



**Carlos José de Paula Silva**

Dentista e Chirurgo, Specialista in Sanità Pubblica dell'Università Federale di Juiz de Fora, Master in Sanità Pubblica dell'Università Federale di Minas Gerais, dottorato di ricerca in sviluppo della Sanità Pubblica nell'Università Federale di Minas Gerais. Lavora nei settori di epidemiologia, sanità pubblica, trauma maxillo-facciale, violenza urbana ed analisi spaziali della violenza urbana.



**Marcelo Drummond Naves**

Dentista e Chirurgo, Specialista in chirurgia maxillo facciale e traumatologia, PhD in odontostomatologia presso la Pontificia Università Cattolica del Rio Grande do Sul, Professore della Facoltà di Odontoiatria dell'Università Federale di Minas Gerais. Lavora nei settori di chirurgia e di odontostomatologia.



**Rafaella Almeida Silvestrini**

Laureata in Scienze Attuariali. Master in Analisi e Modellazione dei Sistemi Ambientali all'Università Federale di Minas Gerais. Docente presso il Centro Universitario UNA. Lavora nei settori della statistica e della modellazione dei dati spaziali.



**Efigênia Ferreira E Ferreira**

Professoressa della Facoltà di Odontoiatria dell'Università Federale di Minas Gerais. Attualmente, è Rettore di Estensione dell'UFMG. Specialista in Sanità Pubblica presso la Pontificia Università Cattolica di Minas Gerais, Master in Odontoiatria/Ambulatorio odontoiatrico e Dottorato di ricerca in Scienze Animali/Epidemiologia, dell'Università Cattolica di Minas Gerais.

## **Analisi Multicriteriale applicata alla vulnerabilità socio-spaziale delle vittime della violenza del traffico a Belo Horizonte, Brasile: un'investigazione per mezzo del trauma maxillo-facciale** ***Multicriterial Analysis applied to socio-spatial vulnerability of the victims from the violence of the traffic in the city of Belo Horizonte, Brazil: an investigation by the trauma maxillo-facial***

Gli incidenti stradali, come problemi di salute pubblica, sono una delle principali cause di morte in Brasile. Il lavoro analizza la distribuzione spaziale di casi di incidente (con lesioni maxillo-facciali) associandoli con le caratteristiche di vulnerabilità del luogo di residenza delle vittime. Gli indirizzi delle vittime sono stati sottoposti a georeferenziazione e geo-codificazione. Sono state identificate le condizioni socio-spaziali delle vittime ed utilizzate per l'analisi "multicriteriale" attraverso la combinazione di variabili e la composizione di distribuzione spaziale del grado di vulnerabilità socio-spaziale. Le tendenze spaziali dei casi sono state analizzate con mappe del Kernel e funzione K di Ripley. I casi sono distribuiti nello spazio in forma aggregata, con maggiori densità in aree con grandi disparità socio-economiche. Si presenta come referenza metodologica per l'analisi delle correlazioni tra le variabili, la verifica del

grado della spazializzazione dei fenomeni, e la composizione dell'indice spaziale per sostenere i progetti urbani che devono contemplare le condizioni di accessibilità, la violenza e le necessità socio-spaziali.

*Traffic accidents are one of the main causes of death in Brazil, and are a public health problem. The aim was to analyze the spatial pattern of the cases of maxillofacial injuries arising from violence in transit, associating them with characteristics of vulnerability of the place of residence of the victims. There were identified the socio-spatial conditions of the victims to the composition of spatial distribution. The spatial trends of the cases were analyzed by maps of Kernel and a function K of Ripley. It presents as methodological reference to analysis of correlations between variables,*

*verification of degree of special aggregation of phenomena, and composition of spatial index to give support to urban designs that should consider the conditions of accessibility, violence and socio-spatial needs.*

**Parole chiave:** analisi spaziale; analisi multicriteriale; funzione K di Ripley; mappe di Kernel

**Keywords:** spatial analysis; multicriteria analysis; function K of Ripley; maps of Kernel

## 1. INTRODUZIONE

Gli incidenti stradali sono una delle principali cause di morte in Brasile, rappresentando un problema di sanità pubblica per il numero elevato di morti, per le sequele fisiche ed i costi diretti ed indiretti che generano un onere notevole per la società. In questo paese le morti relative al traffico rappresentano il 30% di quelle dovute a cause esterne (Reichenheim et al, 2011). Questo quadro può peggiorare a causa del sempre maggior numero di veicoli in circolazione registrato negli ultimi anni, dovuto all'aumento del benessere economico della popolazione. Questo fatto ha permesso l'ascensione degli strati sociali più poveri, con il miglioramento della qualità della vita, l'accesso ai beni e servizi come automobili e motociclette, ma senza uno sviluppo adeguato in materia di istruzione e formazione. L'aumento del numero dei veicoli in circolazione è già percepito nella maggior parte delle città brasiliane ed ha un importante riflesso sui temi della mobilità urbana e sul numero degli incidenti.

Negli incidenti stradali, la testa e la faccia sono identificate come le regioni predominanti in caso di trauma, associate o no a lesioni in altre regioni del corpo (Mascarenhas et al., 2012). Negli eventi correlati al traffico, questo tipo di trauma decorre dalla esposizione e dalla scarsa protezione di questa parte del corpo (Macedo et al., 2008). Alleato a questo, circa il 10% delle vittime di trauma maxillo-facciale presentano altri tipi di trauma più gravi associati a lesioni cervicali (Goldenberg et al, 2006).

La complessità degli studi sulla violenza del traffico rafforza l'importanza di utilizzare geotecnologie. Queste possono contribuire all'integrazione e alla combinazione dei dati cartografici ai database epidemiologici (Maguirre et al 1991, Santos e Noronha, 2001). Secondo Barcellos (2000), gli effetti deleteri sulla salute sono manifestazioni del luogo e il risultato di circostanze storiche, ambientali e sociali. Così, gli episodi di violenza del traffico brasiliano, relativi al conducente del veicolo oppure al pedone, potrebbero essere associati agli strati sociali, alla disuguaglianza economica e alla mancanza di infrastruttura urbana.

Data l'importanza di questo tema in Brasile, lo studio prodotto analizza la distribuzione spaziale dei casi di trauma maxillo-facciali derivanti dalla violenza del traffico, associandoli alle caratteristiche di vulnerabilità sociale del luogo di residenza delle vittime.

Per quanto riguarda il disegno del paesaggio urbano, gli studi riguardano le azioni che si verificano nel territorio, da utilizzare come riferimento nella proposizione di condizioni adeguate di accessibilità, di diffusione dell'infrastruttura, di riabilitazione di aree con basse condizioni socio-spaziali e di integrazione spaziale dei gruppi sociali.

Questo studio serve, anche, come riferimento metodologico per altri studi urbani che utilizzano la correlazione tra le variabili, identificando le caratteristiche dominanti, che verificano il grado di spazializzazione dei fenomeni e degli eventi, e l'integrazione spaziale delle informazioni. Le metodologie utilizzate sono di grande interesse per gli studi che servono di supporto alla progettazione e al disegno urbano.

