

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DE
PORTO ALEGRE – UFCSPA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA
SAÚDE**

Dissertação de mestrado

**Determinantes ambientais da
mortalidade materna na Guatemala:
estudo ecológico**

UFCSPA

**Universidade Federal de Ciências da Saúde
de Porto Alegre**

Aluno: Jorge Humberto Polanco González

Orientador: Prof. Dra. Eliana Wendland

Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil

2019

P762d Polanco González, Jorge Humberto

Determinantes ambientais da mortalidade materna na Guatemala: estudo ecológico / Jorge Humberto Polanco González. – 2019.

63 f. gráf. il. tab.

Dissertação (mestrado) -- Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, 2019.

Orientador(a): Eliana Wendland.

1. Mortalidade materna. 2. Gravidez. 3. Guatemala. I. Wendland, Eliana. II. Título.

Jorge Humberto Polanco González

**Determinantes ambientais da
mortalidade materna na Guatemala:
estudo ecológico**

Estudo ecológico

Dissertação submetida ao Programa de
Pós-Graduação em Ciências da Saúde da
Universidade Federal de Ciências da
Saúde de Porto Alegre como requisito para
Obtenção do grau de Mestre.

Orientadora: Dra. Eliana Márcia Wendland

MD PhD.

Porto Alegre

2019

AGRADECIMENTOS

A Deus, em primeiro lugar por me dar força de sair do meu país, longe da minha casa e conseguir meu objetivo.

Aos meus pais e irmãos pela ajuda para tomar a decisão de ir ao Brasil e estar comigo todos os dias me alentando para chegar ao fim.

A minha família González, pela ajuda econômica que recebi. Homero, Aracely, Mario e Eddy, obrigado de coração.

A Universidade de San Carlos de Guatemala, minha alma mater! Pelos conhecimentos e oportunidades que-me dá todos os dias.

A meus parceiros de trabalho, pelos conselhos que me deram para eu sair da minha zona de conforto. Pedro, Victor, Herman, Carlos, Walter, Lucia e Luís meus amigos e professores.

A Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, a minha querida UFCSPA! Meu segundo lar. Onde encontrei grandes personagens da ciência, grandes científicos para admirar, grandes professores e grandes amigos.

A professora Eliana, pela paciência, conselhos e pela ajuda na formação de um mestre.

A meus amigos brasileiros, tudo teria sido diferente sem vocês. Obrigado por aceitar a um guatemal-gaúcho! Leonardo, Maitê, Marta, Jessica, Sidney, Carine, Marina e Fernanda, vocês têm que ir para Guatemala e conhecer meu país!

A família Lopes Zorsetto, pelas conversas, jantãs, pipocas, cachorros quentes, chimas, jogos, canastras e filmes. Vocês têm um lugar especial no meu coração.

A meu irmão Stuardo, por ser um irmão, parceiro, amigo, em todos momentos. Tu vais conseguir também!

A família Ramirez Morales, por me puxar para terminar de escrever a dissertação!!!! Ao fim!

A minha namorada, Margarita... te encontrei quando eu não procurava nada e achei TUDO! Obrigado por estar comigo quando eu mais precisei. Te amo!

Por último, OBRIGADO BRASIL! OBRIGADO RIO GRANDE DO SUL!!!! OBRIGADO PORTO ALEGRE!!

EU DEIXO UMA PARTE DO MEU CORAÇÃO COM VOCÊS! NA SALGADO FILHO, NO CENTRO, NA RUA DONA FIRMINA, NA SARMENTO LEITE, NA OSWALDO ARANHA!!!! AS RUAS QUE ANDEI CONHECENDO UMA BELA CIDADE!!! VOLTAREI PRONTO!!!!

“A tu sombra seremos mejores, los alumnos de San Sebastián”

Resumo

Na Guatemala morrem 153 mulheres a cada 100.000 nascidos vivos. As complicações de gravidez e parto são as principais causas de morte em mulheres de 15 – 49 anos, e as principais causas de morte são: 53% hemorragias, 14% infecções, 12% hipertensão por gravidez e 10% por aborto; 5 de cada 10 mortes ocorrem na casa das mulheres, 4 de cada 10 em postos de saúde. **Objetivo Geral:** Identificar o fator ambiental de maior relação com a mortalidade materna nos estados da Guatemala. **Metodologia:** Estudo de série de dados temporais da localização espacial das ocorrências das mortalidades maternas. Os dados foram analisados por meio de estatística descritiva, para obter Razões de Mortalidade Materna distribuídas pelas localizações. Obtiveram-se os mapas digitais das regiões da Guatemala na página de Sistema gerencial de planejamento da Guatemala. Depois foram feitos os mapas com a distribuição das mortes maternas baseado em três níveis: altitude, distância dos postos de saúde e falta de estrada pavimentada. Na análise de dados se utilizou o software SAM, e foram construídos mapas de distribuição espacial utilizando o método espacial de análise por cluster de Kulldorf e foram criados mapas de Kingrig. **Resultados:** Ocorreram 1783 mortes maternas na Guatemala durante os anos 2012 a 2015. A média nacional de da razão de mortalidade materna foi de 108 mulheres por 100.000 nascidos vivos. Onze dos vinte dois estados tiveram um resultado acima da média nacional. A maioria das mortes aconteceram em hospitais públicos e nas residências das mulheres. **Conclusões:** Os estados com maior mortalidade materna são os que apresentam-maior pobreza no país, acima do 83% em alguns casos; exceto na cidade capital que apresentou mais de 41% de pobreza. 609 mortes maternas aconteceram no domicilio das mulheres, 236 casos foram por hemorragia (placenta prévia, hemorragia do terceiro período); 172 casos foram causados por transtornos relacionados com a gravidez.

Palavras chave: mortalidade materna, Guatemala, georreferenciamento, fator ambiental

Abstract

In Guatemala, 153 women die per 100,000 live births. Pregnancy and childbirth complications are the leading causes of death in women aged 15 - 49 years. The main causes of death: 53% Hemorrhages, 14% infections, 12% pregnancy hypertension and 10% per abortion; 5 out of 10 deaths occur in women's homes, 4 out of 10 in health posts. **General Objective:** To determine the environmental factor with the greatest relation with maternal mortality in the departments of Guatemala. **Methodology:** Study of temporal data series. **Universe:** Women registered in the Guatemalan health information system (SIGSA) from the years 2012 to 2015. All the data of the women registered in the Guatemalan health information system (SIGSA) of the departments of Guatemala were worked on. Then, the distribution analysis for maternal deaths was performed based on three levels: altitude, distance from health posts and lack of paved road. In the data analysis the SAM software was used, and spatial distribution maps were constructed using the Kulldorf spatial cluster analysis method and Kingrig maps were created. **Unit of analysis:** Spatial location of occurrences of maternal mortality. **Data analysis:** Data were analyzed by means of descriptive statistics, to obtain Maternal Mortality Ratios distributed by the locations. Clusters were made by the common variables that the data present. In order to make the maps, the digital maps of the Guatemalan regions were obtained from the georeferential maps page of the Guatemala Planning Management System. **Results:** The national average maternal mortality ratio was 108 women per 100,000 live births. Eleven of the 22 departments had a result above the national average. **Conclusions:** The departments with the highest maternal mortality are the ones that express the greatest poverty in the country, up to 83% in some cases; except for the capital city that has up to 41% poverty. 609 maternal deaths occurred in the homes of women, 236 cases were caused by hemorrhage (pre-delivery, placenta previa, hemorrhage of the third period); 172 cases caused by disorders related to pregnancy.

Keywords: maternal mortality, Guatemala, georeferenced, environmental factor

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

OMS: Organização Mundial da Saúde

ONU: Organização das Nações Unidas

ODS: Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

CID-10: Classificação Internacional de Doenças

RMM: Razão de Mortalidade Materna

OR: Odds Ratio

SIG: Sistema de informação Georreferencial

DBMS: Data Base Management System

GUI: Graphical User Interface

IC: Intervalo de confiança

LISTA DE TABELAS E FIGURAS

Tabela 1. Razão de mortalidade materna nos estados da Guatemala durante o ano de 2015	9
Figura 1. Mapa da localização do “Corredor Seco” na República da Guatemala.....	11
Figura 2. Razão de mortalidade materna por faixa etária na Guatemala de 2007 a 2015.....	12

SUMÁRIO

<i>REVISÃO DA LITERATURA</i>	1
1. REPÚBLICA DA GUATEMALA	1
1.1 Situação da mortalidade materna no mundo	2
<i>1. 2. Mortalidade materna na Guatemala</i>	5
2.1 Fatores associados a mortalidade materna	10
2.2 Vigilância epidemiológica	11
<i>3. Ambiente e Saúde</i>	13
3.1 Definição e usos da epidemiologia ambiental.....	14
3.2 Sistemas de Informação Geográfica	16
3.2.1 Componentes dos Sistemas de Informação Geográfica	16
3.2.2 Criação dos dados e análise espacial	18
<i>4. Mortalidade Materna e análise espacial</i>	19
<i>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</i>	21
<i>OBJETIVO</i>	28
<i>ARTIGO CIENTÍFICO</i>	29
<u><i>Manuscrito: Environmental determinants of maternal mortality in Guatemala: an ecological study</i></u>	30

