

## Artykuł „Science of the Total Environment”

### Umieralność na skutek nowotworu a stacje bazowe telefonii komórkowych w mieście Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazylia

Strona: [www.elsevier.com/locate/scitotenv](http://www.elsevier.com/locate/scitotenv)

Autorzy: Adilza C. Dode <sup>a,b,c,d</sup>, Mônica M.D. Leão <sup>c</sup>, Francisco de A.F. Tejo <sup>d</sup>, Antônio C.R. Gomes <sup>e</sup>, Daiana C. Dode <sup>e,f</sup>, Michael C. Dode <sup>e</sup>, Cristina W. Moreira <sup>b</sup>, Vânia A. Condessa <sup>b</sup>, Cláudia Albinatti <sup>b</sup>, Waleska T. Caiaffa <sup>g</sup>

<sup>a</sup> Minas Methodist University Center Izabela Hendrix, Belo Horizonte City, Minas Gerais State, Brazil

<sup>b</sup> Municipal Government of Belo Horizonte, Municipal Health Department, Belo Horizonte City, Minas Gerais State, Brazil

<sup>c</sup> UFMG—Universidade Federal de Minas Gerais-Belo Horizonte, Environmental and Sanitary Engineering Department, Belo Horizonte City, Minas Gerais State, Brazil

<sup>d</sup> UFG—Universidade Federal de Campina Grande, Center of Electrical Engineering and Informatics, Academic Unit of Electrical Engineering, Paraíba State, Brazil

<sup>e</sup> MRE Engenharia (Electromagnetic Radiations Measurement—Engineering), Belo Horizonte City, Minas Gerais State, Brazil

<sup>f</sup> Faculty of Medical Sciences, Medicine-Belo Horizonte, Belo Horizonte City, Minas Gerais State, Brazil

<sup>g</sup> UFMG—Universidade Federal de Minas Gerais-Belo Horizonte, Urban Health Observatory, Belo Horizonte City, Minas Gerais State, Brazil

#### Dane o artykule:

Otrzymano: 14 stycznia 2011

Otrzymano i poprawiono: 25 maja 2011

Zakceptowano: 25 maja 2011

Uprasza się, by przytaczać niniejszy artykuł jako: Dode AC, et al., Mortality by neoplasia and cellular telephone base stations in Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil, *Sci Total Environ* (2011), doi:10.1016/j.scitotenv.2011.05.051

#### Streszczenie

Zanieczyszczenie spowodowane polem elektromagnetycznym (EMF) i częstotliwościami radiowymi (RF) pochodzących od systemów telekomunikacyjnych stanowi jeden z najpoważniejszych problemów środowiskowych XX wieku. Celem tego badania była weryfikacja istnienia przestrzennej korelacji pomiędzy skupiskiem stacji bazowych a przypadkami zgonów na skutek nowotworów w rejonie miasta Belo Horizonte, w stanie Minas Gerais w Brazylii w latach 1996 do 2006 i oszacowanie poziomu ekspozycji na promieniowanie elektromagnetyczne na ludzi, w miejscach zwiększonej koncentracji anten transmisyjnych telefonii komórkowej. Analiza opisowa Stacji bazowych i przypadków zgonów na skutek nowotworów zidentyfikowanych w mieście została przeprowadzona z uwzględnieniem ekologiczno-epidemiologicznego podejścia, z użyciem georeferencji. Dane zawarte w niniejszym opracowaniu dane pochodzą z trzech głównych źródeł: 1. Zgodny spowodowane nowotworami udokumentowane przez Miejski Departament Zdrowia, 2. Stacje bazowe udokumentowane przez ANATEL (Państwowa Agencja ds. Telekomunikacji), oraz 3. Spis ludności i dane demograficzne uzyskane z oficjalnych archiwów IBGE (Brazylijski Instytut ds. Geografii i Statystyki). Rezultaty badania pokazują, że około 856 stacji bazowych zostało zainstalowanych od grudnia 2006. Większość (39,6%) tychże stacji została zlokalizowana w regionie „Centro-Sul” (środkowo-południowym) miasta. Pomiędzy 1996 a 2006, miało miejsce 7191 zgonów wywołanych przez nowotwory w promieniu 500 m od usytuowania stacji bazowych, a stopa zgonów wynosiła 34,76 na 10.000 mieszkańców. Poza tym obszarem występował spadek liczby zgonów wywołanych nowotworami. Największa kumulacja wyniosła 5,83 na 1000 w rejonie centralno południowym, a najniższy współczynnik wynosił 2,05 na 1000 w regionie Barreiro. Podczas monitoringu środowiskowego, największe natężenie pola elektrycznego wyniosło 12,4V/m a najmniejsze 0,4 V/m. Największa gęstość mocy wyniosła 40,78 $\mu$ W/cm<sup>2</sup>, a najmniejsza 0,04  $\mu$ W/cm<sup>2</sup>.

#### 1. Wprowadzenie

Radiowe stacje bazowe telefonii mobilnej są obecnie spotykane w miastach i obszarach całego świata. Można je znaleźć nawet na dachach budynków, szkół, szpitali, domów opieki i biur. W Brazylii liczbę użytkowników telefonów komórkowych szacuje się na ponad 200 mln, a na świecie 5 bilionów. W rejonie miejskim Belo Horizonte, stolicy stanu Minas Gerais mieści się około 1000 stacji bazowych w dostępnym 128,77 poprzez telefony komórkowe na 100 mieszkańców, a w Brazylii znajduje się 49.979 stacji bazowych działających do kwietnia 2011r (ANATEL, 2011).

Nie-jonizacyjna radiacja elektromagnetyczna pochodząca ze stacji bazowych posiada niską intensywność w porównaniu do obecnych wskaźników limitów ekspozycji na organizm ludzki. Jednakże emisja ta jest ciągła. Wzrost dotyczy czy to zdrowia czy samopoczucia ludzi żyjących w pobliżu stacji bazowych, którzy narażeni są na ryzyko (Khurana et al. 2010, Alanko et al., 2008).

Emisja pochodząca ze stacji bazowych zwyczajowo jest określana poprzez swą efektywną moc promieniowania w watach (W), która określa całkowitą liczbę promieniowania emitowanego przez antenę stacji bazowej. Ich intensywność, zwana gęstością mocy jest zwyczajowo mierzona w miliwatach na centymetr kwadratowy (mW/cm<sup>2</sup>) lub mikrowatach na centymetr kwadratowy (μW/cm<sup>2</sup>) i wyraża on moc na jednostkę powierzchni przypadającą normalnie na daną zewnętrzną powierzchnię. Immisja (absorpcja) jest mierzona przez specyficzną stopę absorpcji (SAR), która jest przekazywana jako wat na kilogram tkanki ludzkiej (W/kg). Współczynnik SAR odzwierciedla moc, która jest lokalnie absorbowana w pewnej objętości tkanki biologicznej i jest proporcjonalna do kwadratu lokalnej siły intensywności pola elektrycznego. Z etycznych względów, SAR może jedynie być oszacowany na przykładzie zwierząt lub danych z wirtualnego (obliczeniowego) modelu ludzkiego (Lai, 2000).

Niektóre studia naukowe wskazują na ewidencję wzrostu liczby przypadków występowania nowotworu w przypadku ludzi zamieszkujących w odległości mniejszej niż 500 m od stacji bazowych (Eger et al. 2004, Wolf and Wolf 2004, Eger and Jahn 2010).

W mieście Belo Horizonte i wielu innych aglomeracjach i rejonach Brazylii, sieć mobilnej telefonii jest rozlokowana w regionach znacznej gęstości demograficznej w bliskości domów na fasadach budynków, dachach prywatnych lub prywatnych budowli. Zdarza się również często, kiedy kilka anten jest zamontowanych na tej samej konstrukcji.