Il contributo di questo articolo è quello di presentare un esempio dell'uso di alcune analisi spaziali basate su GIS che possono essere applicate agli studi urbanistici e che servono per appoggiare e sostenere le proposte sull'uso degli spazi urbani. La metodologia è basata sull'analisi spaziale, l'Analisi Multicriteriale, la Funzione K di Ripley e le Mappe di Kernel.

## 2. METODI

In questa sezione si presenta il percorso metodologico impiegato per lo sviluppo dell'investigazione che comprende i metodi e le tecniche di geostatistica e GIS.

### 2.1 Caratterizzazione del comune

Belo Horizonte è la capitale dello stato del Minas Gerais e la città si trova nella regione sud-est, la più sviluppata del paese. Questa regione produce il 54,9% del Prodotto Interno Brutto-PIB. Fondata nel 1897 come una città pianificata, Belo Horizonte si sviluppa e cresce a partire dagli anni 40, crescendo in modo disordinato e raggiungendo nel 2007 una popolazione di

2.375.151 abitanti. Belo Horizonte è anche il centro di un'area metropolitana che comprende 34 comuni, con una popolazione totale di 4.883.970 abitanti (IBGE, 2006).

### 2.2 Raccolta dati

Sono stati analizzati dati relativi ai casi di vittime di trauma maxillo-facciale a causa di incidenti con Veicoli di Trasporto Terrestre (IVTT) attesi nei Servizi di Chirurgia e Traumatologia Maxillo-Facciale, dell'Ospedale di Pronto Soccorso Giovanni XXIII (OPS), dell'Ospedale Odilon Behrens (OOB) e dell'Ospedale Maria Amélia Lins (OMAL) a Belo Horizonte. Questi ospedali sono specializzati in cure urgenti e di emergenza per la cura di traumi di media e di alta complessità e riferimento nella cura delle vittime di trauma maxillo-facciale di Belo Horizonte e della sua regione metropolitana.

Sono stati selezionati i registri di 1759 vittime residenti a Belo Horizonte che hanno sofferto un trauma tra gennaio 2008 e dicembre 2010. Questi casi sono stati spazializzati prendendo come riferimento l'indirizzo della vittima.

Le variabili socio-demografiche utilizzate sono state quelle fornite dall'ultimo censimento del 2010 (IBGE, 2011).

### 2.3 Trattamento dei dati

La georeferenziazione del luogo di residenza delle vittime è stata eseguita attraverso il procedimento di geocodificazione, che è l'associazione degli indirizzi contenuti nelle tabelle alfanumeriche alle basi cartografiche digitali. Sono stati usati database cartografici di tratti di via con la numerazione iniziale e finale di ciascuna sezione della stessa, sia sul lato impari, che sul lato pari, i quali sono stati associati ai registri contenenti gli indirizzi delle vittime.

Oltre all'ubicazione puntuale dell'indirizzo della vittima, i dati socio-economici del territorio di Belo Horizonte sono stati trattati in base alle informazioni dei settori di censimento presenti in questa città, che sono stati associati alle tabelle dell'Istituto Brasileiro di Geografia e Statistica - IBGE per il censimento 2010 (IBGE, 2011). Per la strutturazione dei piani delle informazioni

cartografiche è stato adottato il Piano di Proiezione UTM e il Sistema Geodetico Sudamericano – Datum SAD 69. Con i punti georeferenziati è stato fatto il processo di consultazione spaziale (metodo chiamato “firma spaziale”) che identifica le condizioni socio-spaziali delle vittime, secondo i valori contenuti nel settore di censimento.

#### 2.4 Analisi dei dati

Questo lavoro ha incluso, all’analisi dell’aggregazione spaziale, la densità dei punti e le analisi multicriteriali. Per l’analisi del livello di aggregazione spaziale dei casi è stata utilizzata la Funzione K di Ripley (Ripley, 1977). La funzione K di Ripley è usata per esaminare i casi che si verificano in forma aggregata, aleatoria o regolare. Quando i dati presentano un modello di aggregazione spaziale la curva è posta sopra l’intervallo di fiducia. La significanza statistica delle prove è stata verificata mediante simulazioni Monte Carlo, utilizzando intervalli del 99% di confidenza. In tutte le prove che coinvolgono la funzione di K è stata adottata, per mezzo di procedimenti euristici, la distanza oppure un’area di influenza di 3000 metri.

Per l’investigazione della densità spaziale dei casi è stata utilizzata la Funzione di Kernel (Bailey e Gatrell, 1995). La densità di Kernel è una tecnica di interpolazione spaziale che fornisce stime dell’intensità, o densità, di punti su tutta la superficie, consentendo, quindi, l’identificazione di zone di maggiore aggregazione anche chiamate zone calde oppure *hotspots*. Per questo è stato definito un raggio di influenza di 500 metri, supponendo che questa distanza sia la più adeguata per l’investigazione dei modelli locali. Sono state stabilite cinque classi di frequenza per il metodo delle interruzioni naturali.

Rappresentati i punti di residenza delle vittime nel territorio, e composti gli strati di informazioni con variabili relative all’infrastruttura, alle caratteristiche socio-economiche e alle condizioni di abitabilità, è stato effettuato il processo di “firma spaziale” (Xavier da Silva, 2001). Il processo di firma è una consultazione spaziale che permette la caratterizzazione di ogni unità di registro d’occorrenza (indirizzo della vittima)

con le loro condizioni spaziali, registrate come attributi del settore di censimento dove si trova. Fatta la firma spaziale, sono state identificate le variabili che più si sono distinte in termini di vulnerabilità delle vittime (Figure 1). Il passo successivo è stato la scelta delle variabili

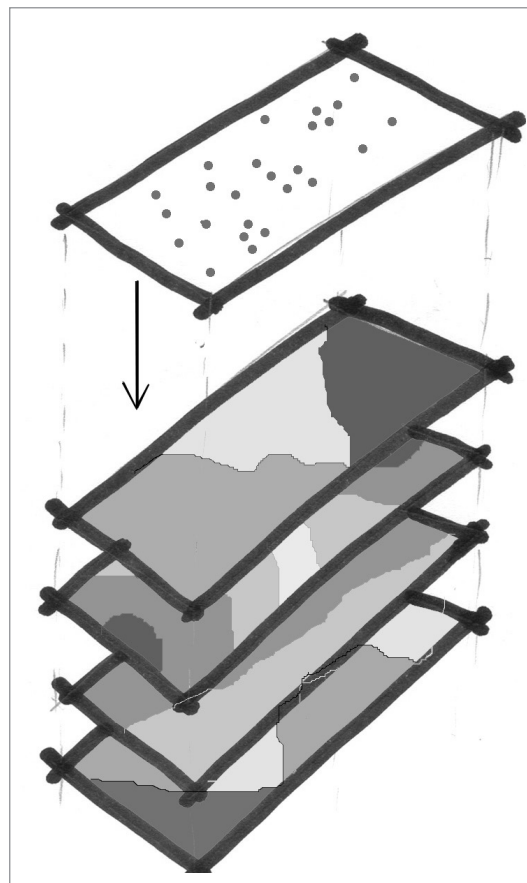


Figura 1: Rappresentazione del processo di sottoscrizione nello spazio.

da poter combinare in modo da comporre gli studi del grado di vulnerabilità sociospaziale. Le fonti bibliografiche sono state riviste per approfondire l’analisi degli studi sul tema e individuare le variabili più frequentemente citate, tra le quali spiccano le condizioni di basso reddito e le infrastrutture, che si relazionano con il luogo di residenza delle vittime.

