR, Nagano HCM, Zanchet FN, Boing AF, Peres MA. Perdas dentárias e fatores sociais, demográficos e de serviços associados em adultos brasileiros: uma análise dos dados do Estudo Epidemiológico Nacional (Projeto SB Brasil 2002-2003). *Cad Saude Publica* 2007; 23(8): 1803-1814.
- Barbato PR, Peres MA, Höfelmann DA, Peres KG. Indicadores contextuais e individuais associados à presença de dentes em adultos. *Rev Saude Publica* 2015; 49:27.
- Barbato PR, Peres KG. Determinantes socioeconômicos contextuais das perdas dentárias em adultos e idosos: uma revisão sistemática da literatura. *Rev Bras Epidemiol* 2015; 18(2): 357-371.
- Bernabé E, Sheiham A, Sabbah W. Income, Income Inequality, Dental Caries and Dental Care Levels: An Ecological Study in Rich Countries. *Caries Res* 2009; 43: 294-301.
- Boing AF, Bastos JL, Peres KG, Antunes JLF, Peres MA. Determinantes sociais da saúde e cárie dentária no Brasil: revisão sistemática da literatura no período de 1999 a 2010. *Rev Bras Epidemiol* 2014; 17(Suppl 2): 102-115.
- BRASIL. Ministério da Saúde, Ministério da Previdência e Assistência Social. Relatório Final da 8ª Conferência Nacional da Saúde. Brasília (DF): Ministério da Saúde, 1986.
- BRASIL. Ministério da Saúde, Divisão Nacional de Saúde Bucal. Levantamento Epidemiológico em Saúde Bucal: Brasil, zona urbana. 1986. Série C: Estudos e Projetos, 4. 1988. 137p.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Projeto SB 2000 - Condições da saúde bucal da população brasileira no ano 2000. Brasília (DF): Ministério da Saúde, 2000.
- BRASIL. Ministério da Saúde, Coordenação Nacional de Saúde Bucal. Projeto SB BRASIL 2003: condições de saúde bucal da população brasileira 2002-2003: Resultados Principais. Brasília (DF): Ministério da Saúde, 2004a.
- BRASIL. Ministério da Saúde, Coordenação Nacional de Saúde Bucal. Diretrizes da Política Nacional de Saúde Bucal. Brasília (DF): Ministério da Saúde, 2004b.

BRASIL. Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Atenção Básica, Coordenação Geral de Saúde Bucal. Projeto SB BRASIL 2010: Resultados principais. Brasília (DF): Ministério da Saúde, 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção Primária à Saúde, Departamento de Saúde da Família, Coordenação Geral de Saúde Bucal. SB BRASIL 2020 - Pesquisa Nacional de Saúde Bucal: Projeto técnico. Brasília (DF): Ministério da Saúde, 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção Primária à Saúde, Departamento de Saúde da Família, Coordenação Geral de Saúde Bucal. SB BRASIL 2020 - Pesquisa Nacional de Saúde Bucal: cronograma [Internet]. Brasília (DF): Ministério da Saúde, 2020. [citado 2020 Mai 24]. Disponível em: < <https://aps.saude.gov.br/ape/brasilsorridente/sbbrasil2020>>.

Burt BA, Eklund SA. Tooth loss. In: Burt BA, Eklund SA, editor. Dentistry, dental practice and the Community. 4. ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company;1992.

Buss PM, Pellegrini Filho A. A Saúde e seus Determinantes Sociais. Rev Saude Coletiva 2007; 17(1): 77-93.

Cangussu MCT, Coelho EO, Fernandez RAC. Condições de saúde bucal em adultos e idosos em Itatiba/SP, Brasil – 2000. Rev Odontol UNESP 2001; 30(2): 245-256.

Celeste RK, Fritzell J, Nadanovsky P. The relationship between levels of income inequality and dental caries and periodontal diseases. Cad Saude Publica 2011; 27(6): 1111-1120.

Celeste RK, Nadanovsky P, Leon AP, Fritzell J. The individual and contextual pathways between oral health and income inequality in Brazilian adolescents and adults. Social Science & Medicine 2009; 69:1468-1475.

Chalub LLFH, Martins CC, Ferreira RC, Vargas AMD. Functional dentition in Brazilian adults: an investigation of social determinants of health (SDH) using a multilevel approach. PLoS One. 2016; 11(2):e0148859.