Ta sytuacja zmotywowała badania Dode (Dode 2003) w Belo Horizonte, gdzie metodologia obliczona na oszacowanie poziomu promieniowania elektromagnetycznego mieszkańców została zastosowana w oparciu o specyfikację techniczną jako próbka zainstalowanych stacji bazowych. Te szacunkowe dane zostały porównane do mierzonych na miejscu (*in situ*) danymi tego samego zestawu stacji bazowych. Zdjęcie nr 1 ilustruje typową stację bazową (stacja bazowa BH20) w miejscu zamieszkania regionu Serra w Belo Horizonte a zdjęcia nr 2 pokazuje umiejscowienie geograficzne. Zdjęcie nr 3 pokazuje promieniowanie pionowe i poziome na odcinek tej samej stacji bazowej. Diagram ten uzyskano z technicznych archiwów operatorów w Miejskim Departamencie ds. Środowiska, oficjalnej organizacji miejskiej odpowiedzialnej za dopuszczenie środowiskowe stacji bazowej.

Niektóre prace badawcze pokazały generalne ryzyka zdrowotne i specyficzne ryzyka nowotworowe związane z fizyczną bliskością anten transmisyjnych sieci telekomunikacyjnej.

Jedno z pierwszych badań wskazało na związek pomiędzy wzrostem zachorowalności na raka a zamieszkiwaniem w pobliżu anten transmisyjnych (Cherry, 1999). Następnie Santini (Santini et al. 2002) przeprowadził kwalifikowane studium 530 osób zamieszkujących w odległości 300 m od stacji bazowych. Pomijając subiektywną metodologię, studium ukazało szczytową liczbę symptomów mających miejsce w lokalizacjach w odległości pomiędzy 50 a 100 m od stacji bazowych, które korelowały z typowymi odległościami, które głównego płata osiągniętego przez grunt. W innym badaniu, również we Francji Santini (2003) poddał badaniom mieszkańców zamieszkujących 300m od stacji bazowych i innych, którzy zamieszkiwali znacznie dalej i stwierdził liczne objawy dotyczące podrażnienia, tendencji depresyjnych, zaburzeń pamięci, problemów z koncentracją, nadpobudliwości, u osób zamieszkujących do 100m; bóle głowy, zaburzenia snu, dyskomfort, problemy skórne u zamieszkujących do 200m; znużenie w odległości 300m, pośród tych, mieszkających bliżej stacji bazowej wykazano zróżnicowanie objawów chorobowych w odniesieniu do zamieszkujących w dalszej odległości. Ponownie niniejsze badanie zawierało pewne nieścisłości ponieważ było subiektywne i dlatego nie zaowocowało konkluzją w sprawie zależności między rakiem a ilością ekspozycji promieniowania.

Navarro et. Al. (2003) przeprowadziło badanie 145 osób w rejonie Murcia, w Hiszpanii, ale zawierało tylko 101 respondentów w tej analizie. Utworzono dwie grupy uczestników: jedna zawierała mieszkających w odległości 150m od stacji bazowej i druga ponad 150m. Średnia mierzona moc gęstości wynosiła  $1,1\mu\text{W}/\text{cm}^2$  w przypadku lokalizacji do 150m i  $0,1\mu\text{W}/\text{cm}^2$  powyżej 150m. Badanie to pokazało również dolegliwości (bezsennność, bóle głowy, trudności w koncentracji, dyskomfort) gdzie te objawy były bardziej nasilone, gdzie moc gęstości była większa w obrębie 150m promienia.

W Polsce Gadzicka (Gadzicka et al. 2006) również zastosowała kwestionariusz do przeprowadzenia neurobehawioralnych badań klinicznych w badaniu obejmującym 500 podmiotów. Najistotniejszym spostrzeżeniem było występowanie częstych bólów głowy w przypadku zamieszkiwania bliżej niż 150m od stacji bazowej. Jednakże badanie zostało ograniczone z powodu braku informacji na temat technicznej charakterystyki stacji bazowych i pomiarów ekspozycji elektromagnetycznej.

Eger et al. (2004) przeprowadzili badanie w mieście Naila, Niemcy, aby zbadać czy ludzie zamieszkujący w pobliżu stacji bazowych telefonii mobilnej byli narażeni na jakiegokolwiek ryzyko wystąpienia choroby lub przerzutów raka. Ich dane składały się z zapisów pacjentów z lat 1994 – 2004. Mając w poszanowaniu ochronę danych, dane osobowe prawie 1000 podmiotów zostały zbadane. Analiza pokazała, że liczba nowo stwierdzonych przypadków raka była znacząco wyższa pośród tych pacjentów, którzy mieszkali w odległościach do 400m od stacji bazowej w porównaniu z liczbą podmiotów zamieszkujących powyżej 400m w tym samym okresie czasu. Poprzednie podmioty przeciętnie zapadały na zachorowalność ośmiem lat wcześniej, niż te mieszkające w dalszej odległości. Stacja bazowa zaczęła działać w 1993r. od 1999 do 2004 tj. pięć lat po jej uruchomieniu, relatywne ryzyko zapadalności na raka było trzy razy wyższe u podmiotów zamieszkujących do 400m od stacji bazowej, w porównaniu z mieszkańcami w odleglejszym dystansie. Badanie to stanowi kamień milowy w tej problematyce gdyż jego rezultaty jasno pokazują, że promieniowanie ze stacji bazowych może przyczynić się do wzrostu klinicznych objawów chorobowych i ogólnie rozwoju raka, nawet w przypadku poziomów ekspozycji, kilka razy mniejszej niż obecnie obowiązujące limity.

Wolf and Wolf (2004) przeprowadziło badanie w mieście Netanya, Izrael, które pokazało wzrost o 4,15 raza zachorowalności na raka pośród osób zamieszkujących w obrębie 350m od stacji bazowej w porównaniu z mieszkającymi w dalszej odległości. Całkowitą liczbę uczestników (n=622, grupa A) stanowiły osoby, które mieszkały w czasie od trzech do siedmiu lat w pobliżu stacji bazowej i byli również pacjentami klinik czy szpitali. Ujawnienie miało miejsce rok przed początkiem badania, kiedy stacja bazowa została uruchomiona. Druga grupa (n=1222, grupa B), która uzyskała medyczną opiekę w ośrodkach szpitalnych w pobliżu stacji bazowej i charakteryzowała się środowiskowym, socjoekonomicznym i zawodowym podobieństwem do pierwszej grupy została wykorzystana jako grupa kontrolna. W grupie A, zostało zdiagnozowane osiem typów raka w okresie zaledwie jednego roku. Stopa zachorowalności została porównana z zarówno z wartością 31 przypadków na 10.000 mieszkańców na rok w ogólnej masie populacji i z wartością dwóch przypadków na 1222 osób w grupie B. 95% poufność zastosowana do każdej stopy została tutaj zastosowana i znacznie podwyższone występowanie w grupie A populacji zostało wyraźnie stwierdzone. Relatywna stopa zachorowalności na raka wyniosła 10,5 pośród kobiet grupy A, 0,6 pośród kobiet grupy B i 1,0 dla całego miasta Netanya. Jak widać występowania raka u kobiet grupy A było znacznie wyższe ( $p < 0,0001$ ) niż zachorowalność w grupie B i całym mieście ogółem. Relatywne porównanie ryzyka pokazuje o około 4,15 więcej przypadków raka w grupie A niż w całej populacji. Wyniki, choć wciąż nie zamknięte, wskazują na konieczność zrewidowania obecnych limitów natężenia w celu ustanowienia ich bardziej bezpiecznymi. Zarówno szacowane i mierzone gęstości mocy w całym obszarze w Netanya były znacznie poniżej  $0,53 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ , co oznacza około 800 razy niższy poziom niż limit natężenia wynoszący  $425 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  dla częstotliwości 850 MHz z instrukcji ICNIRP (Międzynarodowa Komisja dotycząca Ochrony przed Promieniowaniem Niejonizującym).

Powyższe badania, nakierowane na znalezienie dowodów wzrostu zachorowalności na raka z bliskością stacji bazowych, uzasadniają dodatkowe badania, ponieważ technologia telefonii

komórkowej jest stosunkowo nową i towarzysząca ogólna liczba promieniowania środowiskowego nie można uznać za nieznaczącą.

Mieszkańcy Belo Horizonte i okolic oraz naukowe środowiska są zainteresowane liczbą już zainstalowanych stacji bazowych i gwałtownym wzrostem nowych bezprzewodowych stacji bazowych, nie tylko dla telefonii ale także dla telewizji. Liczba stacji bazowych telefonii komórkowej wynosiła 474 w 2003, wzrosła do 856 w 2006r.