Per valutare il grado di vulnerabilità sociospaziale della distribuzione dei casi a Belo Horizonte, è stata applicata la metodologia dell’analisi multicriteriale. Questo consente, attraverso un processo di algebra di mappe combinate con l’applicazione della media ponderata, dove vengono attribuiti pesi e note per le variabili in gioco e le loro componenti di leggenda, la combinazione di diversi livelli di informazione in formato *raster* (matrice).

Le variabili selezionate sono: (1) Densità delle abitazioni (domicili con otto residenti), (2) Reddito domiciliare per abitante (domicili senza un reddito mensile per abitante), (3) Reddito del capofamiglia (responsabile senza reddito mensile), (4) Numero di bagni nel domicilio (domicilio senza bagno esclusivo per i residenti o senza bagno), (5) Forma di registro del consumo di energia elettrica domiciliare (domicilio con elettricità, ma senza contatore elettrico), (6) Caratteristica dei domicili vicini alla residenza (domicili con caratteristiche non adeguate all’uso), (7) Illuminazione nella vicinanza (senza illuminazione pubblica nella vicinanza) e (8) Sversamento delle acque reflue nelle vicinanze dei domicili (vicinanza con acque reflue a cielo aperto).

Le variabili sono state utilizzare per la composizione di mappe sintesi: (A) Sintesi socioeconomica, (B) Sintesi dell’infrastruttura e (C) Sintesi delle condizioni di vicinanza.

Ciascuna variabile è stata rappresentata in un piano di informazione (mappa matrice) e le è stato dato un peso in base al grado di importanza per la composizione della sintesi, cioè: il grado di interferenza nel grado di vulnerabilità sociale per le vittime di trauma maxillo-facciali derivati dalla violenza del traffico. Tutti i pesi dei piani devono sommare 100% (Tabella 1).

Oltre al peso per ogni variabile o piano di informazione, sono stati anche assegnati valori per le componenti di leggenda di ogni mappa (da 0 a 10) che indicano il grado di pertinenza al fenomeno in analisi (vulnerabilità socio-spaziale). Tutte le variabili combinate sono quantitative e indicano la percentuale di domicilia o la percentuale di persone che presentano una determinata caratteristica. Per questo motivo la mappa del reddito del capofamiglia, per esempio, è strutturata in 5 componenti di leggenda che descrivono i livelli di reddito della tariffa media del capofamiglia (considerando il numero totale

dei capofamiglia e il reddito totale per settore di censimento) dal valore più basso al più alto. Nonostante i dati siano di tipo quantitativo, l'interesse della ricerca è qualitativo (vulnerabilità sociospaziale), per questo motivo alle cinque fasce delle componenti di leggenda (alta, media a alta, media, media a bassa e bassa) sono associati valori 10, 7, 5, 3 e 1 rispettivamente. Quest'operazione è stata eseguita su tutte le mappe e su tutti i piani di informazione. La scelta delle cinque fasce di rappresentazione è giustificata dagli orientamenti dei principi di semiologia grafica e dall'analisi dei dati

cartografici, che spiegano come si tratti di un numero logico del quale si effettua una sintesi e si standardizzano i risultati dell'analisi. Con questo si evita l'eccesso di semplificazione (alto, medio e basso) oppure l'eccesso di informazione (un maggior numero di fasce che renda più difficile la composizione della mappa mentale). Si afferma, inoltre, che la divisione delle classi della mappa, che istituisce le cinque componenti della leggenda, è fatta in modo da non avere fasce di grande concentrazione con l'assenza di occorrenze, che giustifica il metodo delle rotture naturali (*Natural Breaks*) (Bertin, 1977). Attribuiti i pesi alle variabili o ai piani di informazione, e i valori per i loro rispettivi componenti della leggenda, è stata effettuata l'integrazione con l'analisi multicriteriale, che è l'applicazione della media ponderata nell'algebra delle mappe, secondo la regola:

Essendo:

$$A_{ij} = \sum_{k=1}^n (P_k \cdot N_k)$$

I – linee della matrice

J – colonne della matrice

Aij = pixel di base georeferenziati in analisi;

n = Somma di 1 a n matrici o piani di informazione, numero di cartogrammi digitali utilizzati;

Pk = punti percentuali attribuiti al cartogramma digitale "k", diviso per 100 - peso attribuito per ogni matrice o piano di informazione;

Nk = possibilità (in diverse categorie da "0 a 10" o "0 a 100"), della presenza congiunta di classe "k" con la questione degli impatti in analisi. Nota attribuita per ogni cellula della matrice oppure piano di informazione.

Si indaga anche la questione della densità del traffico e della struttura urbana, per verificare il grado di corrispondenza spaziale delle aree ad alto traffico, con la concentrazione delle residenze delle vittime d'incidente caratterizzate da una maggiore vulnerabilità sociospaziale. È

**Tabela 1: Albero di decisione nella valutazione sintesi della vulnerabilità in vittime di trauma maxilo-facciale a causa della violenza del traffico.**

Variabile	Peso	Sintesi	Peso	Sintesi Finale
Densità delle abitazioni	20%	Sintesi socioeconomica	35%	<b>Concentrazione di vulnerabilità secondo fattori socioeconomici, infrastruttura e condizioni della vicinanza.</b>
Reddito per abitante del domicilio	50%			
Reddito del capofamiglia per domicilio	30%			
Numero di bagni nel domicilio	30%	Sintesi dell'infrastruttura	30%	
Forma di registro del consumo di energia elettrica	20%			
Caratteristica dei domicilia vicini alla residenza	50%			
Illuminazione nella vicinanza	40%	Sintesi delle condizioni della vicinanza	35%	
Sversamento delle acque reflue nella vicinanza dei domicilia	60%			



importante ricordare che i registri delle occorrenze delle vittime del traffico non sono associati ai luoghi degli incidenti, ma all'indirizzo della vittima. Se ci fossero informazioni organizzate sul luogo dell'incidente, l'investigazione potrebbe determinare la relazione di concentrazione del traffico ed il flusso dei veicoli e di persone per le occorrenze di incidenti con lesioni maxillo-facciali derivanti dalla violenza del traffico.

La risposta che si può avere dalla combinazione tra la densità del traffico con la concentrazione delle vittime di incidenti che vivono in aree di maggiore vulnerabilità sociospaziale è la verifica delle condizioni di vicinanza associata alla domanda: fino a che punto vivere nell'area d'influenza dei luoghi di grande afflusso di persone e veicoli incide sulla qualità della vita e, per conseguenza, sulle condizioni di vulnerabilità in caso di incidenti che coinvolgono i traumi maxillo-facciali derivanti dalla violenza del traffico?