Cimões R, Caldas Júnior AF, Souza EHA, GusmãoES. Influência da classe social nas razões clínicas das perdas dentárias. Cien Saude Colet 2007; 12(6): 1691-1696.

CNDSS - Comissão Nacional sobre Determinantes Sociais da Saúde. As Causas Sociais das Iniquidades em Saúde no Brasil. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz; 2008.

Coutinho LMS, Matijasevich A, Scazufca M, Menezes PR. Prevalência de transtornos mentais comuns e contexto social: análise multinível do São Paulo *Ageing & Health Study* (SPAH). Cad Saude Publica 2014; 30(9): 1875-1883.

CSDH - Commission on Social Determinants of Health. Closing the gap in a generation: health equity through action on the social determinants of health: Commission on Social Determinants of Health final report. Geneva: World Health Organization; 2008.

Costa JFR, Chagas LD, Silvestre RM (Org). A política nacional de saúde bucal do Brasil: Registro de uma conquista histórica. Brasília (DF): Organização Pan-Americana da Saúde/Ministério da Saúde, 2006.

da Veiga Pessoa DM, Roncalli AG, de Lima KC. Economic and sociodemographic inequalities in complete denture need among older Brazilian adults: a cross-sectional population-based study. *BMC Oral Health* 2016;17(1): 5.

Diez-roux AV. The study of group-level factors in epidemiology: rethinking variables, study design, and analytical approaches. *Epidemiol Rev* 2004; 26(1):104-111.

FDI - World Dental Federation (Federação Dentária Internacional). Global goals for oral health in the year 2000. *International Dental Journal* 1982; 32(1): 74-77.

Franco M, Diez-Roux AV, Glass TA, Caballero B, Brancati FL. Neighborhood characteristics and availability of healthy foods in Baltimore. *Am J Prev Med* 2008; 35(6): 561-567.

Gilbert GH, Duncan RP, Shelton BJ. Social determinants of tooth loss. *Health Serv Res.* 2003; 38(6 Pt 2): 1843-1862.

Haikal DS, Martins AMEBL, Aguiar PHS, Silveira MF, Paula AMB, Ferreira EF. O acesso à informação sobre higiene bucal e as perdas dentárias por cárie entre adultos. *Cien Saude Colet* 2014; 19(1): 287-300.

Hamasha AA, Sasa I, Al-Qudah M. Risk indicators associated with tooth loss in Jordanian adults. *Community Dent Oral Epidemiol* 2000; 28(1): 67-72.

Ito K, Aida J, Yamamoto T, Ohtsuka R, Nakade M, Suzuki K, Kondo K, Osaka K; JAGES Group. Individual- and community-level social gradients of edentulousness. *BMC Oral Health* 2015;15:34.

Kassebaum NJ, Bernabe E, Dahiya M, Bhandari B, Murray CJ, Marcenes W. Global burden of severe tooth loss: A systematic review and meta-analysis. *J Dent Res* 2014; 93: 20S-28S.

Klein H, Palmer CE. Dental caries in American Indian children. *Public Health Bull* 1937; 239: 1-53.

Koltermann AP, Giordani MA, Pattussi MA. The association between individual and contextual factors and functional dentition status among adults in Rio Grande do Sul state, Brazil: a multilevel study. *Cad Saude Publica* 2011; 27(1): 173-182.

Kreft IGG, Leeuw J. *Introducing multilevel modeling*. London: Sage Publications; 1998.

Krieger N. Historical roots of social epidemiology: socioeconomic gradients in health and contextual analysis. *Int J Epidemiol* 2001; 30(4): 899-903.

Laros JA, Marciano JLP. Análise multinível aplicada aos dados do NELS: 88. *Estudos em avaliação educacional* 2013;19(40): 263-278.

Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, Mulrow C, Gøtzsche PC, Ioannidis JPA, et al. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-Analyses of studies that evaluate health-care interventions: explanation and elaboration. *Ann Intern Med* 2009; 151(4): 65-94.

Lorenzo-Erro SM, Massa F, Álvarez-Vaz R, Schuch HS, Correa MB, Peres MA. The role of contextual and individual factors on periodontal disease in Uruguayan adults. *Braz Oral Res* 2018; 32: e62.

Martins AMEBL, Melo FS, Fernandes FM, Boa Sorte JA, Coimbra LGA, Batista RC. Levantamentos epidemiológicos brasileiros das condições de saúde bucal. *UNIMONTES Científica* 2005; 7(1): 54-66.