Stąd to badanie zdrowia zostało przeprowadzone w szerokim środowiskowym kontekście, nacelowane na weryfikację czy istnieje korelacja pomiędzy miejscem usadowienia stacji bazowych telefonii komórkowej a przypadkami zgonu dotyczącego nowotworu w okresie pomiędzy 1996 a 2006.

## 2. Materiały i metody

### 2.1. Obszar badań

Miasto Belo Horizonte z powierzchnią ok. 300 km<sup>2</sup> charakteryzuje się klimatem tropikalnym i jest usytuowane na wysokości 900 m (minimum 800m i maksimum 1200m) n.p.m. Pod względem geologicznym miasto składa się z paru rodzajów minerałów, a ich gleba z krystalicznych skał, jak dolomity, kwarcy i z rozmaitych łupków. Miasto położone między wzgórzami jest otoczone przez łańcuch górski Serra do Curral. Miasto podzielone jest na dziewięć dzielnic, lub też dystrykty administracyjno-sanitarne: Centro-Sul, Norte, Leste, Oeste, Noroeste, Nordeste, Venda Nova, Pampulha i Barreiro. Rysunek 4 obrazuje podział miasta na dziewięć dystryktów.

Miasto posiada 55 uniwersytetów i uczelni, 36 szpitali i system komunikacyjny metra z 19 stacjami i siecią długości 29 km, które transportuje codziennie 145 tys. pasażerów. Większość gospodarstw domowych posiada dostęp do wody (99,3%), wywozu śmieci (96,6%), kanalizacji (93,2%), energię elektryczną (99,83%), telefony stacjonarne (81,43%) i 128,77 dostęp do mobilnych telefonów na 100 mieszkańców, jak podają dane z kwietnia 2011r. Na podstawie tych danych można wywnioskować, że populacja miasta ma dostęp do telefonów komórkowych, a ponad 28% ma więcej niż jeden telefon. Miasto posiada sieć drogową i kolejową łączącą regiony miasta, jak również trzy porty lotnicze.

Więcej niż 80% gospodarki miasta skupia się na handlu, usługach finansowych, nieruchomościach i administracji publicznej. Przemysł metalurgiczny, w tym metalurgiczny, jak również wydobycie rud mieszczą się na obszarach otaczających aglomerację, nie ma ich w środkowo-południowym dystrykcie.

- Miasto Belo Horizonte zostało wybrane przez Komitet ds. Kryzysu Populacji przy ONZ jako metropolia charakteryzująca się najwyższą jakością życia w Ameryce Łacińskiej i zajęło 45 miejsce w rankingu światowym. Służbę zdrowia miasta uważa się za bardzo dobrą, zgodnie z Atlasem Ludzkiego Rozwoju (2000) w ramach Programu Rozwoju ONZ.

Miasto liczy 2.238.332 mieszkańców w 2003 i 2.258.096 w 2010r. (IBGE 2010), co świadczy o stabilności populacji w mieście. Jednakże miasto, podobnie jak inne tereny zurbanizowane Brazylii ma skoncentrowaną populację, ze znaczną liczbą ludzi żyjących w apartamentowcach. Ten fakt, uwzględniając teren górzisty zmusił operatorów telefonii komórkowej do zainstalowania stacji bazowych w strategicznych punktach miasta, w głównej mierze na dachach wież i słupach jak również tarasach budynków publicznych i prywatnych, by zapewnić dobry zasięg sieci komórkowej.

Spośród dziewięciu dystryktów, region środkowo-południowy jest najzamożniejszym i trzecim pod względem ludnościowym (249.862). Jest tam wiele obiektów handlowych, usługowych, kilka centrów zakupowych, wiele gospodarstw domowych jedno lub wielorodzinnych. Dzielnica ta posiada kilka szpitali, parków i centrów rekreacji. Większość mieszkańców posiada wyższe wykształcenie, są to przedstawiciele klasy średniej i wyższej. Natężenie ruchu jest znaczne z powodu dużej ilości pojazdów, którymi podróżują mieszkańcy. Region zachodni jest mniej zaludniony, nie posiada wieżowców, a jego mieszkańcy wykazują się niskimi dochodami. Region Barreiro, najbardziej popularny po Środkowo-Południowym ma licznie rozwinięty przemysł. Najpopularniejszym regionem jest Northwestern (IBGE 2000) z populacją 338.753 mieszkańców.

## 2.2. Projekt badania

To ekologiczne studium składa się z analiz przestrzenno-czasowych mających na celu określić, czy jest związek pomiędzy skupiskiem stacji bazowych a zgonami na skutek nowotworów w mieście Belo Horizonte, w położone w południowo-wschodniej części Brazylii. Projekt został wybrany ponieważ możliwość wykorzystania regionów geograficznych jako rozdziałów analizy, gdzie każda z części składowych analizy składa się z grupy osobników czy też społeczeństw. Stąd możliwym jest określić czy jest korelacja między pewnym ryzykiem i występowaniem niektórych objawów wśród populacji. W tego rodzaju studium, nie jest możliwym rozpatrzyć indywidualną charakterystykę, tj. żywienie i nawyki żywieniowe, stopień aktywności, palenie tytoniu, samo leczenie, patologie indywidualne lub czynniki genetyczne (GORDIS 2004).

Analiza opiera się na następujących danych: 1. Baza danych zgonów nowotworowych udokumentowanych w Systemie Zgonów (SIM), dostarczony przez Miejski Departament Zdrowia, 2. Bazę danych rejestru stacji bazowych, dostarczone przez Brazylijską Agencję Telekomunikacyjną (ANATEL), 3. Bazę danych ewidencji mieszkańców (spis mieszkańców), w tym informacje dostarczone przez Brazylijski Instytut do spraw Geograficzno-Startegicznych (IBGE).

Zgony, stacje bazowe i dane demograficzne zostały geo-kodowane, zgodnie ze skupiskami ludności (CTs) lub sektorami ludnościowymi (CSs), które stanowią „terytorialne jednostki zdefiniowane przez IBGE, 2000 w celu określenia przestrzennego podziału populacji”. Definicja CT jest związane ze specyficzną strefą geograficzną, której populacja może być mierzona przez lokalnych ankierów, mając na względzie istnienie geograficznych barier, rozmiar populacji i migracje ludności. W mieście Belo Horizonte zostało wyodrębnionych 2563 skupisk (CT).

### 2.2.1. Zróżnicowanie zgonów spowodowanych rakiem

Głównym celem było zbadanie liczby zgonów na skutek nowotworu ludności w Belo Horizonte mających miejsce w latach 1996 – 2006, które zostały zarejestrowane w Miejskim Departamencie Zdrowia i zostały rutynowo potwierdzone poprzez przyjęte kryteria, pod kierunkiem ekspertów epidemiologicznych miasta, akredytowanych przy federalnych lub lokalnych władzach miasta ds. zdrowia.

Wszystkie zgony spowodowane nowotworem, oparte na aktach zgonu zostały uwzględnione. Następnie zostały wyodrębnione zgodnie z podzbiorem Międzynarodowej Klasyfikacji chorób (ICD), wstępnie wyodrębnione z dokładnego przeglądu literatury naukowej, pod kątem zależności między rakiem a nie-jonizującym promieniowaniem elektromagnetycznym, jak pokazano w tabeli nr 1.

Spośród 22.493 zgonów, które miały miejsce w analizowanym okresie (1996-2006), 7191 zostało wstępnie uznane za spełniające kryterium do tego badania. Wybrane zgony na skutek nowotworu zostały zgrupowane, zgodnie z regionami zamieszkiwania mieszkańców, w oparciu o kody pocztowe miejsc zamieszkania. Baza danych SIM nie zawiera adresów osób które zmarły na nowotwór w 1998r. Stąd też około 780 zgonów mających miejsce w tym roku nie mogło zostać geo-kodowanych, aby zidentyfikować skupiska mieszkańców (CT), została wykorzystana mapa kartograficzna, z granicami określonymi przez IBGE (2000). Zdjęcie 5 pokazuje fluksogram zgonów na skutek nowotworu w okresie 1996-2006.