Per queste analisi sono stati utilizzati inizialmente i dati della ricerca origine/ destinazione – O/D, raccolti a Belo Horizonte (2012) che mostrano, per tratto di strada, il numero di veicoli privati, il numero di veicoli del trasporto pubblico e il numero di passeggeri giornalieri separati dagli spostamenti avanti e indietro in entrambe le direzioni della pista. Queste mappe, rappresentate nella forma di tratti di linee con gli attributi associati alle tabelle, sono state sottoposte ad analisi di densità spaziale di Kernel, con un raggio di analisi di 500 metri, con una delle mappe ponderate per il numero totale di veicoli ed un'altra ponderata per il numero totale di passeggeri.

Una volta realizzate le mappe di densità del carico di traffico, queste sono state comparate con la mappa sintesi di concentrazione delle residenze dalle vittime associate alla vulnerabilità sociospaziale, la quale separa solo le aree con vulnerabilità media, da media a alta ed alta. La procedura di analisi è stata effettuata mediante ispezione visiva per l'identificazione dei predomini.

Per analizzare i modelli spaziali è stata utilizzata la versione R del software 2.15.1. Per l'investigazione della densità spaziale dei casi associati alla

densità di Kernel e per l'analisi multicriteriale è stato utilizzato lo *software* ArcGis versione 9.3. La ricerca è stata approvata dai Comitati di Etica in Ricerca della Università Federale di Minas Gerais (ETIC 352/08), dell'Ospedale Odilon Behrens (ETIC 352/08) e della Fondazione Ospedaliera dello Stato di Minas Gerais (CEP-FHEMIG 125/2008).

### 3. RISULTATI

La figura 2 mostra la distribuzione dei casi di trauma maxillo-facciale secondo l'indirizzo delle vittime (Figura 2).

La figura 3 mostra il risultato dell'esame per causalità di eventi puntuali. La curva dei dati è rimasta sopra l'intervallo di fiducia dell'esame che dimostra che i casi hanno uno standard aggregato da considerare ad un livello di confidenza del 99% (Figura 3).

La figura 4 mostra le variabili che compongono i livelli di informazione utilizzati nell'analisi multicriteriale. Le variabili di reddito per abitante e reddito del capofamiglia sono quelle che più si distribuiscono spazialmente, vale a dire: ci sono occorrenze di diverse fasce in tutto il comune. Ciò dimostra che le più alte densità della distribuzione dei casi di trauma maxillo-facciale si sono verificate nelle regioni con grandi disparità, o variabilità, socio-economiche (Figura 4).

La figura 5 rappresenta le mappe di sintesi delle condizioni socioeconomiche, dell'infrastruttura, delle condizioni della vicinanza delle residenze delle vittime e della concentrazione delle condizioni di vulnerabilità delle stesse. La variabile che meglio caratterizza il profilo delle vittime è quella della bassa condizione socioeconomica e la popolazione più vulnerabile si trova in aree con insediamenti urbani composti di favelas (Figura 5). Con l'obiettivo di sostenere le politiche pubbliche per migliorare le condizioni dell'infrastruttura delle aree di alta vulnerabilità sociale, dove si hanno le maggiori occorrenze di vittime di trauma maxillo-facciali derivanti dalla violenza del traffico, sono elaborate delle mappe utilizzando i carichi di traffico mettendo in evidenza sia la concentrazione dei veicoli (privati e pubblici), che la concentrazione di passeggeri. Il modello di analisi spaziale è stato usato per la densità

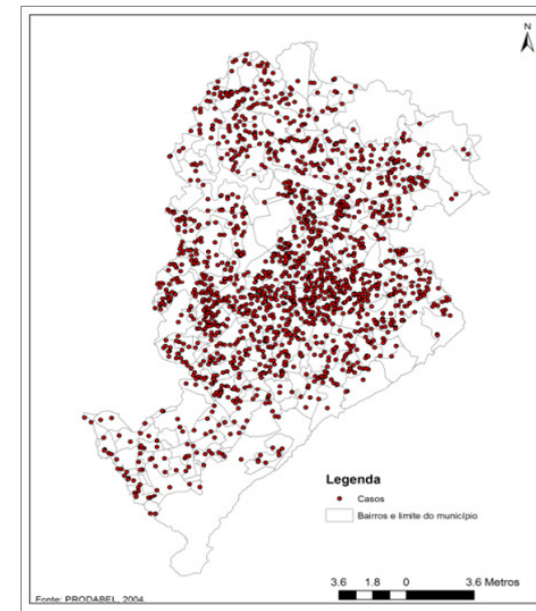


Figura 2: Distribuzione dei casi di trauma maxillo-facciale derivati dalla violenza del transito secondo l'indirizzo delle vittime. Belo Horizonte, da gennaio 2008 a dicembre 2010.

di Kernel, ponderata per il numero di veicoli, rispettivamente e per il numero di passeggeri (Figura 6).

È stata fatta anche, nella mappa sintesi della vulnerabilità sociospaziale la selezione delle aree di concentrazione delle residenze delle vittime di trauma maxillo-facciali la cui caratterizzazione presenta gradi di concentrazione da medi ad alti. Queste concentrazioni sono state combinate con la densità del carico di traffico secondo il numero di veicoli, mentre è stato osservato che il numero di passeggeri non è rilevante per lo scopo. L'obiettivo è quello di indagare le condizioni dalla vicinanza della residenza e valutare la misura in cui il fattore di carico del traffico è stato significativo per la vulnerabilità, nel caso specifico

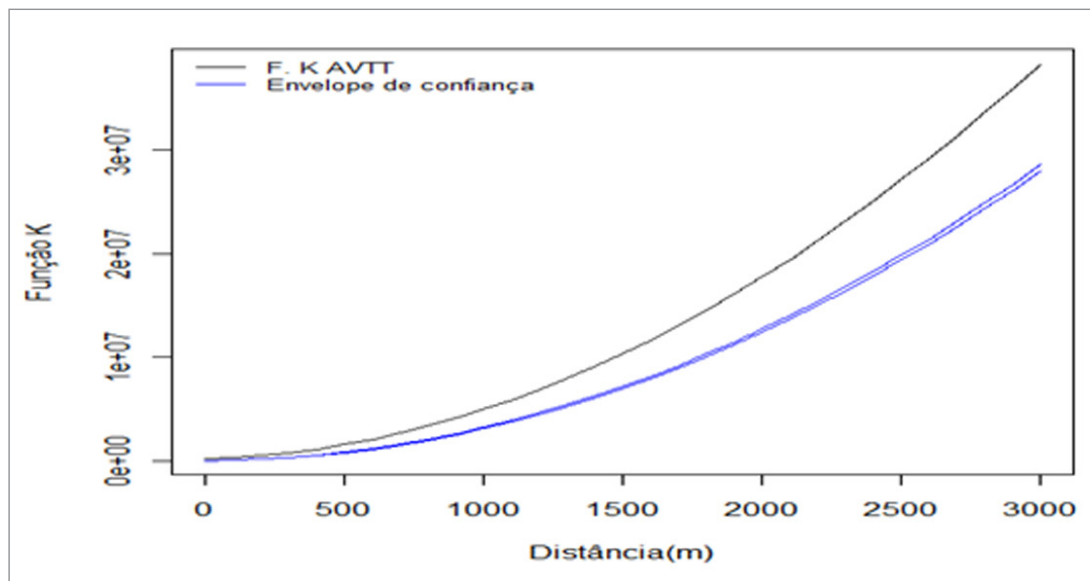


Figura 3: Funzione K per le vittime di trauma maxillo-facciali derivate dalla violenza dal traffico. Belo Horizonte, da gennaio 2008 a dicembre 2010.

di tipo ambientale (Figura 7).