1. REVISÃO DA LITERATURA

1.1 REPÚBLICA DA GUATEMALA

A república da Guatemala está localizada na América Central, entre 14 e 18 graus de latitude norte e 88 e 92 graus de longitude oeste. Com uma extensão territorial de 108.889 quilômetros quadrados; compartilha fronteiras com o México ao norte e oeste, ao leste com Honduras, Belize e El Salvador e ao sul com o Oceano Pacífico. Por falta de um dado oficial, foram estimados 17.300.000 habitantes no ano de 2018. A Guatemala é um país multicultural e multilíngue, onde são reconhecidas 23 línguas diferentes que são faladas pelos diferentes grupos étnicos. O país está dividido em 8 regiões, 22 estados e 339 municípios reportados até o ano 2015. (1)

A população tem uma distribuição heterogênea na quantidade e nos grupos étnicos. Nas regiões Central, norte, noroeste e sudoeste estão concentradas a maior porcentagem da população indígena; no oriente e região metropolitana do país predomina a população ladina ou mestiça. (1)

No último século a Guatemala sofreu grandes mudanças sociais, sendo um país com muitas riquezas, mas com muitas iniquidades e desigualdades na sua população, com grande impacto ambiental e, por conta disso, efeitos negativos na saúde. (2)

A população é constituída de 51% de mulheres e 49% de homens. Quanto à distribuição de renda, 51% do total da população está na linha da pobreza e 15,2% na extrema pobreza, sendo que 51,5% da população reside na área rural e 23% na região metropolitana. (3) 70% da população não tem trabalho formal e a classe média teve uma redução de 26% (2006) para 21% (2014). (3)

Com taxa de natalidade de 24,5 para cada 1.000 pessoas, taxa de mortalidade de 4,7 para cada 1000 pessoas, taxa de fertilidade de 2,83

crianças por mulher e taxa de mortalidade materna de 108 mulheres por 100.000 nascidos vivos no ano de 2015, (1, 2) o que deixa a Guatemala com um índice de desenvolvimento humano (IDH) de 0.49, sendo o país com menor IDH da América Central e do Caribe, no entanto, acima somente do Haiti. (36)

Situação da mortalidade materna no mundo

A mortalidade materna é o termo estatístico que descreve a morte de uma mulher durante o período da gravidez, parto ou até 42 dias após o parto (OMS). É um problema grave da política de saúde em vários países, sobretudo nos países pobres e em desenvolvimento. (6)

Foi criado pela OMS o critério de morbidade materna grave ou “*near miss* materno” que é definido como: “uma mulher que quase morreu, mas sobreviveu a uma complicação materna grave, ocorrida durante a gravidez, o parto ou em até 42 dias após o término da gravidez”. As condições ameaçadoras à vida (CAV) são uma lista de condições reconhecíveis por características clínicas, laboratoriais ou de manejo que suportam esta classificação estabelecida pela OMS com o objetivo de unificar critérios diagnósticos, os quais são o extremo de condições potencialmente ameaçadoras (CPAV) ou complicações maternas e se caracterizam por algum sinal de disfunção orgânica. (37)

Dos 190 países membros da OMS, somente 78 processam a informação de mortalidade materna de forma correta, sistemática e verificável, o que significa que somente cerca de 35% da população mundial (11) é avaliada de forma sistemática e fornece dados para estatísticas em saúde pública. No ano de 2000, 15% das mulheres grávidas desenvolveram complicações; 300 milhões de mulheres grávidas sofreram algum tipo de complicação a curto ou longo prazo; 60 milhões de partos não foram atendidos por profissionais de saúde e 99% das mortes maternas ocorreram nos países de terceiro mundo, somente 1% restante nos países desenvolvidos. (11)

Os Objetivos do Desenvolvimento do Milênio pactuados pela Organização das Nações Unidas tinham o propósito de melhorar a situação de saúde global entre os anos de 2000 e 2015. (9) Quando os objetivos foram pactuados no ano 2000, a África apresentava uma média de mortalidade materna de 640 mulheres por 100.000 nascidos vivos no ano de 2003, valor que muda dependendo da região africana. Na África oriental, países como Etiópia, Somália, Quênia, Uganda e Tanzânia têm uma razão de 660 mulheres mortas por 100.000 nascidos vivos, enquanto na África central, países como Sudão, Nigéria, Congo, Zaire, Burundi e Mali possuem uma razão de 690. Nos extremos continentais, as taxas tendiam a decrescer; na África do Norte Marrocos, Argélia, Tunísia e Egito têm uma razão de 500 e na África do Sul, Moçambique, África do Sul, Zimbábue e Angola tinham uma razão de 570. (11)

No final dos 15 anos avaliados pelo ONU houve uma melhora nos indicadores reportados na África setentrional (República Centro-africana, Argélia, Benin, Burkina Fasso, Camerão, Chade, Costa do Marfim, Egito, Eritreia, Etiópia, Gambia, Gana, Guiné, Guiné-Bissau, Libéria, Líbia, Mali, Marrocos, Mauritânia, Níger, Nigéria, Saara Ocidental, Senegal, Serra Leoa, Somália, Sudão, Sudão do Sul, Togo, Tunísia, Djibuti) com uma razão de mortalidade materna de 70/100.000 (Lim. inferior 56 – Lim. superior 92) com uma média de 3100 mortes maternas. Na África subsaariana uma razão de mortalidade materna de 546/100.000 (Lim. Inferior 511 – Lim. Superior 652) com 201.000 mortes maternas, 4000 delas relacionadas com o HIV/AIDS. (12)

Os níveis diferem um pouco com relação a Ásia para o ano de 2003, destacando que os países da Ásia Oriental (China e Japão) tinham a razão mais baixa, correspondendo a 55 mulheres por 100.000 nascidos vivos. Ao contrário das regiões da Ásia sudeste com 420/100.000 (Birmânia, Tailândia, Vietnam, Singapura) e Ásia do Sul com 650/100.000 (Índia, Paquistão, Sri Lanka, Nepal, Indonésia), valores que decrescem na Ásia Ocidental em países como Turquia, Síria, Líbano, Israel, Jordânia, Irã,

Iraque, e Arábia Saudita até uma média de 340/100.000 mulheres por nascidos vivos. (11)

A situação melhorou no ano de 2015 nos países da Ásia oriental, conseguindo uma redução no Japão até uma razão de 5/100.000 e na China uma razão de 27/100.000 mulheres por nascidos vivos. Na Ásia meridional são reportadas até 66.000 mortes de mulheres por ano (RMM 176/100.000), no Sudeste Asiático 13.000 mortes de mulheres por ano (RMM 110/100.000), na Ásia Ocidental 4.700 mortes de mulheres por ano (RMM 91/100.000). As melhores taxas de mortalidade materna correspondiam aos países da Europa com uma média de 36 mulheres por 100.000 nascidos vivos (ano 2003), conseguindo uma redução no ano de 2015 com uma média de até 10 mulheres por 100.000 nascidos vivos. A Europa é exemplo para se copiar as estratégias utilizadas na redução de mortalidade materna, investindo em educação e em sistema de saúde. (11-12)

Na América o panorama depende da região estudada, no ano de 2003 foram reportadas razões de mortalidade materna por nascidos vivos em média de 240 na América do Sul, 220 no Caribe, 280 na América Central e 32,7 na América do Norte, sendo México o país com mais mortes de mulheres (83/100.000). (11)

Embora os Estados Unidos seja um país desenvolvido, ainda possui problemas com a taxa da mortalidade materna, que no ano de 1990 era de 16,9 mortes por 100.000 e no ano de 2015 essa cifra aumentou para 24,7 mulheres por 100.000 nascimentos. O distrito de Columbia teve um aumento da taxa de 18,8 no ano 2000 para 23,8 no ano 2014. Outros estados como Califórnia e Texas também demonstraram aumento nas taxas da mortalidade. Esse aumento se deve ao difícil acesso ao sistema de saúde por meio dos convênios e a uma má revisão dos dados apresentados pelos estados. (13)

Conseguiu-se uma redução para o ano 2015 na América do Sul de em média 60/100.000 mortes de mulheres e na América Central e Caribe uma taxa de 175/100.000, destacando-se nesta região a Costa Rica com a taxa mais baixa, de 25 mortes de mulheres por 100.000 nascidos vivos, segundo a OMS. (12)

O Brasil conseguiu melhorar suas taxas de mortalidade materna em comparação com o ano de 2000, quando apresentava 95 mulheres por 100.000 nascimentos, até conseguir uma redução de 53% e apresentar uma taxa de mortalidade materna de 44 mulheres por 100.000 nascimentos. (12)