Przypadki zgonów zostały następnie przeanalizowane z uwzględnieniem kryterium wieku, płci, miejsca zamieszkania i daty wystąpienia oraz współczynnika umieralności, tak jak to opisano poniżej. Po zintegrowaniu danych dotyczących zgonów i ekspozycji stacji bazowych (wyjaśnione poniżej) w obrębie skupisk mieszkańców, wyznaczona została zróżnicowana liczba zgonów, w zależności od daty pierwszego uruchomienia, za którą przyjęto przyznanie zezwolenia (licencji) danej stacji bazowej (7191 zgonów) lub datę zarejestrowania stacji bazowej (8082 zgonów). Dążyliśmy do tego, by oprzeć się na dacie pierwszego zezwolenia, co czyni naszą analizę nawet bardziej konserwatywną.

#### 2.2.2. Stacje bazowe

Baza danych stacji bazowych i ich odpowiednia lokalizacja geograficzna pochodzą z danych ANATEL (<http://www.anatel.gov.br>), a następnie zostały geo-przetworzone, zgodnie ich skupiskami mieszkańców w dwóch wybranych latach: 2003 i 2006. W 2003 było ich w mieście około 474 stacje bazowe, a w 2006 było ich około 856. Skupiska (tzw. punkty zapalne) zostały wyznaczone dla każdego dystryktu (dzielnicy) miasta. Wyjaśniająca analiza została przeprowadzona poprzez tematyczną mapę, z użyciem oprogramowania MAPINFO™, wersja 7 i szacunek Kernel'a.

#### 2.2.3. Przetwarzanie danych i mapa stacji bazowych oraz zgony w mieście Belo Horizonte

Kwalifikowane (spełniające kryteria) zgony na nowotwór zostały następnie naniesione do kręgów z promieniem zróżnicowanym od 100 do 1000m, od centralnego umiejscowienia pierwszego nadajnika antenowego sieci telefonii mobilnej, na której emisję dany mieszkaniec był narażony. Wybór brał pod uwagę datę zgonu i inne dane rejestracyjne lub pierwsze dopuszczenie danej stacji bazowej. Aby zidentyfikować skupiska przestrzenne, całkowita liczba (2563) skupisk ludności korespondująca z dziewięcioma dzielnicami miasta została ponownie wykorzystana. Zostało wykorzystane oprogramowanie, aby zmierzyć najkrótszą odległość między zgonem a anteną i oszacować czas ekspozycji na zgon wobec promieniowania z anten.

#### 2.2.4. Stopa zgonów

Śmiertelność na skutek nowotworu wg skupisk mieszkańców (CT) została ustalona na podstawie diagnozy nowotworu w korelacji międzynarodową klasyfikacją chorób w trakcie badania, z użyciem skupisk ludności (CT), zgodnie z definicją IBGE dla narodowego spisu ludności w 2000 jako przestrzenna analiza danej jednostki. Zgony w każdym skupisku (CT) zostały wykorzystane jako licznik. Jako jednostkę czasową przyjęto rok kalendarzowy. Dane dotyczące zgonów zostały geo-zarejestrowane adekwatnie do adresu danego pomiotu oraz spisu ludnościowego IBGE 2000 dla każdego skupiska ludności. Szacowana populacja objęta ryzykiem została wykorzystana jako mianownik.



Zakumulowane występowanie w mieście Belo Horizonte zostało skalkulowane poprzez podział ogólnej liczby zgonów w każdym regionie wobec całej populacji danego regionu.

#### 2.2.5. Szacunki współczynnika śmiertelności zgodnie z odległością i czasem ekspozycji na promieniowanie stacji bazowych

Aby zrozumieć ekspozycję przestrzenno-czasową na promieniowanie stacji bazowych, czas możliwej ekspozycji korespondujący z każdym zgonem został oszacowany, z użyciem odległości miejsca zamieszkania w warunkach długości ekspozycji pierwszego zainstalowanego transmittera anteny mobilnej sieci komórkowej. By oszacować liczbę dni ekspozycji, został wzięty pod uwagę okres upływu od daty instalacji pierwszej anteny do daty zgonu, poza ekspozycją promieniowania z innych anten które mogły być zainstalowane potem. Niektóre podmioty mogły być poddane ekspozycji na wiele anten w różnym czasie, ale w tym badaniu braliśmy pod uwagę jedynie datę instalacji pierwszej anteny. Określenie odległości od stacji bazowej była w następnej kolejności oznaczona. Każda odległość ze 100 m promieniem ma stację bazową w swoim centrum, z którego zwiększono dystans do 1000m. Dla każdej 100m odległości, zgony, które wystąpiły w czasie upływu czasu, zarówno jak szacowana populacja zamieszkująca w obrębie promienia została poddana obserwacji. Aby uzyskać populację objętą ryzykiem zostały wzięte pod uwagę wszystkie dystrykty (CT), które choć częściowo zostały objęte tym promieniem. Stąd, populacja poddana ryzyku została konserwatywnie zawyżona.

Aby oszacować stopę śmiertelności w obrębie każdego promienia, liczba zgonów została podzielona w zależności od populacji z uwzględnieniem promienia każdego ze skupisk mieszkańców (CT). Przykładowo, dla 100 m promienia, liczba 3569 zgonów została podzielona na 821.890 oszacowanych podmiotów żyjących w obrębie promienia. Dla promieni pomiędzy 200 a 1000m, zarówno liczba zgonów i zawarta populacja zostały uwzględnione w sposób kumulacyjny. Było to konieczne ponieważ podmioty objęte 100 metrowym promieniem muszą być uwzględnione do sporządzenia kalkulacji w obrębie 200 metrowego promienia (zdj. 7, Tabela5).

#### 2.3. Monitoring środowiskowy pola elektromagnetycznego (EMF)

W 2008 rozpoczął się monitoring środowiskowy (EMF) obejmujący skupiska mieszkańców (CT) z największą koncentracją anten w mieście Belo Horizonte. W pomiarach zastosowano pomiar pola elektrycznego próbkę izotropową (isotropic) z częstotliwością o przedziale 0,2 MHz do 3,0 GHz, analizator spektrowy, o częstotliwości 10,0 MHz do 6,0 GHz, multimetr danych (datalogging multimetr), jednostkę GPS i laptop. Dla pomiarów pola przyjęto następujące instrukcje: IEEE 1999, 1992; NCRP 1993; ANATEL aneks do rezolucji nr 303 (ANATEL 2000a, 2000b) i oraz poddano analizie przestrzeń środowiskową sąsiedztwa dwóch stacji bazowych, przeprowadzoną przez Dode (Dode, 2003). Przeanalizowane częstotliwości stacji bazowych korespondowały z okręgami A, B, C i D. podczas pomiarów zwyczajowo stwierdzano silniejsze pole o większej intensywności, w miejscach, gdzie próba była dokonywana z dala od gruntu. Około 400 punktów w środkowo-południowym regionie miasta, które zostały umieszczone na placach, w parkach, szkołach i budynkach mieszkalnych w pobliżu stacji bazowych zostało uwzględnionych w niniejszym badaniu.

#### 2.4. Komitety Etyczne



Ze względu na to, że niniejsze studium zawiera dane osobowe, zostało ono zaaprobowane przez etyczne komitety Zarządów Instytucjonalnych Przeglądów (Institutional Review Boards) Uniwersytetu Federalnego w Minas Gerais oraz w Miejskim Departamencie Zdrowia w Belo Horizonte, zgodnie z rezolucją 196/1996 Ministra Zdrowia Brazylii.

### 3. Rezultaty

#### 3.1. Całkowita ilość zgonów na skutek nowotworu wybranych z przedziału 1996-2006.

Zdj. 7 pokazuje geograficzne umiejscowienie przypadków zgonów na skutek nowotworu, potwierdzonych w literaturze i wybranych zgodnie z Tabelą 1, stwierdzających 7191 zgonów ogółem. Szczegółowy geograficzny opis zgonów można zobaczyć w Tabeli 2. Region Środkowo Południowy (SD) zawiera największą bezwzględną liczbę zgonów, a na kolejnych miejscach są Północno-zachodni i Wschodni Rejon (SD).