L'analisi della combinazione delle fasce di vulnerabilità da media ad alta non ha dimostrato l'esistenza di una relazione tra la distribuzione spaziale e la concentrazione del carico di traffico a Belo Horizonte. Tuttavia, nel caso in cui siano istituite politiche urbane di riabilitazione delle strade, le aree di maggior fragilità dovrebbero ricevere un'attenzione speciale. Poiché, per non avere una correlazione significativa, devono essere rilevati casi isolati in cui sia dimostrata la correlazione, e perché il carico di traffico è un fattore importate nell'impatto della qualità ambientale urbana già che si concentra sulle condizioni di salute fisica e psicologica dei residenti (Figura 8).

#### 4. DISCUSSIONE

Per la natura dei dati utilizzati e dei diversi tipi di eventi coinvolti non si può dire che il luogo di residenza delle vittime si trovi nei pressi del luogo di occorrenza degli eventi, anche se altri studi considerano questa realtà (Souza et al, 2008). Tuttavia, l'identificazione di modelli o di struttura di distribuzione spaziali attraverso il luogo di residenza può offrire la possibilità di trovare ipotesi che contribuiscono alla spiegazione dei fenomeni.

Un altro aspetto degno di nota è che, anche se gli ospedali scelti sono istituzioni pubbliche di riferimento per la cura delle vittime del traffico, questi non possono rispondere per l'intero universo di questo tipo di occorrenza, giacché alcune vittime possono aver richiesto la cura in altre unità ospedaliere appartenenti alla rete privata. Tuttavia, nei casi di trauma le cure

immediate sono fornite in ospedali dove è stata fatta la raccolta dei dati per lo studio. Per gli ospedali esaminati tutte le visite si sono svolte nel Servizio di Soccorso Mobile d'Urgenza (SAMU) e nei Vigili del Fuoco.

I risultati indicano che la distribuzione spaziale dei luoghi di residenza non è casuale, dimostrando che gli eventi analizzati si verificano nelle aree che hanno componenti e caratteristiche peculiari al profilo di vittimizzazione.

Lo studio fatto analizza i casi di incidenti automobilistici, motociclistici e incidenti pedonali e si ritiene che ogni modalità osservata possa fornire una distinta variazione del luogo dell'avvenimento, dipendendo dal genere della vittima, dall'età e dal tipo di veicolo utilizzato. Gli incidenti motociclistici ed automobilistici, per esempio, sono più comuni tra gli uomini. L'importanza di questi eventi che coinvolgono vittime di sesso maschile soprattutto tra i giovani e gli adulti, è stato dimostrato da vari studi (Reichenheim et al, 2011). Questo si spiega probabilmente per il fatto che gli uomini più spesso utilizzano questo tipo di veicoli (Rahman et al, 2007).

Inoltre, i veicoli hanno fatto sempre parte del processo di socializzazione degli uomini. In questo senso, Souza (2005) afferma che le auto e le moto vengono introdotte nella vita dei bambini sotto forma di giocattoli e diventano così parte dell'universo maschile, e finiscono per essere associati agli elementi caratteristici dell'identità maschile come la virilità, la concorrenza e la dimostrazione di coraggio di fronte ai rischi. Gullo (1998) ribadisce allo stesso modo che i veicoli rafforzano tratti maschili come la potenza, la velocità e la libertà. In questo caso, la velocità diventa sinonimo di eccitazione, di auto-affermazione e di successo, per questo i mezzi di trasporto sono diventati simboli sociali e oggetti di culto. Per l'autore, il traffico può essere visto come uno scenario in cui qualsiasi restrizione alla guida e alla velocità dei veicoli può rappresentare per i conducenti, sotto le condizioni simboliche precedentemente citate, un oltraggio oppure un'offesa all'oggetto di culto.

Al giorno d'oggi, fornendo uno spostamento

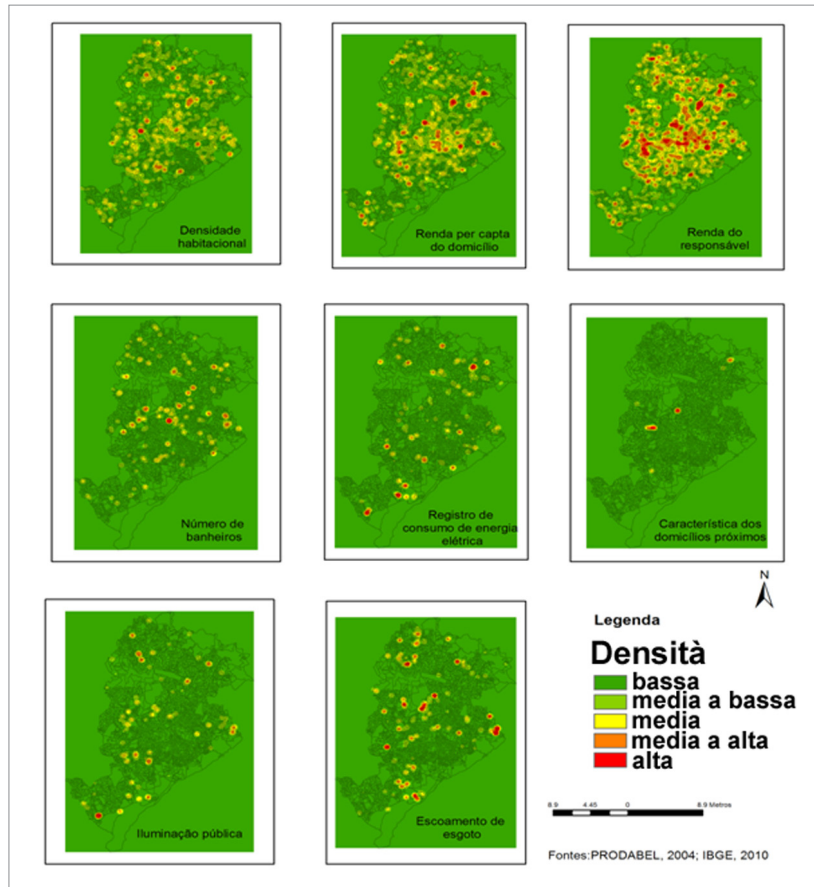


Figura 4: Trauma maxillo-facciali derivati dalla violenza nel traffico secondo variabili socio-economiche, demografiche e vicinanza del luogo di residenza delle vittime. Belo Horizonte, da gennaio 2008 a dicembre 2010.

ultimi dieci anni in Brasile c'è stato un aumento del potere d'acquisto di un segmento della popolazione che era fino ad allora escluso dall'economia e dall'accesso a beni e servizi. Questo ha permesso a molte persone di acquisire veicoli, quali motociclette e automobili. La condizione socioeconomica di questi gruppi si riflette nel luogo di residenza, nel tempo trascorso in viaggio e, logicamente, nella distanza tra la casa ed il posto di lavoro o la scuola, così come il tempo passato utilizzando mezzi di trasporto pubblico o privato. Questi sono fattori che possono esporre una parte della popolazione ad eventi di violenza nel traffico.