Entre as principais causas de morte materna no Brasil estão o aborto, descolamento prematuro da placenta, placenta prévia, rotura do útero, trauma e hemorragia pós-parto. Sendo as regiões do Norte e Nordeste do Brasil as que mais apresentam estes tipos de casos. Essa tendência pode ter uma relação com as diferenças socioeconômicas ou com dificuldades no acesso aos serviços de saúde, comparadas com as outras regiões. (14)

Na América Central, o representante das melhoras nas estratégias para combater a mortalidade materna é a Costa Rica, que utilizando trabalho interinstitucional feito desde o ano 2000, conseguiu ocupar o 62º lugar do ranking das Nações Unidas, conseguindo uma redução da razão da mortalidade materna de 3,9 até 2,8 por dez mil nascimentos para o ano de 2015, sendo unicamente superado por Uruguai e Chile na América Latina. Costa Rica capta as mulheres em risco, devido a que a maioria das mortes ocorre por uma causa obstétrica direta. (15)

2. Mortalidade materna na Guatemala

Na Guatemala houve uma redução de 44% entre os anos 1990 e 2015, diminuindo-se de 240 (1990) para 108/100.000 habitantes (2015). Ainda assim não se conseguiu alcançar a meta estabelecida nos objetivos do milênio

que era uma redução de 75%, ficando em terceiro lugar da região da América Central, atrás de Honduras e-Nicarágua. (16)

Os estados da Guatemala com maiores taxas de mortalidade materna são apresentados na seguinte tabela:

Tabela 1. Razão de mortalidade materna (por 100.000 nascidos vivos) nos estados da Guatemala no ano de 2015.

DEPARTAMENTO	RMM	DEPARTAMENTO	RMM
Huehuetenango	201,8	Quiché	98,5
Totonicapán	148,6	San Marcos	98,0
Alta Verapaz	138,8	Baja Verapaz	97,0
Chiquimula	123,5	Suchitepéquez	83,1
Sololá	122,6	Petén	81,2
Sacatepéquez	122,1	Guatemala*	76,4
Quetzaltenango	121,7	Jutiapa	75,8
Santa Rosa	115,5	Chimaltenango	72,9
Escuintla	109,2	El Progreso	69,3
Izabal	102,8	Zacapa	31,7
Jalapa	101,8	Retalhuleu	23,1

Média do país 108,0/100.000 nascidos vivos

Fonte: Informe de País: Situación de la mortalidad materna 2014 – 2015.

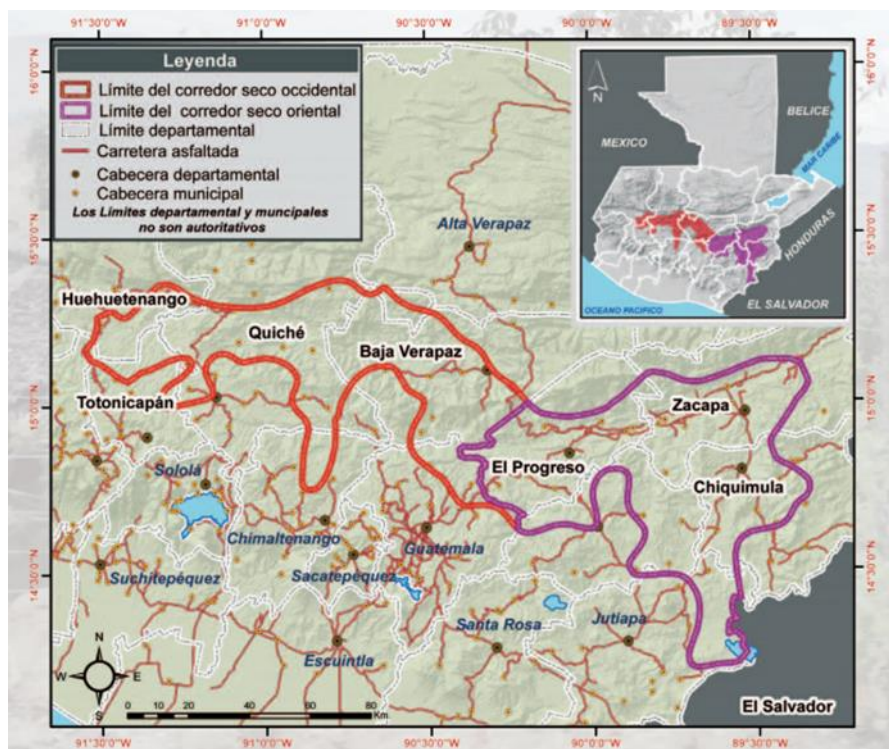
RMM = Razão de Mortalidade Materna; *Cidade Capital da Guatemala

Os estados com maior mortalidade materna na Guatemala são Huehuetenango, Totonicapán, Alta Verapaz e Chiquimula, com valores acima

da média nacional, coincidentemente, estes são os estados com maior índice de pobreza no país.

Quando olhamos a distribuição das mortes por região, observamos que a região Metropolitana tem uma razão de mortalidade materna de 76,4 e a Região do corredor seco (área definida “como a região com características semiáridas e em risco de secas. Figura 1), têm as razões de mortalidade materna mais baixas e correspondem aos estados do El Progreso e Zacapa. (16-17)

Figura 1. Mapa da localização do “Corredor Seco” na República da Guatemala.



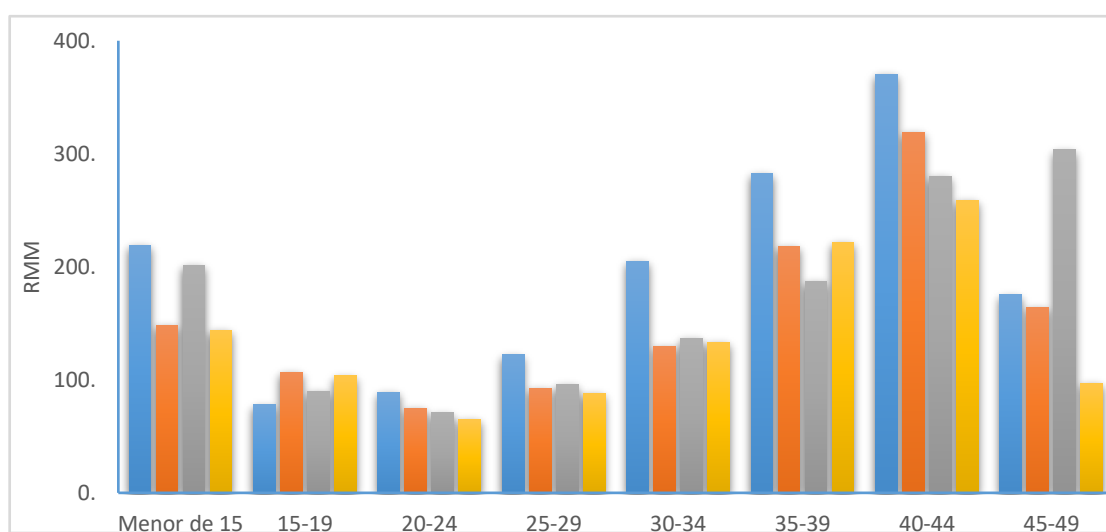
Fonte: Evaluación del Bienestar Humano y Ambiente en el Corredor Seco Oriental de Guatemala, p 25

O “corredor seco” é a região que abrange um total de 10.200 km² nos departamentos de Quiché, Baja Verapaz, El Progreso, Guatemala, Zacapa, Chiquimula, Jalapa e Jutiapa com um total de 46 municípios. Com topografia variada devido ao fato de que 49% do território se encontra a menos de 1.000 metros sobre o nível do mar e o 51% supera essa altura até os 3.000 metros. As projeções do Instituto Nacional de Estatística da Guatemala, indicam que esta região possui uma totalidade de 1.251.324 pessoas em 3.236 comunidades, com uma variação de 1.000 habitantes até 15.000 pessoas; com uma densidade populacional de 100 habitantes por quilômetro quadrado. Com temperaturas acima dos 27 graus centígrados e com

precipitações pluviais menores de 1.000 mm por ano consegue ter uma predominância do clima semiárido pela falta da cobertura florestal. Este tipo de clima contribui para a pouca capacidade de cultivo, e isso reflete na desnutrição e outras doenças que existem na área. (17, 18)

No informe do país, apresentado pelo Ministério de Saúde Pública, são apresentadas as taxas de mortalidade materna pelas diferentes faixas etárias (Figura 2)

Figura 2. Razão de mortalidade materna por faixa etária na Guatemala 2007-2015.



Fonte: Informe de País: Situación de la mortalidad materna 2014 – 2015.

RMM: Razão de Mortalidade Materna.