#### 3.2. Stacja bazowa

Wszystkie zarejestrowane stacje bazowe które zostały geo-zarejestrowane w 2006 r. są uwidocznione na zdj. 8. Odsetek stacji bazowych zainstalowanych w grudniu 2003r. był największy w Środkowo-Południowym rejonie, wynosząc 38,6% (182 spośród 474), do grudnia 2006r. odsetek wyniósł w przybliżeniu 39,6% (338 spośród 856). Odsetek stacji bazowych w podziale na dzielnice Belo Horizonte w 2003 i 2006 roku jest zaprezentowany na zdj. 9.

#### 3.3. Przetwarzanie danych i mapa stacji bazowych oraz zgonów w mieście Belo Horizonte.

Zdj. 10 przedstawia przykład geo-rejestracji stacji bazowych i zgonów na skutek nowotworu w śródmieściu Belo Horizonte, położonych Środkowo-Południowym Regionie. Dana stacja bazowa może posiadać trzy, sześć, dziewięć, dwanaście lub więcej anten, w zależności od wymogów danego regionu.

Ażeby wyznaczyć skupiska przypadków w przestrzeni, dziewięć dzielnic (SD) w Belo Horizonte i ich 2563 skupisk mieszkańców (CT) zostało wykorzystanych jako jednostki analizy. Na zdj. 11 są skupiska mieszkańców (CT) z odnotowanymi 12,13, 14, a nawet 18 zgonami.

#### 3.4. Stopa śmiertelności

Odsetek zgonów na skutek nowotworu w sakli roku w mieście Belo Horizonte od 1996 do 2006r., z uwzględnieniem rozpoczęcia ekspozycji, za co uznano datę pierwszego dopuszczenia jest ukazana na zdj. 12. Zakumulowane występowanie stopy na 1000 mieszkańców dla każdej dzielnicy (SD) jest pokazane w Tabeli 4. Ponownie Środkowo-Południowy Rejon (SD) wykazuje najwyższe zakumulowane występowanie współczynnika, tj. 5,83 przypadków na 1000 mieszkańców, a najmniejszy współczynnik wynosił 2,05 przypadków na 1000 mieszkańców w dzielnicy Barreiro (SD).

Ten sam trend został zaobserwowany zarówno dla kobiet, jak i mężczyzn mających te same profile podczas objętych badaniem lat. Jak można było się spodziewać, występowanie zgonów wśród kobiet i mężczyzn było wyższe w przypadku osób powyżej 40 roku życia, gdzie liczba zgonów wyniosła 3923 dla mężczyzn i 3268 dla kobiet. Po 40 roku życia współczynnik śmiertelności wyniósł (7,91%),

wzrastając w przypadku obu płci, jak pokazano w tabeli 3. Po 60 roku życia, współczynnik był nawet wyższy i wynosił (22,33%).

Dodatkowy graf 1 pokazuje stopę śmiertelności na skutek nowotworu, zgodnie z klasyfikacją ICD. Najpoważniejsze przyczyny stanowiły złośliwy nowotwór oskrzeli i płuc (C34) 19,55%, złośliwy nowotwór żołądka (C16) 14,5%, złośliwy nowotwór prostaty (C61) 12,57% oraz złośliwy nowotwór piersi (C50) 11,53%. Największa bezwzględna liczba zgonów miała miejsce w regionie Środkowo-Południowym SD (Tabela 2). Proporcjonalna umieralność wg płci przedstawia zdj. 13 i 14.

### 3.5. Szacunki współczynnika umieralności wg odległości i czasu ekspozycji względem stacji bazowych

Stopy umieralności zostały określone poprzez korektę umieralności populacji na 10.000 mieszkańców, zgodnie z promieniem odległości od stacji bazowej o długości 1000m. w rejonie 100m promienia, bezwzględna liczba zgonów wyniosła 3569 (odsetek z 49,63%), a stopa śmiertelności wynosiła 43,42 osób na 10.000 mieszkańców. W porównaniu z całkowitą stopą śmiertelności, relatywne ryzyko w tym obszarze wynosi 1,35. W obszarze powyżej 200m zanotowano wzrost o 1408 zgonów, całkowita liczba zgonów to 4977, a stopa umieralności wynosi 40,22 osób na 10.000 mieszkańców, a relatywne ryzyko 1,25 (Tabela 5). Tym sposobem szacunki śmiertelności na skutek nowotworu zostały obliczone wewnątrz promienia do 1000m od stacji bazowej. Relatywne ryzyko uwidacznia spadek dawki odpowiadającej pochyleniu z odległością zamieszkiwania od pierwszej dopuszczonej stacji bazowej

Zdj. 15 prezentuje współczynnik śmiertelności na skutek nowotworu w zależności od odległości od stacji bazowej w mieście Belo Horizonte w czasie przeprowadzania badania. Zakumulowana stopa śmiertelności na skutek nowotworu określona przez podzielenie całkowitej liczby zgonów w czasie (n=7191) przez całkowitą liczbę populacji zamieszkującej miasto (2.238.332) pokazała ryzyko umieralności wynoszące 32,12 na 10.000 mieszkańców, co zostało pokazane na zdj. 15. W tym studium, wartość ta stanowi tzw. hipotezę zerową (null hypothesis), tj. całkowitą liczbę zgonów mających miejsce w czasie podzieloną wg populacji, niezależnie od bliskości względem stacji bazowych. Zdj. 16 pokazuje podział liczby zgonów na skutek nowotworu wobec długości ekspozycji od czasu działania pierwszej anteny w każdym z analizowanych skupisk ludzkich (CT).

### 3.6. Monitoring środowiskowy pola elektromagnetycznego

- Rezultaty dotyczące pola elektromagnetycznego dostarczyły podstawowej informacji do oszacowania ryzyka zdrowotnego u osób narażonych na ekspozycję. Ogólnie poddano pomiarowi 400 punktów w Centralno-Południowym rejonie w 2008r., gdzie występowała największa koncentracja anten telefonii komórkowej. Intensywność poddanego pomiarowi pola elektrycznego wyniosła 7,32V/m, różniąc się od 0,4 do 12,4 V/m. Zwyczajowo stwierdzano silniejsze pole elektromagnetyczne w lokalizacjach powyżej gruntu. Częstotliwość stacji bazowych oscylowała w przybliżeniu od 800MHz do 1800 MHz. W 2003 gęstość mocy mieściła się w przedziale od 0,898 $\mu$ W/cm<sup>2</sup> do 3,066 $\mu$ W/cm<sup>2</sup>.

## 4. Dyskusja

Elektryczna i elektromagnetyczna częstotliwość (EMF) oddziałują na system biologiczny, gdyż penetrują organy tkankowe, a biologiczne systemy są poddawane delikatnym bioelektrochemicznym reakcjom, które podtrzymują procesy życiowe i podlegają wpływom tych obszarów. Jak wykazują źródła literatury (Kundi and Hutter 2009, Sage and Carpenter 2009, Khurana 2008 Bioinitiative Report 2007, Cherry 2006, Cherry 2007, Hardell and Sage 2007) ekspozycja na promieniowanie elektromagnetyczne niskiej intensywności w długim okresie czasu stanowi niebezpieczeństwo chorób ludzi. Badania wskazują na środowisko kancerogenne jako alert wobec społeczności naukowej (Hardell 2007). Bioefekty i negatywne zjawiska zdrowotne mają miejsce na częstotliwościach o wiele niższych niż RF (częstotliwość radiowa) i szczególnie niskich częstotliwości bez jakiegokolwiek efektu cieplnego.

Khurana et al. (2010) stwierdził poprzez przeprowadzenie dziesięciu epidemiologicznych studiów PubMed, które wskazały występowanie efektów neurobehavioralnych lub raka. W ośmiu z powyższych studiów, populacja zamieszkiwała w odległości 500m od stacji bazowych. Jednakże wszystkie ekspozycje mieściły się poniżej akceptowalnych międzynarodowych wskazań. Stąd sugeruje się, że te wskazania mogą być nieadekwatne w przypadku ochrony zdrowia ludzkiego. Dodatkowe epidemiologiczne badania o znacznie szerszym zakresie są konieczne celem oszacowania długoterminowego oddziaływania na RF ze stacji bazowych telefonii komórkowych, aby zrozumieć ich wpływ na zdrowie.