Altri fattori possono anche riguardare casi con caratteristiche socioeconomiche specifiche dalle quali può derivare una scarsa manutenzione dei veicoli, nonché negligenza nell'uso dei dispositivi di protezione. Alleati a questi fattori, le disparità sociali possono influenzare le scelte dei conducenti in materia di disubbidienza del codice stradale, come eccesso di velocità e consumo di alcool. Le più alte densità dei casi di incidenti incontrati sono di vittime residenti in regioni caratterizzate dalla presenza di favelas o di regioni periferiche. Altri fattori, come la scarsa manutenzione delle vie di circolazione e una segnalazione stradale non adeguata possono contribuire all'aumento dei casi.

Gli investimenti stradali frequentemente sono correlati a bambini oppure ad anziani. Gli anziani normalmente hanno una maggiore difficoltà a camminare che li rende esposti al pericolo soprattutto durante l'attraversamento delle strade. A Belo Horizonte questa situazione di rischio può essere associata al tempo di apertura e chiusura dei segnali stradali per il passaggio dei pedoni. A causa della riduzione delle capacità motorie, gli anziani non sono in grado di completare il viaggio nel tempo previsto e finiscono per assumere il rischio di essere investiti. I bambini sono vittime durante l'uscita delle scuole quando sono per le strade oppure nel loro tempo libero. A questo proposito, nelle regioni della città con una popolazione a basso reddito si percepisce un maggior numero di casi che coinvolgono i bambini mentre giocano

rapido ed economico, la presenza di motociclette nelle grandi città è una presenza costante. Negli ultimi anni in Brasile, c'è stata una grande espansione della flotta di motociclette (Mello, Jorge e Koizume, 2007). Attualmente ci sono quasi 16 milioni di motociclette in circolazione, che rappresentano il 22% del totale della flotta di veicoli (DENATRAN, 2010). In particolare, a Belo Horizonte, c'è una grande concentrazione dei cosiddetti *motoboy*s. Questi, nella maggioranza,

sono giovani con lavoro precario che guadagnano in base al numero di viaggi fatti per la consegna espressa di beni servizi. Questo tipo di lavoro aumenta il rischio di incidenti per questo gruppo di persone.

Le variabili socioeconomiche analizzate possono spiegare il profilo di vittimizzazione. I modelli spaziali hanno rivelato che i fattori legati al reddito sono più significativi che fattori come infrastruttura e condizioni di vicinanza. Negli

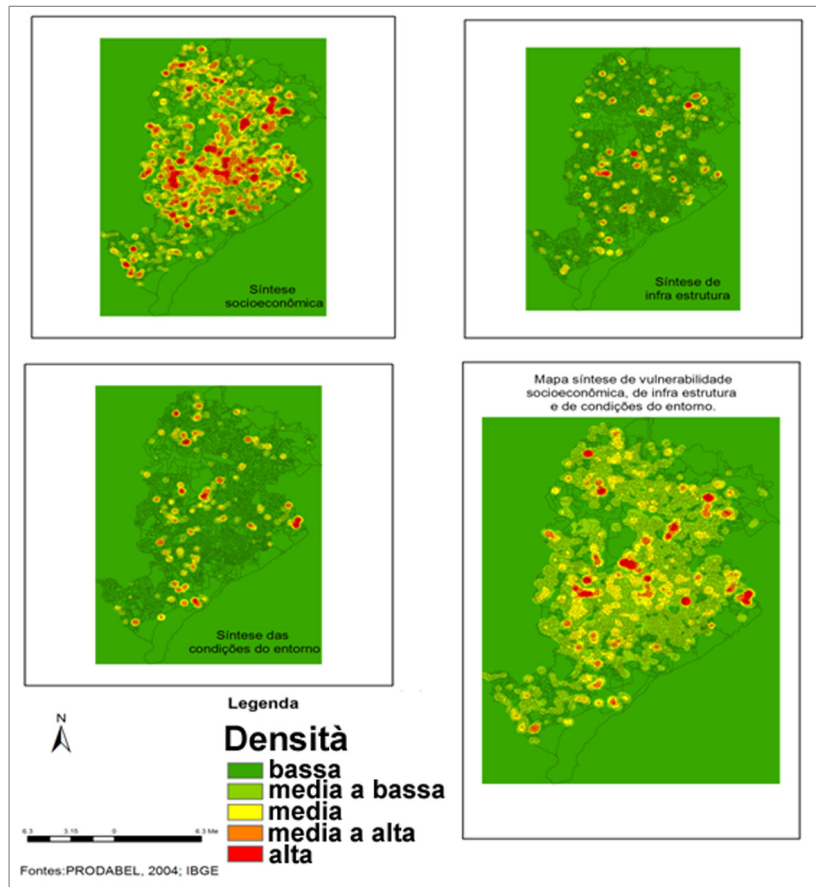


Figura 5: Mappe sintesi delle condizioni socio-economiche, infrastrutture, condizioni della vicinanza e vulnerabilità delle vittime dei traumi maxillo-facciali derivati dalla violenza del traffico per luogo di residenza. Belo Horizonte, da gennaio 2008 a dicembre 2010.

collettivamente in aree esterne, come strade e viali.

I problemi del traffico dovrebbero essere discussi più ampiamente, perché ritraggono la negazione degli spazi pubblici. Si è di fronte ad una sovrapposizione, di fatto, del privato sul pubblico. La macchina può essere considerata un bene privato che occupa uno spazio pubblico che diventa, attraverso la sua occupazione, privato e che muovendosi usa così gli spazi pubblici di

strade e viali (Olivato, 2010). Altri autori, come Sant'Anna (2010) vanno affermando che nel rapporto tra spazio pubblico e privato si eredita un mito storico nel pensare che le strade siano solo per le automobili, quindi una persona finisce per essere investita per aver invaso lo spazio delle auto. Questo porta a pensare a questioni quali la mobilità urbana, l'accessibilità e la battaglia di tutti i giorni nelle strade delle città brasiliane tra auto e pedoni. Con una visione più critica non è

difficile vedere come le città siano oggi progettate per le automobili.