Na análise de risco por faixa etária, pode-se observar que existe maior risco na faixa etária menor de 15 anos, efeito que aumenta depois dos 24 anos diretamente proporcional com a idade das mulheres. Os grupos étnicos mais afetados segundo o Ministério de Saúde da Guatemala é o grupo indígena, tendo uma redução da razão de 163 no ano 2007 até o ano 2015 com uma razão de 138,9. Quanto ao nível de escolaridade apresentado no informe de mortalidade materna, os dois maiores grupos o 43% das mortes possuem nível primário e o 37% ao grupo analfabeto. (16)

Para o ano 2014, o risco de morrer aumenta de acordo com o número de filhos das mulheres, obtendo assim razões maternas de 592,1 nas mulheres que têm 9 filhos, 458,8 nas mulheres com 8 filhos, 265,4 nas mulheres com 7 filhos

até valores de 151,2 nas mulheres com 3 filhos, 108,6 nas mulheres com 2 filhos, 121,1 nas mulheres com 1 filho e 25,3 nas mulheres sem filhos. (16)

Cerca de 80% das causas das mortes de mulheres para o ano de 2015, foram por causa direta e 20% por causa indireta, sendo a maior porcentagem das mortes ocorridas devido a hemorragias, crises hipertensivas, infecções e abortos. (2)

As hemorragias ocorridas têm relação com o terceiro período do parto, retenção placentária e atonia uterina, representando 78% das causas de mortalidade materna. Com relação a hipertensão durante a gravidez, 65% têm relação com eclampsia e 35% com pré-eclâmpsia. (10)

A mortalidade materna pode ter quatro etapas para serem avaliadas, chamadas demoras. As primeiras três demoras têm relação com a identificação de sinais de perigo (demora 1), as decisões tomadas pela comunidade (demora 2) e as dificuldades de acesso aos serviços para atendimento de emergências (demora 3) e a última demora tem relação com o atendimento das mulheres nos serviços de saúde. (16) Durante o ano 2015, a grande maioria das mortes ocorreu devido à demora no atendimento das mulheres nos serviços de saúde. (16)

A existência de artigos publicados sobre a mortalidade materna na Guatemala foi complicada, além de ser procurados em diferentes motores de pesquisa de artigos investigação medica complicou a redação de base para o referencial teórico. É por isso que realizar uma pesquisa com dados da Guatemala é muito importante, servindo de subsídio para a implementação de estratégias de saúde pública, para identificar e corrigir os riscos que existem e influenciam na mortalidade materna.

2.1 Fatores associados a mortalidade materna

Essas mortes são consideradas indicadores universais da qualidade da atenção nos serviços de saúde e das condições nas quais as pessoas estão vivendo. A morte materna é produto dos determinantes ou fatores que atuam direta ou indiretamente nas mulheres, esses fatores podem ter relação no contexto social, a pobreza afeta a saúde de todas as pessoas; mas os produtos, os excessos das mortes maternas são pelas inequidades de gênero no interior das culturas: costumes, sistemas de valores e organização, acesso ao status social, troca de recursos, bens e serviços e as crenças da reprodução, doenças e morte. Além disso, existe uma sub-valorização com relação ao gênero masculino onde existe uma limitante no acesso a saúde, educação e nutrição. Nos países em desenvolvimento existe uma má orientação para uma conduta de serviço nas comunidades e uma falta de instrução para possuir condutas reprodutivas adequadas, acesso a saúde e atenção nos serviços de atenção materna e planificação familiar. As mulheres grávidas também sofrem de violência intrafamiliar, em um estudo feito no México demonstrou que 35% das mulheres haviam sofrido maltrato em algum momento da sua vida e 9% sofreu maltrato durante a gravidez. (3-4).

Fatores biológicos como nível de desnutrição, comorbidades como a hipertensão na gravidez com uma incidência de até 35%, diabetes gestacional com uma incidência de até 7,7%, doenças cardíacas de até 17,2 por 1.000 mulheres grávidas e 59,7% dessas doenças são adquiridas (prolapso valvular mitral com uma incidência de 45%) e das doenças cardíacas congênitas a comunicação interauricular corresponde a 36% e história obstétrica anterior. (4-7)

Estes tipos de fatores de risco aumentam a probabilidade de ter resultados negativos nos processos de reprodução, por isso as informações das mortes maternas podem ser obtidas por diferentes tipos de abordagens, um tipo de “autópsia verbal” que tem como objetivo

descrever os fatores estruturais, sociais e culturais que contribuíram na mortalidade em situação de gravidez, parto e puerpério, e outro como a abordagem “near miss” (quase perdida) que centra seu objetivo em identificar as mulheres que conseguiram sobreviver ainda assim tendo condições letais e determinar quais fatores contribuíram para sua sobrevivência. (8)

Durante o ano de 2015 a Organização das Nações Unidas (ONU) lançou a redução da mortalidade materna dentro dos 17 objetivos de desenvolvimento sustentável. Tendo como finalidade conseguir uma redução de até 70 mulheres por 100.000 nascidos vivos.

A mortalidade materna (ODS 3) tem relação com outras metas estabelecidas nos objetivos do desenvolvimento sustentável, como a redução da mortalidade neonatal (ODS 3) e o combate contra HIV/AIDS, devido ao fato de que as mulheres mais pobres e com menor nível de educação tem maior risco de morrer durante os períodos de gravidez, parto e pós-natal, e o trabalho conjunto dos objetivos fortalece os direitos das mulheres, aumento da educação das meninas (ODS 5) e erradicação da pobreza extrema (ODS 1). (9)

2.2 Vigilância epidemiológica

A mortalidade materna faz parte da vigilância epidemiológica dos países. Na Guatemala existe uma vigilância ativa nas mulheres em idade fértil (10-54 anos) para analisar as causas que incidem na mortalidade das mulheres, determinando níveis críticos e estabelecendo e implementando estratégias na tomada de decisões para cumprir a redução estabelecida pelo governo. As definições com que se trabalha na vigilância são (10):

1. Morte de mulher em idade fértil: acontece em mulheres de 10 até 54 anos de idade.

2. Morte com relação à gravidez: acontece na mulher desde a concepção até os 42 dias depois do parto, sem importar a causa da morte.

a. Morte acidental: as que acontecem por uma causa que tem relação com acidente (acidente de trânsito, queda, etc.)

b. Morte incidental: acontece devido a causas relacionadas com um incidente (suicídio). (As mortes acidentais e incidentais não são utilizadas para construir a razão da mortalidade materna).

c. Morte materna:

“Morte de uma mulher durante a gestação ou dentro de um período de 42 dias após o término da gestação, independentemente da duração ou da localização da gravidez, devida a qualquer causa relacionada com ou agravada pela gravidez ou por medidas em relação a ela, porém não devida às causas acidentais ou incidentais” (CIE-10) (3)

I. Diretas: mortes ocorridas durante a gravidez, parto ou puerpério, de intervenções, omissões, tratamentos incorretos ou de uma série de acontecimentos originados em qualquer circunstância antes descrita.

II. Indiretas: aquelas mortes que são resultados de doenças diagnosticadas antes da gravidez ou de uma doença que evoluiu durante esse tempo, não pelas causas obstétricas diretas, mas agravadas pelos efeitos fisiológicos da gravidez.

III. Morte materna tardia: morte ocorrida pelas causas obstétricas diretas ou indiretas depois dos 42 dias do parto mas acontece antes do primeiro ano do término da gravidez. (10)

3. Ambiente e Saúde

Durante as últimas décadas foram demonstrados que existem diferentes tipos de determinantes da saúde (distribuição do poder, conhecimento, abundância, riqueza) que inferem diretamente nela. Mas o ambiente tem sido pouco estudado e existe uma dificuldade para compreender a interação e dinâmica entre os humanos e o resto do mundo natural. O exemplo dessa dinâmica do ambiente é a grande capacidade de regeneração, disseminação, descontaminação e reposição dos seus mesmos recursos. Uma interferência em qualquer desses ciclos do ambiente pode ser refletida na saúde das populações, com uma maior demanda de água por o incremento dos habitantes de uma região diminuirá a reposição da mesma, contribuindo com a disseminação de doenças intestinais e provocando a morte dos grupos vulneráveis, tais como crianças, idosos e mulheres grávidas. (21)

As disparidades da saúde são definidas como as diferenças que tem um efeito adverso na saúde das populações com menos vantagens, nível socioeconômico, raça, etnia, posição geográfica e populações vulneráveis. Outro termo que precisa ser definido são as disparidades dos cuidados da saúde, que contribuem na qualidade da atenção da mesma, ou seja, não existe um trato equitativo para as diferentes populações, possuem dificuldade no acesso aos centros de atenção ou necessidades de medicamentos neles. (22)

Os diferentes tipos de grupos estão expostos a numerosas condições sociais insatisfatórias, falta de emprego, de serviços de luz, água, drenagem, estradas pavimentadas, que tem como resultado ficar afastado de um centro de saúde que tem precariedades pelas mesmas causas. Ao ser estudados este tipo de condições que afetam as populações podem se implementar políticas de saúde para melhorá-las. (23)

Existem diferentes tipos de estudos que falam sobre a relação dos determinantes da saúde e a interação neles. As comunidades e seus habitantes sempre são os mais importantes determinantes nos desfechos da saúde e tem sido demonstrado a associação entre os contextos das comunidades e a mortalidade, baixo peso ao nascer, depressão, câncer e doenças cardíacas. Num estudo feito foi demonstrado que o risco de morrer é maior em residentes das comunidades de baixos recursos (OR: 1,58, IC 95%) independentemente dos fatores individuais que existem nas pessoas. (24)