Badanie to opiera się na badawczych pracach ekologicznych, które wykorzystują obszary geograficzne jako części składowe wcześniejszych danych do zidentyfikowania obszaru ryzyka. Dane te zostały zintegrowane, także wiadoma jest charakterystyka genetyczna, nawyki życiowe, żywieniowe i inne czynniki każdego osobnika. Często badania ekologiczne są początkiem procesu epidemiologicznego, a spostrzeżenia są rozumiane jako alert/stan zagrożenia.

W Belo Horizonte stopa śmiertelności była skoncentrowana wokół anten i była rozproszona nad całym miastem. W odległości do 100 m, bezwzględna liczba zgonów wynosiła 3569, 43,63% zgonów, stopa śmiertelności wynosiła 43,42 osoby na 10.000 mieszkańców a relatywne ryzyko wynosiło 1,35. Jeśli nie bierze się pod uwagę odległości od stacji bazowych dla całej populacji Belo Horizonte (2.238.332 mieszkańców), stopa śmiertelności wynosi 32,12 na 10.000 mieszkańców, co stanowi tzw. hipotezę zerową (null hypothesis).

W badaniu tym stwierdzono większą niż 34,76 stopę śmiertelności dla mieszkańców zamieszkujących w odległości 500m od anten nadawczych w przeliczeniu na 10.000 mieszkańców. Wartość ta malała w przypadku zamieszkujących w dalszej odległości od stacji bazowej, co pokazuje zdjęcie 15.

Skonkludowano, że relatywne ryzyko nowotworu, w zależności od odległości od stacji bazowej w Belo Horizonte na przestrzeni 1996-2006 było większe niż w promieniu 500m od stacji bazowej (Tabela 5). W mieście Netanya, w Izraelu w 2004r., autorzy również stwierdzili wzrost o 4,15 raza zachorowalności na nowotwór w przypadku mieszkańców strefy do 350m od stacji bazowej, w porównaniu do zamieszkujących poza tą strefą (Wolf and Wolf 2004). Badanie retrospektywne w mieście Naila w Niemczech, pokazało, że ryzyko nowych przypadków raka jest trzy razy wyższe dla zamieszkujących w odległości 400m od stacji bazowej z antenami transmisyjnymi w ciągu ostatnich dziesięciu lat (1994 i 2004) w porównaniu z tymi, którzy zamieszkiwali w miejscach bardziej oddalonych.

Dodatkowo, tylko zgony tych, którzy byli narażeni na ekspozycję od momentu pierwszego dopuszczenia stacji bazowej zostały wzięte pod uwagę w niniejszym opracowaniu, chociaż znajdowały się anteny, które zostały zainstalowane w dacie rejestracji (przed data dopuszczenia).

Zaobserwowano również, że region Centralno-Południowy SD posiadał największą koncentrację anten oraz największe zanieczyszczenie elektromagnetyczne. Rejon ten mieścił w sobie 38,6% zainstalowanych anten w 2003 i 39,6% w 2006. Ponownie, poprzez georeferencję zaobserwowano większą koncentrację specyficznych przypadków zgonów na skutek nowotworu w tym regionie. Zakumulowane występowanie współczynnika na 1000 mieszkańców było największe w Centralno-Południowym rejonie SD, osiągając wartość 5,83, stopa ta była najniższa (2,05) w rejonie Barreiro.

W Centralno-Południowym rejonie nie ma fabryk, jest to wyłącznie zamieszkały przez mieszkańców, mieści się tam sektor usług i handlu. Nie ma linii napięcia, autostrad, portów lotniczych, dróg szybkiego ruchu. Jednak wiele prywatnych pojazdów porusza się po tym terenie, jego mieszkańcy cieszą się wysokim socjalnym statusem i zamożnością. Są tam liczne zalesione ulice i ogrody. W regionie Centralno-Południowym SD występuje rosnąca emisja, wliczając w to hałas, gazy, opary, aerodyspersoidy, węglowodory z których każdy wpływa niszcząco na ludzkie zdrowie. Poza obecnością zróżnicowanych potencjalnych czynników, które mogą wpływać na jakość życia i zdrowie mieszkańców zamieszkujących to miejsce, stopa śmiertelności pozostaje skoncentrowana w pobliżu anten, w odpowiadającym stopniem nachylenia i nie zostały rozproszone na całe miasto.

Wiek i płeć nie wydają się być znaczące w tym badaniu. W mieście Belo Horizonte, tak, jak w całej Brazylii, populacja również cierpi z powodu demograficznej migracji, która charakteryzuje się starzeniem się populacji i jest to możliwym czynnikiem powodującym chroniczne degeneratywne schorzenia. Patrząc na profil proporcjonalnej śmiertelności według wieku i płci na przestrzeni 10 omawianych lat nie ma żadnego specyficznego trendu ani dla kobiet ani dla mężczyzn, a najwyższy odsetek rozpoczyna się w wieku 40 lat i wzrasta do 60 lat. Niezależnie od roku proporcjonalna śmiertelność według płci i wieku pozostaje na stabilnym poziomie podczas całego okresu, wskazując, że nie ma znaczącej zmiany w proporcjach zgonów z powodu raka, gdzie wiek jest brany pod uwagę.

Zgodnie z zasadami ICNIRP, ludzki poziom dla parametru „AT large” (ICNIRP 1998) dla częstotliwości (f) wiązki określanej od 400 do 2000 MHz, intensywność pola elektrycznego E (V.m<sup>-1</sup>) równa się 1,375 1/2V/m, co z kolei równa się 1,375 pierwiastek z fV/m.

Wartości te są zgodne z poziomem oznaczenia wzorców dla ludzi kiedy porównuje się je z obecnym brzmieniem federalnego prawa brazylijskiego, które ustanawia następujące limity: dla pola o intensywności 900MHz pole elektryczne 41,25 V/m i gęstość mocy 451,34 μW/cm<sup>2</sup>, dla intensywności pola 1800 MHz elektryczne pole 58,33 V/m i gęstość mocy 902,49 μW/cm<sup>2</sup>. Limity ekspozycyjne dla ludzi są wyłącznie oparte na efektach termalnych.

W 2003 największe pole elektryczne stwierdzone podczas monitoringu środowiska stacji bazowych wyniosło 3,06 μW/cm<sup>2</sup>. W 2008 największe pole elektryczne stwierdzone podczas monitoringu środowiska stacji bazowych wyniosło 12,4 V/m i największa gęstość mocy wyniosła 40,78 μW/cm<sup>2</sup> w pobliżu anten komórkowych w wiązce o częstotliwości 890 do 1800 MHz. Wartości te są o wiele większe niż te, raportowane w studium Netanya (ok. 0,53μW/cm<sup>2</sup>). Najmniejsza wartość stwierdzona w pomiarach wyniosła dla intensywności pola 0,4 V/m i gęstości mocy 0,04μW/cm<sup>2</sup>.

Największą zaletą tego studium ekologicznego jest to, że jest to pierwsze podejście epidemiologiczne celem którego jest ustalenie istnienia możliwego związku pomiędzy oznaczoną ekspozycją a rezultatami zdrowotnymi z wykorzystaniem charakterystyki danej grupy.

Najistotniejszymi ograniczeniami obecnego studium były projekt/model studium i wykorzystanie wtórnych danych. Przez model rezultaty grupy nie mogły zostać przewidziane dla każdej osoby w populacji. Choć dane zostały starannie zestandaryzowane i zebrane od oficjalnych przedstawicieli Departamentu Zdrowia Miasta, są one przedmiotem błędnej klasyfikacji z powodu braku informacji i błędów we wprowadzaniu danych i diagnostyce. W sumie ani ludzkie nawyki ani czynniki genetyczne mieszkańców nie mogły być brane pod uwagę.