Quando si considerano le variabili che esprimono le condizioni di maggiore vulnerabilità, quelle relative all'infrastruttura rappresentano un modello limitato. Questo può essere spiegato con il fatto che questa variabile rappresenta una parte della popolazione che ha ancora bisogno di migliorare le condizioni basiche di vita. Cosa che può limitare, in misura maggiore, soprattutto da un punto di vista economico, l'acquisto di veicoli. Per quanto riguarda le condizioni di contorno al modello spaziale trovato, queste possono essere spiegate dai processi di urbanizzazione che la città di Belo Horizonte ha vissuto negli ultimi anni. Anche in regioni caratterizzate dalla presenza di favelas si sono avuti miglioramenti nei servizi pubblici. Le condizioni più sfavorevoli rimangono solo nelle regioni più periferiche oppure nelle aree occupate recentemente e che non hanno ancora ricevuto gli interventi del governo.

I risultati dello studio suggeriscono che le disuguaglianze sociali in grado di riprodurre la vittimizzazione per causa di eventi violenti nel traffico esprimono relazioni sociali violente, in cui l'accesso e la mobilità sono irregolari, variando in funzione delle differenze socioeconomiche e nelle quali gli individui sono integrati allo spazio urbano (Souza, 2010). Il traffico urbano è un ambiente di interazioni sociali e deve essere analizzato con un abordaggio olistico come un ecosistema urbano (Ribeiro e Vargas, 2004).

## 5. CONCLUSIONE

I casi hanno mostrato l'esistenza un modello di aggregazione spaziale essendo concentrati in regioni caratterizzate da aree urbane povere o in aree con favelas.

La polarizzazione degli eventi di violenza del traffico è associata alle popolazioni che hanno grandi disparità socioeconomiche. L'utilizzo di sistemi di informazione geografica, in collaborazione con le tecniche di analisi multicriteriale, ha permesso la combinazione di variabili che hanno contribuito all'identificazione di regioni con popolazioni più vulnerabili, oltreché a una migliore comprensione delle dinamiche



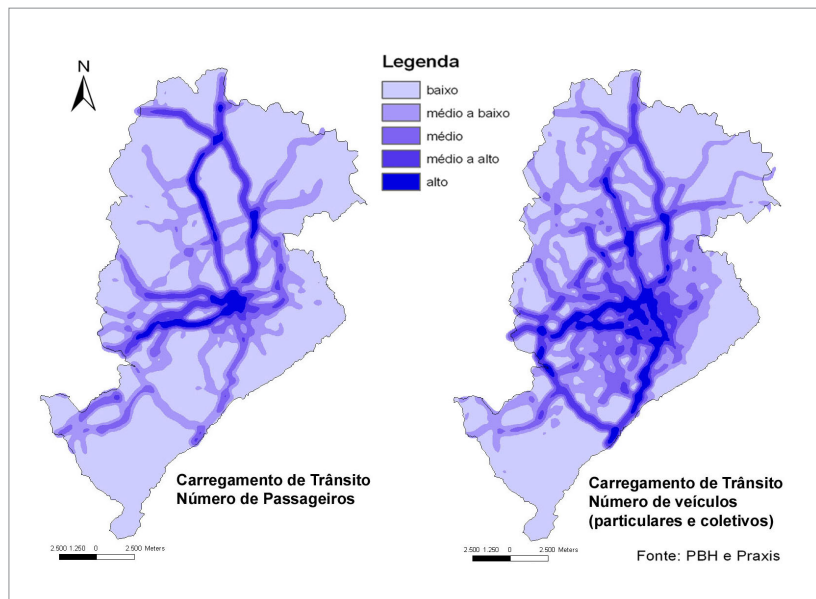


Figura 6: Mappe della distribuzione del carico di traffico a Belo Horizonte. (A) Carico di traffico per numero di passeggeri e (B) carico di traffico per numero di veicoli.

degli eventi e questo può indirizzare gli sforzi dei dirigenti pubblici nella riduzione degli incidenti attraverso la creazione di politiche volte a questa popolazione. L'articolo, oltre a riportare uno studio di caso, presenta un piano metodologico per l'analisi spaziale urbana che comprenda strumenti relativi ai dati territoriali (geo-codificazione), analisi di combinazioni di variabili e dei loro gradi di spazializzazione (firma spaziale, funzione K di Ripley, densità di Kernel), la costruzione di analisi multicriteriale per l'associazione delle variabili e il riconoscimento delle aree di destinazione di maggior interesse dal punto di vista della vulnerabilità sociospaziale. Il chiarimento sulle condizioni delle aree marginali urbane e sulla localizzazione e concentrazione della popolazione con vulnerabilità sociospaziale

sono aspetti che devono essere considerati nelle politiche pubbliche e nei progetti di disegno urbano. Disegnare la città significa, anche, prendere in considerazione ed agire sulle debolezze e sulle vulnerabilità esistenti. Il disegno urbano ha un suo ruolo nel risolvere i problemi di salute pubblica.

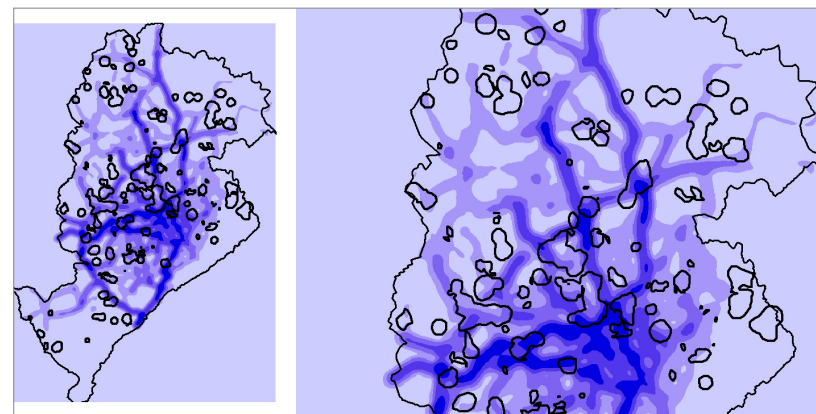


Figura 7: Combinazione delle aree di concentrazione delle vittime di trauma maxillo-facciali derivati dalla violenza del traffico, caratterizzati da media ad alta vulnerabilità socio-spaziale, con la concentrazione del carico di traffico per numero di veicoli privati e pubblici.

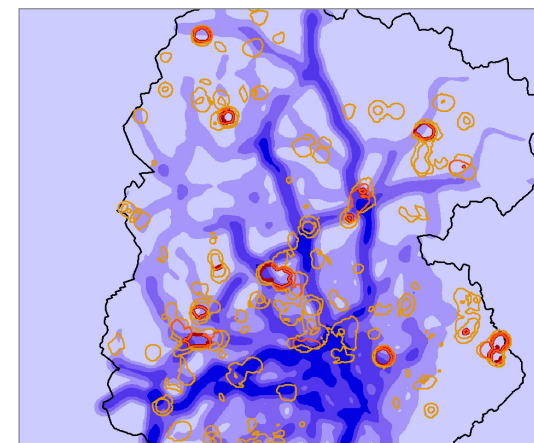


Figura 8: Combinazione delle aree di concentrazione delle vittime di trauma maxillo-facciali derivati dalla violenza del traffico, caratterizzati da media ad alta vulnerabilità socio-spaziale, con la concentrazione del carico di traffico per il numero di veicoli privati e pubblici. Dettaglio delle aree di maggiore vulnerabilità (macchie rosse) e di media alla media bassa vulnerabilità (macchie arancioni e gialle).