O estilo de vida que as pessoas possuem, criam uma relação dentro das comunidades fortalecendo as estruturas sociais tem um resultado direto na organização para promover a saúde delas; os grupos que são minoria enfrentam diferentes tipos de risco do ambiente e é necessário contextualizar essas experiências para estabelecer diferentes formas de abordagens com cada uma das situações que apresentam. (23)

3.1 Definição e usos da epidemiologia ambiental

A epidemiologia ambiental é parte da saúde pública, que tem como objetivo a medição das exposições das populações e as ocorrências dos desfechos das mesmas. A unidade de análise não é o indivíduo se não, o conjunto ou conglomerado de pessoas que fazem parte da população de estudo, esses conglomerados podem ser constituídos por grupos populacionais, comunidades, regiões ou países. (25)

O desenho de estudo utilizado na epidemiologia ambiental são os estudos ecológicos, onde é assignado uma exposição média ao conglomerado, sem levar em conta a variação individual de cada membro; a medição do evento só leva em conta o número de eventos ou desfechos registrados, atribuindo assim o desfecho com a exposição. Este tipo de estudo permite-nos estudar grandes grupos de populações com um baixo custo

e podem ser feitos em pouco tempo, utilizando estatísticas coletadas ou bancos de dados que foram criados com diferentes objetivos. Os resultados destes tipos de estudos só podem sugerir hipótese que serão avaliadas com outro tipo de estudo. (26)

A saúde ambiental tem como objetivo impedir as doenças, conseguir um equilíbrio ecológico que é necessário para uma coexistência entre o homem e seu ambiente para ter um bem-estar biológico e físico. Deve-se trabalhar com um caráter interdisciplinar avaliando fatores ambientais desde os diferentes pontos de vista e procurar as respostas aos eventos que poderiam ser prejudiciais para o homem; alguns fatores ambientais que afetam as populações são a pobreza, desenvolvimento inadequado, crescimento demográfico acelerado, abastecimentos de água potável, saneamento básico, moradia, alimentação, contaminação ambiental, modelos de assentamentos, subdesenvolvimento, aumento no uso dos recursos naturais. (26)

Segundo a OMS, os riscos tradicionais das populações têm ligação com pobreza e pouco desenvolvimento: não ter acesso aos sistemas de saúde, de água, serviços de limpeza, contaminação intradomiciliar pela combustão de carvão ou petróleo. Os riscos modernos, são aqueles que possuem um perigo para a saúde: contaminação da água, da atmosfera, contaminação de veículos, agricultura intensiva, entre outros. O papel da epidemiologia ambiental deve ser o reconhecimento das relações entre os compostos vivos e não vivos dos ecossistemas, trabalhar de um jeito interdisciplinar, compreensão e conhecimento das comunidades locais com respeito a saúde e os ecossistemas, ou seja, reconhecer as diferentes maneiras que as pessoas de uma comunidade percebem seu entorno, e além disso, uma visão completa da saúde lembrando assim que a tríade clássica das doenças dependem das interações hospede, agente e ambiente.(27)

3.2 Sistemas de Informação Geográfica

Os sistemas de Informação Geográfica (SIG) são, sistemas desenhados para representar quantidades grandes de dados sobre os aspectos do mundo, trabalhando com dados geograficamente posicionados mediante coordenadas espaciais ordenadas pelo computador para armazenamento, recuperação, análise e produção de informação com base nos conceitos de localização, relação, e descrição dos dados. Os fatores associados ao desenvolvimento dos SIG são as dificuldades práticas para obter medições precisas dos mapas por meio de uma representação digital, integração de múltiplos tipos de características como censos, análise do trânsito, ruas, casas, lugares de trabalho, etc.; além disso, a necessidade da integração dos níveis de informação para medir os impactos ecológicos dos projetos de desenvolvimento. (28)

Os SIG integram operações de bases de dados para consulta e análise estatística com as visualizações e análise geográfica dos benefícios oferecidos pelos mapas que são o resultado que se procura. Esse tipo de informação da estrutura espaço-temporal e as relações das variáveis são o resultado que não se poderia observar sem ajuda desse tipo de software e ajudam na construção de informações significativas na tomada de decisões. (29)

3.2.1 Componentes dos Sistemas de Informação Geográfica

Os elementos e componentes dos SIG são organizados de acordo com as funções particulares em diferentes subsistemas (30):

- Subsistema de dados: trabalha com as operações de entrada e saída dos dados, permitindo assim uma gestão dentro do SIG para ter acesso a eles e realizar diferentes funções com os mesmos.
- Subsistema de Visualização e criação cartográfica: permite uma interação dos dados integrando funções que permitem a edição deles.

- Subsistema da análise: está integrado pelos métodos e processos para a análise geográfica dos dados.

Além disso, os SIG possuem 5 elementos principais para estabelecer o manejo dos dados e a posterior análise (30):

- a. Hardware: equipe de computação que trabalha o SIG
- b. Software: encarregado de proporcionar ferramentas e funções para o armazenamento, análise e trabalho da informação geográfica (DBMS – Data Base Management System; GUI – Graphical User Interface) que vão servir para as diferentes consultas e visualização dos elementos.
- c. Dados: elemento principal para trabalhar nos sistemas de informação.
- d. Gente: pessoas encarregadas da administração do sistema e o desenvolvimento dos projetos baseados no mundo real (analistas, desenvolvedores, administradores, programadores e usuários).
- e. Método: são os planos de um desenho e as normas por parte dos desenvolvedores do projeto.

Para uma melhor compreensão dos SIG deve-se examinar o trabalho de cada uma das partes (30):

- Dados espaciais: são dados sem processamento e são distinguidos pela presença de um vínculo geográfico, ou seja, estão ligados a um lugar da terra o que significa que têm uma referência geográfica real, podem ser: estradas, lagos, prédios; e são representados por meio da combinação de pontos, linhas ou polígonos.
- Atributos: características aplicadas aos lugares (nome da estrada, temperaturas estacionais, altura, donos das vivendas).

- Base de Dados: são os grupos de dados com ligações lógicas integrados sistematicamente.

3.2.2 Criação dos dados e análise espacial

Os dados criados pelos SIG são representações dos objetos do mundo real (estradas, terra, altitudes, rios, lagos), e podem ser divididos em objetos discretos (casa) e contínuos (quantidade de chuva, elevação dos territórios). Esses dados quantificam uma distribuição, o estado e as ligações com diferentes tipos de fenômenos ou objetos naturais ou sociais.

Um dado é caracterizado por ter:

- Posição absoluta: em um sistema de coordenadas (x,y,z)
- Posição relativa: com relação aos outros elementos (topologia, inclusão, adjacência, cruzamentos e outros).
- Figuras geométricas: pelos quais são representados (ponto, linhas, polígonos).
- Atributos: características íntimas dos elementos ou fenômenos.

As estratégias utilizadas para criação de dados é uma busca de dados de domínio público ou a criação dos dados a partir dos dados dos satélites, GPS ou trabalhos de campo.

A análise espacial foi desenvolvida recentemente, é baseada nos métodos estatísticos e modelos matemáticos, utilizando mapas e simulações, integrando os resultados das encostas dos comportamentos no espaço e suas representações. A análise esta compreendida pelos procedimentos utilizados na abordagem da

posição e as características dos pontos geográficos e das variáveis em estudo. (31)

As análises geoespaciais misturam e manipulam os dados que são armazenados nos SIG para conseguir uma criação que poderia ser ilustrado por meio de mapas e fazer um registro que vai ser estudado pelo usuário, avaliando o modelo adotado onde serão inclusos os tipos de medições das distâncias e áreas, proximidade das áreas por meio de buffers ou clusters, dissolução ou fusão dos polígonos, superposição, análise das superfícies e análise de redes. (32)

4. Mortalidade Materna e análise espacial

Foram feitos diferentes tipos de estudos utilizando a análise espacial desde os anos 80, onde são discutidos diferentes tipos de abordagens a respeito da localização e os SIG na busca de fatores de risco para as doenças deixando de lado outros fatores como o acesso a saúde, aspectos socioculturais. Utilizando-se de base os estudos ecológicos por meio dos quais se analisam dados individuais de distribuição conjunta das variáveis que afetam a esse grupo, ainda assim este tipo de estudo não é aprofundado, pode ser devido aos complexos modelos e técnicas estatísticas utilizadas pelos SIGs. (33)

No estudo realizado na África do Sul no ano 2017 foram analisados fatores de risco na população de 15-49 anos, encontrando que a razão de mortalidade materna foi de 650 por 100.000 nascidos vivos, e 1.204 mulheres morreram durante os primeiros 5 anos de vida da criança. Não foi encontrada uma evidência significativa nos cluster espaciais, mas foi encontrada uma significância ($p=0,002$) nos clusters de morte materna de mães adolescentes numa área Peri-urbana perto de uma estrada nacional. Além disso, foram encontrados fatores que predizem a mortalidade materna nessas comunidades como ter uma educação primária baixa (OR=1,97, CI 95%: [1,04-3.74]) e número de filhos (OR= 1.42, CI 95% [1,24 – 1,63]). (34)