Poza wspomnianymi ograniczeniami, obecne studium przyniosło istotny wkład do zagadnienia, z czego najważniejsze jest występowanie ognisk zgonów na skutek nowotworu związanych z występowaniem skupisk stacji bazowych. Choć kierunek związku nie mógł być oznaczony, praca zademonstrowała istnienie takich zjawisk. Co więcej dogłębne prace są prowadzone, a my nalegamy na zaadoptowanie Zasady Ostrożności (Precautionary Principle) i poddanie rewizji polityki krajowej w kierunku zwiększonej restrykcyjności limitów dla ludzi związanych z tą technologią. Przyjęcie poziomów promieniowania energii elektromagnetycznej podobnych do bardziej restrykcyjnych limitów ekspozycji w wielu innych krajach i miastach powinno być jednym z najważniejszych wskazań publicznej ochrony zdrowia. W tej sprawie odwołujemy się do rezolucji z Porto Alegre.

Zasada Ostrożności stwierdza, że tam gdzie możliwe jest występowanie negatywnych efektów zdrowotnych lub wobec środowiska, również nie w pełni potwierdzonych/niepewnych, ryzyko bezczynności może być większe niż ryzyko działania, w szczególności w odniesieniu do kontroli ludzkiej ekspozycji na promieniowanie nie-jonizacyjne. Zasada Ostrożności odwraca obciążenie dowodami ze strony tych, którzy podejrzewają ryzyko u tych, którzy podejmują działania i potwierdza, że tylko wtedy, kiedy nowe odkrycia naukowe będą dokonane, jako wyjątkowe kryterium do wyznaczenia lub zmiany zaleceń/wskazań. Zasada utrzymuje, żeby utrzymać ostrzeżenia do czasu, kiedy nowe odkrycia/spostrzeżenia zostaną dokonane.

Od maja 18 do 19 w 2009r. w Porto Alegre, Rio Grande w Brazylii miało miejsce seminarium „Międzynarodowe promieniowanie nie-jonizacyjne a zdrowie”, sponsorowane przez Uniwersytet Federalny Rio Grande do Sul. Celem seminarium było zaprezentowanie wykładów jako bazy do dyskusji pomiędzy brazylijskimi i innymi naukowcami oraz publiczną służbą zdrowia na temat potencjalnych biologicznych i zdrowotnych konsekwencji i ustanowienia limitów ekspozycji nie-jonizacyjnego pola elektromagnetycznego (NIR).

Seminarium to było również sponsorowane przez Ministra Zdrowia Brazylii, jak również kilka rządowych i pozarządowych organizacji, instytuty badawcze z kilku krajów, wszystkie te podmioty wniosły wkład do dyskusji.

Naukowcy, władze publicznej służby zdrowia, jak również władze legislacyjne, wykonawcze i sądowe z Ameryki południowej również uczestniczyły w tym wydarzeniu.

Strona: [WWW.ufgr.br/ppgee/rni.htm](http://WWW.ufgr.br/ppgee/rni.htm)

Po tym wydarzeniu została podjęta Rezolucja Porto Alegre i zaaprobowana przez naukowców z wielu krajów oraz uczestników, dla których zrozumiałym jest problem ochrony zdrowia i należyty stan

środowiska, co wymaga natychmiastowego przyjęcia Zasady Ostrożności (Precautionary Principle) i przyjęcia paru zaleceń ostrożnościowych.

Strona: [WWW.icems.eu/docs/resolutions/Porto Alegre Resolution.pdf](http://WWW.icems.eu/docs/resolutions/Porto_Alegre_Resolution.pdf)

## 5. Wnioski

Badanie niniejsze dowiodło istnienia przestrzennej korelacji pomiędzy przypadkami zgonu na skutek nowotworu a lokalizacja stacji bazowych w mieście Belo Horizonte w latach 1996-2006.

Stopa śmiertelności i relatywne ryzyko były wyższe w przypadku zamieszkujących w promieniu 500m od stacji bazowej, w porównaniu ze średnią śmiertelnością w skali całego miasta, zaobserwowano także zmniejszone odpowiadające dawki pochylecia w przypadku zamieszkujących w dalszych odległościach od stacji bazowych miasta, które także posiadało najwyższe zakumulowane występowanie (5,83/1000 mieszkańców).

Stwierdzone (zmierzone) wartości promieniowania elektromagnetycznego (EMF), wyznaczone w 2008 i 2003 były znacząco poniżej wartości dopuszczanej prawem (federalne prawo Brazylii) nr 11943 z 5 maja 2009r. Tym niemniej wartości napotkane w niniejszym opracowaniu przewyższały dopuszczalne limity ekspozycji na ludzi w innych krajach i miastach świata, jak np. Włochy ( $10\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ), Paryż ( $1\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ), Salzburg ( $0,1\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ) i Porto Alegre ( $4,2\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ).

Nowe badania epidemiologiczne muszą to zagadnienie zbadać z zastosowaniem bardziej czasowej i adekwatnej metodologii, żeby dostarczyć dowodów mogących potwierdzić związek pomiędzy zagrożeniem na jednostkowym poziomie. W międzyczasie, dobitnie sugerujemy przyjęcie Zasady Ostrożności (Precautionary Principle) do czasu, kiedy limity ludzkiej ekspozycji, tak, jak ustanowione Brazylijskim prawem federalnym, nie zostaną przeszacowane.

Dodatkowe materiały odnoszące się do niniejszego artykułu można znaleźć w linku:  
doi:10.1016/j.scitotenv.2011.05.051.

## Pozdękowania

Chceliśmy podziękować dr n. med. Marcia Salvator Geo, dr Helvecio Miranda Magalhaes Junior, inż. ds. Telekomunikacji Luciano Assirio Bossi, inż. Livia Daniella Pereira Dode i Aline Dayrrel Ferreira Sales, epidemiolog za ich wkład wniesiony do zagadnienia.

## Bibliograficzna lista referencyjna

Alanko T, Hietanen M, von Nadelstahd P. Occupational exposure to RF fields from base station antennas on rooftops. *Annals of telecommunications*. From the issue entitled "Health protection and RF exposure assessment: engineering aspects, 63. ; 2008. p. 125-32.. Numbers 1-2, DOI: 01007/S12243-007-0001-6.

ANATEL [online] Available from: <[www.anatel.gov.br](http://www.anatel.gov.br)> 21st April, 2011.

ANATEL — "Agenda Nacional de Telecomunicacao": Telecommunications National Agency. Resolucao no. 303 de 2 de julho de 2002 — Aprova o Regulamento sobre Exposicao a Campos Eletricos, Magneticos e Eletromagneticos na Faixa de Radio-frequecias entre 9 kHz e 300 GHz. (Resolution n°. 303, July 2nd, 2002 — Approves the Regulation on Exposure to Electric, Magnetic and Electromagnetic Fields in the Radiofrequencies Band from 9 kHz to 300 GHz.); 2000a. [online]. Available from: <[www.anatel.gov.br](http://www.anatel.gov.br)>.

ANATEL — "Agenda Nacional de Telecomunicacoes": Telecommunications National Agency'. Anexo a Resolucao no. 303 de 2 de julho de 2002 — Regulamento sobre Limitacao da Exposicao a Campos Eletricos, Magneticos e Eletromagneticos na Faixa de Radiofrecuencias entre 9 kHz e 300 GHz. (Annex to Resolution n°. 303, July 2nd, 2002 — Regulation on Exposure to Electric, Magnetic and Electromagnetic Fields in the Radiofrequencies Band from 9 kHz to 300 GHz.); 2000b. [online]. Available from: [www.anatel.gov.br](http://www.anatel.gov.br).

Beall C, Delzell E, Cole P, Brill I. Brain tumors among electronics industry workers. *Epidemiology* 1996;7:125-30.

Berlinsvill D, Avnoach I, Baazov D, Zusman I. Household electromagnetic fields and breast cancer in elderly women. *May-Jun;In Vivo* 2005;19(3):563-6. 2005. [online]. Available from: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15875777>>. May 2nd, 2008.

BIOINITIATIVE REPORT: A rationale for a biologically-based public exposure standard for electromagnetic fields (ELF and RF). [online]. 2007. Available from: <<http://www.bioinitiative.org>>, in 2010.

BRAZIL. Ministry of Health, [online]. Available from [www.saude.gov.br](http://www.saude.gov.br). 2011.