Melo ECP, Cunha FTS. *Fundamentos da saúde*. 2 ed. Rio de Janeiro: Editora Senac Nacional; 1999.

Moreira RS, Nico LS, Barrozo LV, Pereira JC. Tooth loss in Brazilian middle-aged adults: multilevel effects. *Acta Odontol Scand* 2010; 68(5): 269-277.

Moreira RS, Nico LS, Tomita NE. A relação entre o espaço e a saúde bucal coletiva: por uma epidemiologia georreferenciada. *Cienc Saude Coletiva* 2007; 12(1): 275-284.

Moreira RS, Nico LS, Tomita NE, Ruiz T. A saúde bucal do idoso brasileiro: revisão sistemática sobre o quadro epidemiológico e acesso aos serviços de saúde bucal. *Cad Saude Publica* 2005; 21(6): 1665-1675.

Moreira RS, Nico LS, Tomita NE, Ruiz T. O risco espacial e fatores associados ao edentulismo em idosos em município do Sudeste do Brasil. *Cad Saude Publica* 2011; 27(10): 2041-53.

Nithila A, Bourgeois DE, Barmes DE, Murtomaa H. WHO Global Oral Data Bank, 1986-1996: na overview of oral health surveys at 12 years of age. *Bull World Health Organ* 1998; 76(3): 237-244.

Oliveira AGRC, Unfer B, Costa ICC, Arcieri RM, Guimarães LOC, Saliba NA. Levantamentos epidemiológicos em saúde bucal: análise da metodologia proposta pela Organização Mundial da Saúde. *Rev Bras Epidemiol* 1998; 1(2): 177-189.

OMS - Organização Mundial de Saúde (World Health Organization). *Oral Health surveys: basic methods*. 4a ed. Geneva: World Health Organization; 1997.

OMS - Organização Mundial de Saúde. *Diminuindo as diferenças: a prática das políticas sobre determinantes sociais da saúde*. [Documento de Discussão]. Rio de Janeiro, Conferência Mundial sobre Determinantes Sociais da Saúde, 19-21 Outubro; 2011.

OMS – Organização Mundial de Saúde (World Health Organization). *Oral health surveys: basic methods*. 5th ed. Geneva: World Health Organization; 2013.

Pereira MG. *Epidemiologia: teoria e prática*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1995.

Peres MA, Barbato PR, Reis SCGB, Freitas CHSM, Antunes JLF. Tooth loss in Brazil: analysis of the 2010 Brazilian Oral Health Survey. *Rev Saude Publica* 2013; 47(Supl 3): 1-11.

Pinto VG. (Ed.) *Saúde Bucal Coletiva*. 4 ed. São Paulo: Editora Santos; 2000.

Puente-Palacios KE, Laros JA. Análise multinível: contribuições para estudos sobre efeito do contexto social no comportamento individual. *Estud Psicol* 2009; 26(3): 349-361.

Queiroz RCS, Portela MC, Vasconcellos MTL. Pesquisa sobre as Condições de Saúde Bucal da População Brasileira (SB BRASIL 2003): seus dados não produzem estimativas populacionais, mas há possibilidade de correção. *Cad Saude Publica* 2009; 25(1): 47-58.

Reisine, ST. Dental disease and work loss. *J Dent Res* 1984; 63(9): 1158-1161.

Roncalli AG, Frazão P, Pattussi MP, Araújo IC, Ely HC, Batista SM. Projeto SB2000: uma perspectiva para a consolidação da Epidemiologia em Saúde Bucal Coletiva. *Rev Bra Odont em Saúde Col* 2000; 1(2): 9-25.

Roncalli AG. Epidemiologia e saúde bucal coletiva: um caminhar compartilhado. *Cien Saude Colet* 2006; 11(1): 105-114a.

Roncalli AG. Levantamentos epidemiológicos em saúde bucal no Brasil. In: Peres MA, Antunes JLF, editores. *Epidemiologia em saúde bucal*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2006b.

Roncalli AG, Tsakos G, Sheiham A, Souza GC, Watt RG. Social determinants of dental treatment needs in Brazilian adults. *BMC Public Health* 2014; 14: 1097.

Sanders AE, Turrell G, Slade GD. Affluent neighbourhoods reduce excess risk of tooth loss among the poor. *J Dent Res* 2008; 87(10): 969-973.