Outro estudo feito no Brasil, demonstrou pelo uso do SIG as tendências de mortalidade materna espacial e temporal entre 1997 e 2012, utilizando as taxas de mortalidade materna nos períodos (1997-2000, 2001-2004, 2005-2008 e 2009-2012), usou-se os modelos binomiais negativos multivariados para explicar o risco de morte. Seus resultados demonstraram um aumento nas regiões Nordeste, Norte e sudeste. (35)

No Rio Grande do Sul foi feito um estudo ecológico com análise dos dados de 845 óbitos maternos no período 1999-2008. Foram criados 3 mapas com as taxas de 1999, 2003 e 2008 das sete macrorregiões. Nos resultados concluíram que existiu um aumento de 2,0% no período de dez anos (IC 95% 1,00; 1,04; $p=0,01$), sendo que na macrorregião da serra aonde se apresentou a maior razão de mortalidade materna (1,15; IC95% 1,08-1,21 $p<0,001$) ocorrendo a maior parte dos óbitos nas mulheres acima de 40 anos de idade, com baixa escolaridade e de cor branca. As etapas do puerpério mediato foram de maior risco para a morte, sendo as causas diretas a hipertensão arterial e hemorragia com maior impacto negativo. (36)

2. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. España. Ministerio de asuntos exteriores, Unión Europea y Cooperación. República de Guatemala: Ficha país. España: Oficina de información diplomática; 2018.
2. Guatemala. Ministerio de Salud y Asistencia Social, Instituto Nacional de Estadística. Encuesta Nacional de Salud Materno Infantil 2014-2015, Informe Final. Guatemala: MSPAS, INE; 2016.
3. Elu M C, Santos E. Mortalidad materna: una tragedia evitable. Perinatol. Reprod. Hum. [em internet]. 2004 [acessado 2017 Jun 27]; 18(1): 44-52. Disponible em: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-53372004000100006&lng=es.
4. Soni-Trinidad C, Gutiérrez-Mateos A, Santa Rosa-Moreno FJ, Reyes-Aguilar A. Morbilidad y mortalidad materna y factores de riesgo asociados con una urgencia obstétrica. [em internet]. 2015 [acessado 2017 Jun 27]; 83 (2): 96-103. Disponible em: <http://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=56701>
5. Belmar C, Salinas P, Becker J, Abarzúa F, Olmos P, González P, et al. Incidencia de diabetes gestacional según distintos métodos diagnósticos y sus implicancias clínicas. Rev. chil. obstet. ginecol. [en internet] 2004 [acessado 2017 Jun 29]; 69(1): 2-7. Disponible em: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75262004000100002&lng=es.
6. Briones Garduño JC, Díaz de León Ponce M. Mortalidad materna. 1a Edición ed. México 2013.

7. Ocenés Reinoso R, Alsina Vásquez J, Fernández Pérez M, Luna Alonso M. Incidencia de cardiopatías durante el embarazo en la provincia de Villa Clara. CorSalud [en internet] 2012 [accesado 2017 Jun 29] 4(3) 174-9. Disponible em: <http://www.corsalud.sld.cu/sumario/2012/v4n3a12/embarazo.html>
8. Yesica R-F, Alexia M-L. La investigación en morbilidad materna extrema “near miss” en América Latina. Rev Peru Med Exp Salud Pública [en internet] 2016 [accesado 2018 Jul 3] 34(3): 505-11. Disponible em: <https://www.redalyc.org/html/363/36353391018>
9. Organización Mundial de la Salud. Objetivos de Desarrollo Sostenible: Metas. OMS [en internet] 2015 [accesado 2018 Jul 3]. Disponible em: <http://www.who.int/topics/sustainable-development-goals/targets/es/>.
10. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Vigilancia de la embarazada y de la muerte de mujeres en edad fértil para la identificación de las mujeres maternas. Guatemala: MSPAS; 2013.
11. Herrera M. Mortalidad materna en el mundo. Rev. chil. obst. gine. [en internet] 2003 [accesado 2018 Jan 20] 68 (6):536-43. Disponible em: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75262003000600015
12. Organización Mundial de la Salud. Evolución de la mortalidad materna: 1990-2015. Estimaciones de la OMS, Unicef, UNFPA, Banco Mundial y la división de la Población de las Naciones Unidas. OMS [en internet] 2015 [accesado 2018 Jan 20] 16. Disponible em: http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/204114/WHO_RHR_15.2_3_spa.pdf;jsessionid=78D37AC4D33A04995A173123E44B7A25?sequence=1
13. MacDorman M, Declercq E, Cabral H, Morton C. Recent Increases in the U.S. Maternal Mortality Rate. Disentangling Trends From Measurement

- Issues. Obstet Gynecol [en internet] 2016 [accesado 2018 Jan 20] 128(3) 447-55. Disponible em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27500333>
14. De Souza M, Laurenti R, Knobel R, Monticelli M, Brüggemann O, Drake E. Mortalidad materna en Brasil debida a hemorragia. Rev. Latino-Am. Enfermagem. [en internet] 2013 [accesado 2018 Feb 3] 21(3): 8. Disponible em: http://www.scielo.br/pdf/rlae/v21n3/es_0104-1169-rlae-21-03-0711.pdf
15. Instituto Nacional de Estadística y Censos. Mortalidad materna y su evolución reciente 2015. INEC [en internet] 2017 [accesado 2018 Jan 20] 24. Disponible em: <http://www.inec.go.cr/sites/default/files/documetos-biblioteca-virtual/remortalidad-materna.pdf>
16. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Informe de país: Situación de la mortalidad materna 2014-2015. Guatemala: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social; 2017.
17. Castellanos E, Martínez-Tuna M, Martínez-Melgar D, Medinilla O, Alfaro G, García M. Evaluación del bienestar humano y ambiente en el corredor seco oriental de Guatemala Programa Naciones Unidas para el Desarrollo. PNUD [en internet] 2017 [accesado 2018 Jan 20] 40. Disponible em: http://www.gt.undp.org/content/guatemala/es/home/library/crisis_prevention_and_recovery/evaluacion-del-bienestar-humano-y-ambiente-en-el-corredor-seco.html
18. Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación. DIAGNOSTICO A NIVEL MACRO Y MICRO DEL CORREDOR SECO Y DEFINICION DE LAS LINEAS ESTRATEGICAS DE ACCION DEL MAGA [en internet] 2010 [accesado 2018 Feb 10] 34. Disponible em: <http://web.maga.gob.gt/wp->

content/blogs.dir/13/files/2013/widget/public/macro_micro_corredor_seco.pdf

19. Cerda L J, Valdivia C G. John Snow, la epidemia de cólera y el nacimiento de la epidemiología moderna. Rev. chil infectol [em internet] 2007 [acessado 2018 Fev 10] 24 (4): 331-4. Disponível em: [http://www.ph.ucla.edu/epi/snow/revchilenainfectol24\(4\)_331_4_2007.pdf](http://www.ph.ucla.edu/epi/snow/revchilenainfectol24(4)_331_4_2007.pdf)
20. Medronho R, Maul de Carvalho D, Vergetti Bloch K, Roggio Luiz R, Werneck G. Epidemiologia. 1ra ed. Brasil 2004. vol. 1 p.493
21. Tait PW, McMichael AJ, Hanna EG. Determinants of health: the contribution of the natural environment. Aust N Z J Public Health [en internet] 2014 [acessado 2018 Fev 10] 38(2): 104-7. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24690045>
22. Dehlendorf C, Bryant A, Huddelston H, Jacoby V, Fujimoto V. Health disparities : definitions and measurements. Am J Obstet Gynecol [en internet] 2010 [acessado 2018 Fev 10] 202 (3): 212-3. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20207236>
23. Gehlert S, Sohmer D, Sacks T, Mininger C, McClintock M, Olopade O. Targeting Health Disparities: A Model Linking Upstream Determinants To Downstream Interventions. Knowing about the interaction of societal factors and disease can enable targeted interventions to reduce health disparities. Health affairs (Project Hope) [en internet] 2008 [acessado 2018 Fev 10] 27(2): 339-49. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2494954/>
24. Yen I, Kaplan G. Neighborhood social environment and risk of death: multilevel evidence from the Alameda County Study. Am J Epidemiol [en internet] 1999 [acessado 2018 Fev 10] 149 (10): 898-907. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10342798>

25. Montoya D, Olaya F, Carvajal Y, Echavarría S, Arango A, Domínguez C, et al. Epidemiología y la relación salud-ambiente: reflexiones sobre el cambio ambiental, desarrollo sustentable y salud poblacional. Rev Fac Nac Salud Pública [en internet] 2009 [accesado 2018 Feb 10] 27 (2) 211-217. Disponible em: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnsp/v27n2/v27n2a12.pdf>
26. Hernández-Ávila M, Garrido-Latorre F, López-Moreno S. Diseño de estudios epidemiológicos. México: Salud Pública de México; 2000. p. 144-54.
27. Pérez Jiménez D, Diago Garrido Y, Corona Miranda B, Espinosa Díaz R, González Pérez JE. Enfoque actual de la salud ambiental. Revista Cubana de Higiene y Epidemiología [en internet] 2011 [accesado 2018 Feb 10] 49 (1): 84-92. Disponible em: <http://scielo.sld.cu/pdf/hie/v49n1/hie10111.pdf>
28. Araneda C E. Uso de Sistemas de Información Geográficos y análisis espacial en arqueología: Proyecciones y limitaciones. Estudios atacameños [en internet] 2002 [accesado 2018 Feb 10] (22):59-75. Disponible em: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-10432002002200004
29. Arias-Ortiz N. Estudios epidemiológicos en áreas pequeñas: herramientas para analizar la contaminación ambiental y sus efectos en a escala local. Revista Luna Azul. [en internet] 2016 [accesado 2018 Feb 10] (42):341-61. Disponible em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=321744162016>
30. Roger T. Pensando en SIG. Planificación del Sistema de Información Geográfica Dirigida a Gerentes. 3era ed. Press E, editor. California Estados Unidos de América: ESRI Press; 2007. 257 p.