Cherry N. Scientific evidence of the risk of adverse health effects from chronic exposure to low-level electromagnetic radiation — EMRAA Electromagnetic Radiation Alliance of Australia, E-mail: [emraa@ssec.org.au](mailto:emraa@ssec.org.au), Sept 1999.

Cherry N. Health effects associated with mobile base stations in communities: the need for health studies. New Zealand: Lincoln University — Environmental Management and Design Division, 8 June 2000; 2007.. [online]. Available on Dec. 2006. Sep.

Dode, Adilza Condessa. Poluição ambiental e exposição humana a campos eletromagnéticos: estudo de casos no município de Belo Horizonte com ênfase nas estações radiobase de telefonia celular. (Environmental pollution and human exposure to electromagnetic fields: a case study in Belo Horizonte municipality emphasizing mobile phone base stations). Dissertação: Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos — Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. (Thesis: Master Degree in Sanitation, Environment and Hydric Resources — Engineering School, Federal University of Minas Gerais, Belo Horizonte City, Brazil), p1 75.2003.

Eger H, Jahn M. Specific health symptoms and cell phone radiation in Selbitz (Bavaria, Germany) — evidence of a dose-response relationship. *Umwelt-Medizin-Gesellschaft* 2010;23:2.

Eger H, Hagen Ku, Lucas B, Vogel P, Voit H. Einfluss der räumlichen Nähe von Mobilfunkseanlagen auf die Krebsinzidenz. *Umwelt-Medizin-Gesellschaft* 2004;17:4. Feychting M, Forssen U, Floderus B. Occupational and residential magnetic field exposure and leukemia and central nervous system tumors. *Epidemiology* 1997;8: 384-9. Gadzicka E, Bortkiewicz A, Zmyslony M, Szymczak W, Szyjkwowska A. Assessment of subjective complaints reported by people living near mobile phone base stations [Abstract]. *Biuletyn PTZE Warszawa* 2006;14:23-6. GORDIS L. *Epidemiologia*. Translation from English: 'Epidemiology'. 2. ed. Rio de Janeiro: Revinter; 2004.. 302p. Guenel P, Nicolau J, Imbernon E, Chevalier A Goldberg M. Exposure to 50-Hz electric-field and incidence of leukemia, brain tumors and other cancers among French electric utility workers. *Am J Epidemiol* 1996;144:1107-21. Hallberg JO. Malignant melanoma of the skin - not a sunshine story! *Med Sci Monit Jul* 2004;10(7):CR336-40. (Electronic publication ahead of print, 2004 Jun 29). Hardell L, Sage C. Biological effects from electromagnetic field exposure and public exposure standards; 2007. doi:10.1016/j.biopha.2007.12.004.. [online]. Available from: <[www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)>. Dec. Hardell L, Carlberg M, Ohlson C-G, Westberg H, Eriksson M, Hansson Mildt K. Use of cellular and cordless telephones and risk of testicular cancer. *Int J Androl* 2007;30: 115-22. IBGE — Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística ('Brazilian Institute of Geography and Statistics'). Censo Demográfico (Demographic Census) 2000.[online]. Available from: <[www.ibge.gov.br/censo](http://www.ibge.gov.br/censo)>. Apr. 2008. IBGE — Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística ('Brazilian Institute of Geography and Statistics'). Censo Demográfico (Demographic Census) 2010. [online]. Available from: <[www.ibge.gov.br/censo](http://www.ibge.gov.br/censo)>. May 2011. ICNIRP — International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. Guidelines for limiting exposure to time varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz). *Health Phys* 1998;74:494-522. April 1998. IEEE — Institute of Electrical Electronics Engineers Inc. IEEE - IEEE recommended practice for the measurement of potentially hazardous electromagnetic fields - RF and microwave. IEEE - C95.3-1991 (Revision of ANSI C95.3-1973 and ANSI C 95.5-1981), New York USA; 1992. IEEE — Institute of Electrical Electronics Engineers Inc. IEEE standard for safety levels with respect to human exposure to radio frequency electromagnetic fields, 3 kHz to 300 GHz. IEEE - C95.1.1999 Edition (Incorporating IEEE Std C95.1-1991 and IEEE Std C95.1a-1998), New York USA; 1999. Johansson O. Electrohypersensitivity: state-of-the-art of a functional impairment.



Electromagn Biol Med 2006;25:245-58. KATHEREIN MOBILCOM BRASIL LTDA. HUEMER E, LENSIGKI. *Guia pratica de antenas* (*Practical guide of antennas*). Dinamica Grafica e Editora Ltda. 2ª. Edicao. Sao Paulo. 52p. 1999.

Khurana VG. Mobile phones and brain tumours — ©; 2008.. G. Khurana — All Rights Reserved, [online]. Available from: <[www.brain-surgery.us](http://www.brain-surgery.us)>. Apr. 2008. Khurana VG, Hardell L, Everaert J, Bortkiewicz A, Carlberg M, Ahonen M. Epidemiological evidence for a health risk from mobile phone base stations. *Int J Occup Environ Health* 2010;16.no.3,Jul/Sep. Kundi M, Hutter HP. Mobile phone base stations — Effects on wellbeing and health. *Pathophysiology* (2009) (PATPHY-597). doi:10.1016/j.pathophys.2009.01.008. Elsevier Ireland Ltd. 13 pp. Accepted 30 January 2009. Lai H. Biological effects of radiofrequency radiation from wireless transmission towers; a presentation at the "Cell Tower Forum: State of the Science/State of the Law" sponsored by the Berkshire-Litchfield Environmental Council on December 2, 2000, in Lakeville, CT, USA [online]. Available from: <<http://www.indymedia.ie/attachments/jul2007/henrylatbioeffectsfromtowersl.pdf>>. Apr. 2011. Apr. 2008. Mack W, Preston-Martin S, Peters JM. Astrocytoma risk related to job exposure to electric and magnetic fields. *Bioelectromagnetics* 1991; 12. 57e66. NATIONAL COUNCIL ON RADIATION PROTECTION AND MEASUREMENTS NCRP. - Report n." 119 — A practical guide to the determination of human exposure to radiofrequency fields. Maryland, USA: Bethesda; 1993.. ISBN 0-929600-35-5. Navarro EA Segura J, Portoles M, Gomez-Perretra C The microwave syndrome: a preliminary study in Spain. *Electromagn Biol Med* 2003;Vol. 22(N.º283):161-9. USA Sage C, Carpenter DO. Public health implications of wireless technologies. (PATPHY-603). *Pathophysiology* 2009. doi:10.1016/j.pathophys.2009.01.011. Elsevier Ireland Ltd. 14 pp. Accepted 30 January 2009. Santini R Santini P, Danze JM, Le Ruz P, Seigne M. Enquete sur la sante de riverains de stations relais de telephonie mobile: I/Incidences de la distance et du sexe. *Pathol. Biol. (Paris)* 2002;50:369-73. Santini R Santini P, Danze JM, Le Ruz P, Seigne M. Enquete sur la sante de riverains de stations relais de telephonie mobile: II/Incidences de l'age des sujets, de la duree de leur exposition et de leur position par rapport aux antennes et autres sources electromagnetiques. *Pathol.Biol. (Paris)* 2003;51:412-5. Schoemaker MJ, Swerdlow AJ, Ahlbom A et al. Mobile phone use and risk of acoustic neuroma: results of the interphone case-control study in five North European countries. *Br J Cancer* 2005;93:842-8. Stang A. Federal Ministry for Education and Research of Germany. The possible role of radiofrequency radiation in the development of uveal melanoma. *Epidemiology* 2001; vol. 12(n.º1):7-12. UN — Population Crisis Committee of the United Nations. 2007. UNDP — United Nations Development Programme. In Amaral E., Thesis of Postgraduate degree in management and assessment of social projects in urban areas, Sociology and Anthropology Department, Human Sciences and Philosophy, Federal University of Minas Gerais - UFMG. 2008. Wakeford R The cancer epidemiology of radiation. *Oncogene* 2004;23. 6404e28. Wolf R, Wolf D. Increased incidence of cancer near a cell-phone transmitter station. *Int J Cancer Prevention* April 2004;1 (2).