Santiago BM, Valença AMG, Vettore MV. A relação entre *empowerment* de vizinhança e experiência de cárie: um estudo multinível em adolescentes e adultos. *Rev Bras Epidemiol* 2014; 17 (Suppl 2): 15-28.

Santos SM, Chor D, Werneck GL, Coutinho ESF. Associação entre fatores contextuais e auto-avaliação de saúde: uma revisão sistemática de estudos multinível. *Cad Saude Publica* 2007; 23(11): 2533-2554.

Silva JV, Roncalli AG. Individual and contextual factors associated to the self-perception of oral health in Brazilian adults. *Rev Saude Publica* 2018; 52: 29.

Solar O, Irwin A. A conceptual framework for action on the social determinants of health. social determinants of health Discussion paper 2 (policy and practice). Geneva: World Health Organization; 2010.

Souza JG, Costa Oliveira BE, Martins AM. Contextual and individual determinants of oral health-related quality of life in older Brazilians. *Qual Life Res* 2017; 26(5): 1295-1302.

Susin C, Oppermann RV, Haugejorden O, Albandar JM. Tooth loss and associated risk indicators in an adult urban population from south Brazil. *Acta Odontol Scand* 2005; 63(2): 85-93.

- Tassinari WS, León AP, Werneck GL, Faerstein E, Lopes CS, Chor D, *et al.* Contexto sócio-econômico e percepção da saúde bucal em uma população de adultos no Rio de Janeiro, Brasil: uma análise multinível. *Cad Saude Publica* 2007; 23(1): 127-136.
- Thomson WM. Social inequality in oral health. *Community Dent Oral Epidemiol* 2012; 40(Supl 2): 28-32.
- Valente MIB, Vettore MV. Contextual and individual determinants of periodontal disease: Multilevel analysis based on Andersen's model. *Community Dent Oral Epidemiol* 2018; 46(2): 161-168.
- Vargas AM, Vasconcelos M, Ribeiro MTF. Saúde bucal: atenção ao idoso. Belo Horizonte: Nescon/UFMG; 2012.
- Vettore MV, Aqeeli A. The roles of contextual and individual social determinants of oral health-related quality of life in Brazilian adults. *Qual Life Res* 2016; 25(4): 1029-1042.
- Vettore MV, Marques RAA, Peres MA. Desigualdades sociais e doença periodontal no estudo SBBrasil 2010: abordagem multinível. *Rev Saude Publica* 2013; 47(Suppl 3): 29-39.
- Vettore MV, Vieira JMR, Gomes JFF, Martins NMO, Freitas YNL, Lamarca GA, Rebelo MAB. Individual- and City-Level Socioeconomic Factors and Tooth Loss among Elderly People: A Cross-Level Multilevel Analysis. *Int J Environ Res Public Health* 2020; 17(7): 2345.
- Viacava F. Informações em saúde: a importância dos inquéritos populacionais. *Cienc Saude Colet* 2002; 7(4): 607-621.
- Watt RG, Sheiham A. Integrating the common risk factor approach into a social determinants framework. *Community Dent Oral Epidemiol* 2012; 40(4): 289-296.
- Weich S, Holt G, Twigg L, Lewis G. Geographic variation in the prevalence of common mental disorders in Britain: a multilevel investigation. *Am J Epidemiol* 2003; 157(8):730-737.
- Whitehead M. The concepts and principles of equity and health. Geneva: World Health Organization; 2000.



## ANEXO

### ANEXO A – Outras atividades desenvolvidas durante o Doutorado (2017/2021)

#### Artigo em fase de construção

1. Fatores contextuais e individuais associados à cárie dentária não tratada entre adolescentes brasileiros: um estudo multinível

#### Artigo completo publicado em periódico

1. Palma LCOS, Silva CSO, **Roberto LL**, Maia NGF, Oliveira CC, Haikal DS. Severity of Dental Cavity Experience in Teenagers: a Population-Based Study. International Journal of Development Research 2020; 10: 35626 - 35634.

#### Trabalhos publicados em anais de evento

#### Resumos expandidos

1. **Roberto LL**, Martins AMEBL, De-Paula AMB, Haikal DS. A Falta de Acesso a Informações sobre Problemas Bucais entre Adultos Montes Clarences. In: 11º Fórum De Ensino, Pesquisa, Extensão e Gestão (FEPEG), 2017, Montes Claros – MG. Anais/On-Line do 11º FEPEG. Montes Claros, 2017.
2. Lemos BS, **Roberto LL**, Martins AMEBL, Santa-Rosa TTA, Haikal DS. Perdas Dentárias e Fatores Associados entre Adultos Brasileiros. In: 11º Fórum De Ensino, Pesquisa, Extensão e Gestão (FEPEG), 2017, Montes Claros – MG. Anais/On-Line do 11º FEPEG. Montes Claros, 2017.