31. Sánchez Cruz Y, Amorós Núñez M. Gestión del agua urbana mediante Análisis Espacial en los SIG. RIHA [en internet] 2012 [acessado 2018 Fev 10] 33(3):58-71. Disponível em: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382012000300005
32. Liria J. Sistemas de información geográfica y análisis espaciales: un método combinado para realizar estudios panbiogeográficos. Revista mexicana de biodiversidad [en internet] 2008 [acessado 2018 Fev 10] 79(1):281-4. Disponível em: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532008000100024
33. Carvalho MS, Souza-Santos R. Análise de dados espaciais em saúde pública: métodos, problemas, perspectivas. Cad. Saúde Pública [em internet] 2005 [acessado 2018 Fev 10] 21(2):361-78. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-311X2005000200003&script=sci_abstract&tlng=pt
34. Tlou B, Sartorius B, Tanser F. Space-time patterns in maternal and mother mortality in a rural South African population with high HIV prevalence (2000–2014): results from a population-based cohort. BMC Public Health [em internet] 2017 [acessado 2018 Fev 10] 17:543. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5457561/>
35. Gonçalves Cordeiro S, et al. Mortalidade materna no Brasil no período de 2001 a 2012: tendência temporal e diferenças regionais. Rev. Bras. Epidemiol. [em internet] 2016 [acessado 2019 Jul 10] 484-493. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbepid/v19n3/1980-5497-rbepid-19-03-00484.pdf>
36. Schmidt S. GEOREFERENCIAMENTO DA MORTALIDADE MATERNA EM PORTO ALEGRE ENTRE 1999 E 2008, SEGUNDO

CARACTERÍSTICAS SÓCIO-DEMOGRÁFICAS, OBSTÉTRICAS E TIPO DE SERVIÇO DE SAÚDE DE ATENÇÃO PRIMÁRIA. Dissertação de mestrado. – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Medicina. Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia. Porto Alegre, BR-RS, 2009.

37. De Pinho J, Costa S, Bastos M, Silva A, Pires G, Pinto P. Conceitos, Prevalência e características da morbidade materna grave, near miss no Brasil: Revisão sistemática. Rev. Bras. Saúde Mater. Infant. Recife 18 (1):37-65 jan. / mar. 2018 [em internet] [acessado 2019 Ago 16] Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1519-38292018000100007&script=sci_arttext&tlng=pt

3. OBJETIVO

3.1 Objetivo geral

Avaliar os fatores ambientais associados a mortalidade materna nos estados de Guatemala.

3.2 Objetivos específicos

1. Identificar as áreas dos estados de Guatemala, com maior mortalidade materna.
2. Indicar a relação entre mortalidade materna e acesso a serviço de saúde
3. Estabelecer a relação entre mortalidade materna e altitude dos lugares com maior frequência de morte materna.
4. Determinar a relação entre mortalidade materna e distância dos serviços de saúde.

4. ARTIGO CIENTÍFICO

4.1 Manuscrito

Environmental determinants of maternal mortality in Guatemala: an ecological study. Será submetido à revista Environmental Journal, cujas normas para publicação estão no link:

<https://ehjournal.biomedcentral.com/submission-guidelines/preparing-your-manuscript/research>

Environmental determinants of maternal mortality in Guatemala: an ecological study

Jorge Humberto Polanco González

Eliana Marcia Wendland

Abstract

In Guatemala, 153 women die per 100,000 live births. Pregnancy and childbirth complications are the leading causes of death in women aged 15 - 49 years. The main causes of death: 53% Haemorrhages, 14% infections, 12% pregnancy hypertension and 10% per abortion; 5 out of 10 deaths occur in women's homes, 4 out of 10 in health posts. **General Objective:** To determine the environmental factor with the greatest relation with maternal mortality in the departments of Guatemala. **Methodology:** Study of temporal data series. **Universe:** Women registered in the Guatemalan health information system (SIGSA) from the years 2012 to 2015. All the data of the women registered in the Guatemalan health information system (SIGSA) of the departments of Guatemala were worked on. Then, the distribution analysis for maternal deaths was performed based on three levels: altitude, distance from health posts and lack of paved road. In the data analysis the SAM software was used, and spatial distribution maps were constructed using the Kulldorf spatial cluster analysis method and Kingrig maps were created. **Unit of analysis:** Spatial location of occurrences of maternal mortality. **Data analysis:** Data were analysed by means of descriptive statistics, to obtain Maternal Mortality Ratios distributed by the locations. Clusters were made by the common variables that the data present. In order to make the maps, the digital maps of the Guatemalan regions were obtained from the georeferenced maps page of the Guatemala Planning Management System. **Results:** The national average maternal mortality ratio was 108 women per 100,000 live births. Eleven of the 22 departments had a result above the national average. **Conclusions:** The departments with the highest maternal mortality are the ones that express the greatest poverty in the country, up to 83% in some cases; except for the capital city that has up to 41% poverty. 609 maternal deaths occurred in the homes of women, 236 cases were caused by haemorrhage (pre-

delivery, placenta praevia, haemorrhage of the third period); 172 cases caused by disorders related to pregnancy.

Keywords: maternal mortality, Guatemala, georeferenced, environmental factor

Introduction

Over 300 million women suffer from health inequities in the short and long term, 60 million deliveries are not attended by health professionals, and 99% of maternal deaths occur in third world countries. (1)

Maternal mortality is defined by the World Health Organization (WHO) as the death of a woman during the period of pregnancy, childbirth or up to 42 days after delivery. Which is the result of the interaction of several determinants or factors that act directly or indirectly on women, in addition to the gender discrimination suffered in several countries. As well as there are biological factors of women in gestational state, gestational diabetes, gestational or congenital heart diseases; there are other factors that are considered universal indicators in the care of health services and the conditions under which they are living, these are studied to describe the social, structural and cultural factors that may contribute to increased mortality. (1-4)

The United Nations (UN) launched the 17 Sustainable Development Goals (SDG) during 2015; one of these goals is to reduce up to 70 women per 100 thousand live births (SDG 3). The importance of this objective lies in the relationship with other sustainable development objectives such as reducing neonatal mortality and combating HIV / AIDS, as well as increasing education for girls (SDG 5) and the eradication of extreme poverty (SDG 1). (5)

From the information generated by the member countries of the World Health Organization that is processed in a precise, systematic and verifiable way, important statistical data has been obtained in Public Health, revealing that 15% of pregnant women develop serious complications. (5)

During the development of the millennium goals, a reduction was achieved in the five continents. In Africa, a reduction of 600 women per 100,000 births was achieved to 546, of which 4000 deaths were related to HIV / AIDS. The statistics of Asia differ in relation to the place studied, for example, East Asia has the lowest mortality ratio in the region with 55 women per 100,000 births; Southeast Asia with 420 women, south Asia with 650 and west Asia with 340 deaths. The best maternal mortality rates correspond to Europe for 2015 with 10 women per 100,000 births. (6-7)

In America for the year 2003, the average maternal mortality ratios were reported 240 for South America, 220 for the Caribbean, 280 in Central America and 32.7 for North America. The only country that did not achieve a reduction in maternal mortality in America was the United States, for the year 1990 they reported 16.9 deaths and for the year 2015 there were 24.7 deaths of women per 100,000 births. (8-9)

In Central America, hard work has been done to reduce the number of maternal deaths. Costa Rica ranks 62nd in the world ranking of reduction in the ratio of maternal mortality, achieving a decrease of 3.9 to 2.8 per ten thousand births by 2015. (10)

In Guatemala, a reduction of 44% was obtained the development of the millennium goals (1990- 2015), going from 240 to 108 deaths of women per 100,000 births. The departments with the highest maternal mortality are Huehuetenango, Totonicapán, Alta Verapaz and Chiquimula with values above the national average (RRM 108) coincidentally are the departments with the highest index of poverty in the country. (11-13)

The health status of a population is the result of the relationships of different determinants such as social, economic and environmental that lead to conditions and quality of life. It has been asserted that the determinants of the health of populations are a set of factors that act in a combined manner and determine the health levels of individuals and communities, contributing significantly to the state of health more than any of the other factors that they determine it, and that an

adequate political intervention and social organization of health services have a positive impact on health levels. (12-15)

The objective of the research was to determine the relationship between maternal mortality and environmental factors in the places that presented the most frequency during the years 2012 to 2015, being the environmental factors evaluated, the distance that exists towards the health units, lack of paved roads, altitude, and weather.