## BIBLIOGRAFIA

- Bailey, Trevor., Gatrell, Anthony (1995), *Interactive Spatial Data Analysis*, Longman, Harlow.
- Barcellos, Christovam (2000), Organização espacial, saúde e qualidade de vida, in *Seminário Nacional Saúde e Ambiente no Processo de Desenvolvimento*, Fundação Osvaldo Cruz, Rio de Janeiro, (2), pp.27-34.
- Belo Horizonte (2012), Planos Diretores das Regiões Administrativas Pampulha e Venda Nova, in *Relatórios 1 e 2 Diagnóstico e Diretrizes para Estrutura Urbana Sustentável*, Secretaria Municipal Adjunta de Planejamento Urbano e Práxis Projetos e Consultoria Ltda, Belo Horizonte.
- Bertin, Jacques (1986), *A neográfica e o tratamento gráfico da informação*, Editora da Universidade do Paraná, Curitiba [La graphique et le traitement graphique de l'information, 1977].
- Brasil, DENATRAM, Departamento Nacional de Trânsito (2012), *Registral Nacional de acidentes e Estatísticas de trânsito* - RENAEST. [Acessado em 13 de outubro de 2012] Disponível em: <http://www2.cidades.gov.br/renaes.do?noticia.codigo=386>.
- IBGE (2010), *Censo Demográfico 2010*, Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default\\_resultados\\_universo.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default_resultados_universo.shtm) (Acesso 09/08/2012).
- Goldenberg, Dov, Triki, J.Y, Bastos, E (2006), Ferimentos cutâneos e mucosos da face, in *Mangenello-Souza, Luiz Carlos, Luz, João Gualberto Cerqueira, Tratamento cirúrgico do trauma bucomaxilofacial*, Roca, São Paulo.
- Gullo Álvaro de Aquino e Silva (1998), Violência urbana: um problema social, in *Revista Sociologia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 10(1)*, pp 105-119.
- IBGE-BRASIL (2012), Disponível em [http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia\\_imprensa.php?id\\_noticia=734](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_imprensa.php?id_noticia=734). (Acesso 5/12/2012).
- Macedo, Jefferson Lessa Soares de, Camargo, Larissa Macedo de, Almeida, Pedro Fragoso, Rosa, Simone Correa (2008), Perfil epidemiológico do trauma de face dos pacientes atendidos no pronto socorro de um hospital público, in *Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões, Rio de Janeiro, 35(1)*.
- Maguirre, David, Goodchild, Michael, Rhind, David (1991), *Geographical Information Systems. Principles and Application*, Longman Scientific and technical, London.
- Mascarenhas, Marcio Denis Medeiros, Silva, Marta Maria Alves, Malta, Deborah Carvalho, Moura, Lenildo, Moysés, Goes, Paulo Sávio Angeiras, Simone Tetu, Neto, Otaliba Libânio de Moraes (2012), Perfil epidemiológico dos atendimentos de emergência por lesões bucodentais decorrentes de causas externas Brasil 2006 e 2007, in *Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro, (28)*, pp.124-132.
- Mello-Jorge Maria Helena Prado, Koizumi Maria Sumie (2007), Acidentes de trânsito no Brasil: um Atlas de sua distribuição, ABRAMET, São Paulo.
- Olivato, Alessandra (2010), *Liberdades individuais e espaço público*, in *Psicologia e mobilidade: o espaço público como direito de todos*, Conselho Federal de Psicologia, Brasília, pp. 41-48.
- Prefeitura de Belo Horizonte (2009), Disponível em [http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/comunidade.do?evento=portlet&pldPlc=ecpTaxonomiaMenuPortal&app=estatisticas&tax=9086&lang=pt\\_BR&pg=5922&taxp=0&](http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/comunidade.do?evento=portlet&pldPlc=ecpTaxonomiaMenuPortal&app=estatisticas&tax=9086&lang=pt_BR&pg=5922&taxp=0&) (Acesso 10/01/2009).
- Rahman, Roslan Abdul et al. (2007), Maxilofacial trauma pediatric patients in Malaysia: A retrospective study from 1999 to 2001 in three hospitals, in *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology, Elsevier, 71(6)*, pp. 929-936.
- Reichenheim, Michael Eduardo, Souza, Edinilsa Ramos, Moraes Claudia Leite, Melo Jorge Maria Helena Prado, Silva Cosme Marcelo Furtado Passos, Minayo, Maria Cecília de Souza (2001), Violência e lesões no Brasil: efeitos, avanços alcançados e desafios futuros, in *The Lancet 2011; 337(9781)*, pp. 1962-1975.
- Ribeiro, Helena, Vargas, Heliana Comin (2004), *Qualidade Ambiental Urbana: Ensaio de uma Definição*, in Ribeiro, Helena, Vargas Heliana Comin, *Novos instrumentos de Gestão Ambiental Urbana*, Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Ripley, Brian Dixon (1977), *Modeling Spatial Patterns (with discussion)*, in *Journal of the Royal Statistical Society, 39(2)*, p.172-212.
- Sant'Anna, Rogéria Motta (2010), Políticas públicas para mobilidade, in *Psicologia e mobilidade: o espaço público como direito de todos*, Conselho Federal de Psicologia, Brasília, p.57-63.
- Santos, Simone, Noronha, Cláudio (2001), Padrões espaciais de mortalidade e diferenciais sócio-econômicos na cidade do Rio de Janeiro, in *Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro, 17(5)*, pp.1099-1110.
- Souza, Edinilsa Ramos (2005), *Masculinidade e violência no Brasil: contribuição para a reflexão no campo da saúde*, in *Ciências saúde coletiva, 10(1)*, pp.59-70.
- Souza, Edinilsa Ramos (2010), Trânsito versus mobilidade: antagonismo ou complementaridade? A visão da Saúde Pública, in *Psicologia e mobilidade: o espaço público como direito de todos*, Conselho Federal de Psicologia, Brasília, pp. 173-179.
- Souza, Vanessa dos Reis, Cavenaghi, Suzana, Alves, José Eustáquio Diniz, Magalhães, Mônica de Avelar Figueiredo Mafra (2008), *Análise espacial dos acidentes de trânsito com vítimas fatais: comparação entre o local de residência e de ocorrência do acidente no Rio de Janeiro*, in *Revista Brasileira de Estudos de População, São Paulo, 25(2)*, pp. 353-364.
- Xavier-da-Silva, Jorge (2001), *Geoprocessamento para análise ambiental*, Ed do autor, Rio de Janeiro.