## Resumo simples

1. **Roberto LL**, Crespo TS, Monteiro-Junior RS, Martins AMEBL, De-Paula AMB, Haikal DS. Aplicação do Método de Revisão Sistemática com Metanálise para Estimativa da Prevalência de Edentulismo. In: I Congresso Internacional em Ciências da Saúde e II Simpósio de Atualização em Doença de Chagas, 2018, Montes Claros – MG. Anais do I Congresso Internacional em Ciências da Saúde e II Simpósio de Atualização em Doença de Chagas. Montes Claros: Revista Unimontes Científica, 2018. v.1. p.1 - 190

## Apresentação de trabalhos em eventos científicos

1. **Roberto LL**, Martins AMEBL, De-Paula AMB, Haikal DS. A Falta de Acesso a Informações sobre Problemas Bucais entre Adultos Montes Clarences. 2017. (Fórum, Apresentação de Trabalho, modalidade pôster) – Universidade Estadual de Montes Claros – Unimontes; Cidade: Montes Claros; Evento: 11º Fórum de Ensino, Pesquisa, Extensão e Gestão (FEPEG); Inst.promotora/financiadora: Universidade Estadual de Montes Claros – Unimontes.
2. Lemos BS, **Roberto LL**, Martins AMEBL, Santa-Rosa TTA, Haikal DS. Perdas Dentárias e Fatores Associados entre Adultos Brasileiros. 2017. (Fórum, Apresentação de Trabalho, modalidade pôster) – Universidade Estadual de Montes Claros – Unimontes; Cidade: Montes Claros; Evento: 11º Fórum de Ensino, Pesquisa, Extensão e Gestão (FEPEG); Inst.promotora/financiadora: Universidade Estadual de Montes Claros – Unimontes.
3. **Roberto LL**, Martins AMEBL, De-Paula AMB, Ferreira EF, Haikal DS. Fatores Associados à Autopercepção da Presença de Cárie Dentária entre Adultos. 2018. (Congresso, Apresentação de Trabalho, modalidade Comunicação Oral) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM; Cidade: Diamantina; Evento: 1º Congresso Internacional de Odontologia de Diamantina; Inst.promotora/financiadora: Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM.

4. **Roberto LL**, Crespo TS, Monteiro-Junior RS, Martins AMEBL, De-Paula AMB, Haikal DS. Aplicação do Método de Revisão Sistemática com Metanálise para Estimativa da Prevalência de Edentulismo. 2018. (Congresso, Apresentação de Trabalho, modalidade pôster) – AMAMS; Cidade: Montes Claros; Evento: I Congresso Internacional em Ciências da Saúde e II Simpósio de Atualização em Doença de Chagas; Inst.promotora/financiadora: Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde – PPGCS da Universidade Estadual de Montes Claros – Unimontes.

#### Participação em eventos científicos

1. 11º Fórum de Ensino, Pesquisa, Extensão e Gestão (FEPEG), da Universidade Estadual de Montes Claros – Unimontes, ocorrido no mês de setembro de 2017, em Montes Claros – MG.
2. 1º Congresso Internacional de Odontologia de Diamantina, da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM, ocorrido em outubro de 2018, em Diamantina – MG.
3. I Congresso Internacional em Ciências da Saúde e II Simpósio de Atualização em Doença de Chagas, do Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde – PPGCS da Universidade Estadual de Montes Claros – Unimontes, ocorrido em novembro de 2018, em Montes Claros – MG.
4. III Congresso Internacional em Ciências da Saúde, do Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde – PPGCS da Universidade Estadual de Montes Claros – Unimontes, ocorrido em novembro de 2020 (evento *online*).

#### Outras atividades

1. Ministração da aula de Elaboração de planilha para remoção de duplicatas e extração de dados na disciplina de Revisão Sistemática e Meta análise realizada pelo Grupo

GENESES (Grupo de Estudos e Pesquisas em Neurociências, Exercício, Saúde e Esporte), ocorrida em novembro de 2020, com carga horária de 02 horas.