Methodology

The research was designed as a series of temporary data, and to perform the spatial analysis of maternal deaths in Guatemala Databases with data on maternal mortality from the Ministry of Health and Social Assistance of Guatemala were requested from the years 2012 to 2015, with the variables of age, place of occurrence, direct cause, attendance, and health service attended.

Environmental variables as distance to the health centres, altitude, type of access, poverty index, were studied; as health services were defined according to the levels of care, first level of care corresponds to health posts, second level to health centres, permanent care centres and maternal and child care centres were obtained from the web page of the Ministry of Health and Social Assistance of Guatemala.

Guatemala has a very varied topography so the altitude was defined according to the meters above sea level. The type of access to the health units corresponds if it has paved or dirt roads, poverty index is a statistical parameter developed by the United Nations Organization to measure the standard of living of countries that, according to that organization, better reflects the level of deprivation. The tropical location of Guatemala does not allow four seasons to be precisely marked in the year, as in the countries located north or south of the equator. Actually, the seasons are reduced to two: the rainy season, which is called winter - May to October - and the dry season, which is known as summer - November to April (13)

Descriptive statistics for maternal mortality according to place of occurrence in the departments of Guatemala, the type of services where they occurred, and the cause defined by the health services are described. Maternal deaths were georeferenced to allow the evaluation of different environmental characteristics in the number of deaths as distance from residence to health services, altitude, and proximity of paved and unpaved roads.

The number of health services were obtained from the Ministry of Public Health and Social Assistance according to their distribution by departments, reported on the official website <https://www.mspas.gob.gt/> of the same, and located georeferentially by means of the application of google maps; and were grouped into the variables of health post, health centres, permanent care centres (CAP), maternal and child care centres (CAIMI), regional hospitals and reference hospitals. (14)

The causes of maternal death were grouped according to the reports of the Ministry of Health and Social Assistance of Guatemala, into abortion (complete and incomplete)hypertension, haemorrhage, pregnancy-related disorders (uterine atony, vaginal tears, gestational diabetes, placental retention, etc); disorders not related to pregnancy (diabetes, pulmonary thromboembolism, acute myocardial infarction, cerebrovascular events, brain tumours, cancer) and other causes (traffic accident, accidental death and unspecified).

The variable of place of occurrence of work in groups as reported by the ministry of health: death upon arrival (during patient mobilization), maternal and child care centre (CAIMI), permanent care centre (CAP), private clinic, Address, Private hospital, Public Hospital, Guatemalan Social Security Institute (IGSS), health post, transit, public and unspecified road.

For the creation of maps, the health services were referenced satellite using the Google Maps software to locate them by longitude and latitude.

For the creation of the maternal mortality maps, an average of the deaths occurred in the years 2012-2015 was used and the ratios of maternal mortality were created using the number of live births of the year 2014 as standard.

The data of road types, the variation of altitude by departmental regions were obtained from website of the general direction of roads of Guatemala, and they were admitted to the free software Spatial Analysis in Macroecology (SAM).

Ethical considerations

The research was submitted to the ethics committee of the Faculty of Medical Sciences of the University Of San Carlos De Guatemala, with code 17-2018. The author declares no conflict of interests.

Results

During the years 2012-2015, 1,783 cases of maternal death were registered, the data of live births of the year 2014 was used for creation of maternal mortality indicators. In Guatemala, 385,984 children were born during that year, resulting in a maternal mortality ratio average of 106.19 women per 10 thousand live births. (Table 1)

Table 1. Average of maternal mortality ratio in Guatemala.

Department	Year				Mean
	2012	2013	2014	2015	
Alta Verapaz	226.51	132.89	147.99	147.99	163.84
Baja Verapaz	75.56	100.74	125.93	100.74	100.74
Chimaltenango	172.14	133.89	102.01	76.51	121.13
Chiquimula	185.70	139.28	92.85	129.99	136.95
El Progreso	70.79	23.60	141.58	70.79	76.69
Escuintla	94.25	64.80	100.14	111.92	92.78
Guatemala	49.37	47.88	73.31	77.80	62.09
Huehuetenango	190.26	23.78	179.69	211.40	151.28

Izabal	128.21	138.07	118.34	108.48	123.27
Jalapa	116.43	116.43	105.84	105.84	111.13
Jutiapa	71.52	80.46	26.82	80.46	64.81
Petén	104.05	156.08	97.55	84.54	110.55
Quetzaltenango	53.61	87.73	87.73	126.72	88.95
Quiché	172.46	169.01	137.96	103.47	145.72
Retalhuleu	132.20	60.09	120.18	24.04	84.12
Sacatepéquez	14.36	143.58	71.79	129.22	89.73
San Marcos	95.50	131.73	131.73	102.09	115.26
Santa Rosa	152.71	76.35	109.08	119.98	114.53
Sololá	99.67	99.67	109.64	129.57	109.64
Suchitepéquez	72.02	64.82	100.83	86.42	81.02
Totonicapán	180.33	172.13	163.93	163.93	170.08
Zacapa	50.13	33.42	33.42	33.42	37.60

Source: Ministry of Public Health and Social Assistance of Guatemala, year 2018.

The national average of maternal mortality during the years 2012-2014 was 106.19 deaths of women per 100,000 live births. The capital city of Guatemala has a maternal mortality ratio of 62 deaths of women per 100,000 live births. The departments above the national average reported by the Ministry of Health and Social Assistance of Guatemala for 2015 which was 108 maternal deaths per 100,000 live births are Totonicapán (MMR 170), Alta Verapaz (MMR 164), Huehuetenango (MMR 151), Quiché (MMR 146), Chiquimula (MMR 137), Izabal (MMR 123), Chimaltenango (MMR 121), San Marcos (MMR 115), Santa Rosa (MMR 114), Jalapa (MMR 111), Petén (MMR 110) and Sololá (MMR 109) (Table 1).

The majority of maternal deaths occurred in public hospitals (874) or at home (609), followed by deaths occurred in traffic accidents (44) and private hospitals.

Of the deaths occurred in public hospitals, the pregnancy-related disorders were those that occurred most frequently (258), followed by gestational hypertension (169) and haemorrhage (166). When the death occurred at home, bleeding (236) was the main cause followed by disorders related to pregnancy (Table 2)

Table 2. Number of deaths occurring in the different settings. Guatemala, 2012-2015.

Place of occurrence	Death cause (number)						Total
	Abortion	Haemorrhage	Hypertension	Disorders not related to pregnancy	Disorders related to pregnancy	Others	
Death on arrival	0	2	1	0	0	0	3
CAIMI	0	2	1	1	2	0	6
CAP	0	7	2	2	7	0	18
Health centre	0	5	1	1	0	0	7
Private Clinic	0	2	0	0	0	1	3
Home	16	236	72	89	172	24	609
Private Hospital	3	18	6	8	11	4	50
Public Hospital	60	166	169	174	258	47	874
IGSS	2	9	6	14	7	6	44
Health Post	0	2	0	0	0	0	2
Transit	2	56	17	8	38	3	124
Public Road	3	28	8	1	1	1	42
Undefined	0	0	0	1	0	0	1
Total	86	533	283	299	496	86	1783

Source: Ministry of Public Health and Social Assistance of Guatemala, year 2018.

During the years 2012-2015, it was reported that the main cause of maternal death in Guatemala was haemorrhage (grouping all types of bleeding related to pregnancy). Disorders related to pregnancy (uterine atony, vaginal tears, gestational diabetes, placental retention) were more frequent during these years. Gestational hypertension was another diagnosis that was reported as a factor that caused death during the years of study (Table 3).

Table 3. Causes of maternal death per year (counts). Guatemala.

Causes of death	2012	2013	2014	2015	Total
Abortion	22	25	19	20	86
Haemorrhage	196	0	156	181	533
Hypertension	98	9	103	73	283
Disorders not related with pregnancy	62	57	93	87	299
Disorders related with pregnancy	55	358	41	42	496
Others	27	3	23	33	86
Total	460	452	435	436	1783

Source: Ministry of Public Health and Social Assistance of Guatemala, year 2018.

Of the departments with the highest reported maternal mortality, the haemorrhage is the main factor diagnosed in maternal death above 25% of the cases presented per causes, followed by disorders related to pregnancy; less frequently, but not less important, gestational hypertension was reported. (Table 4).

Table 4. Causes of maternal death by department. 2014-2018.

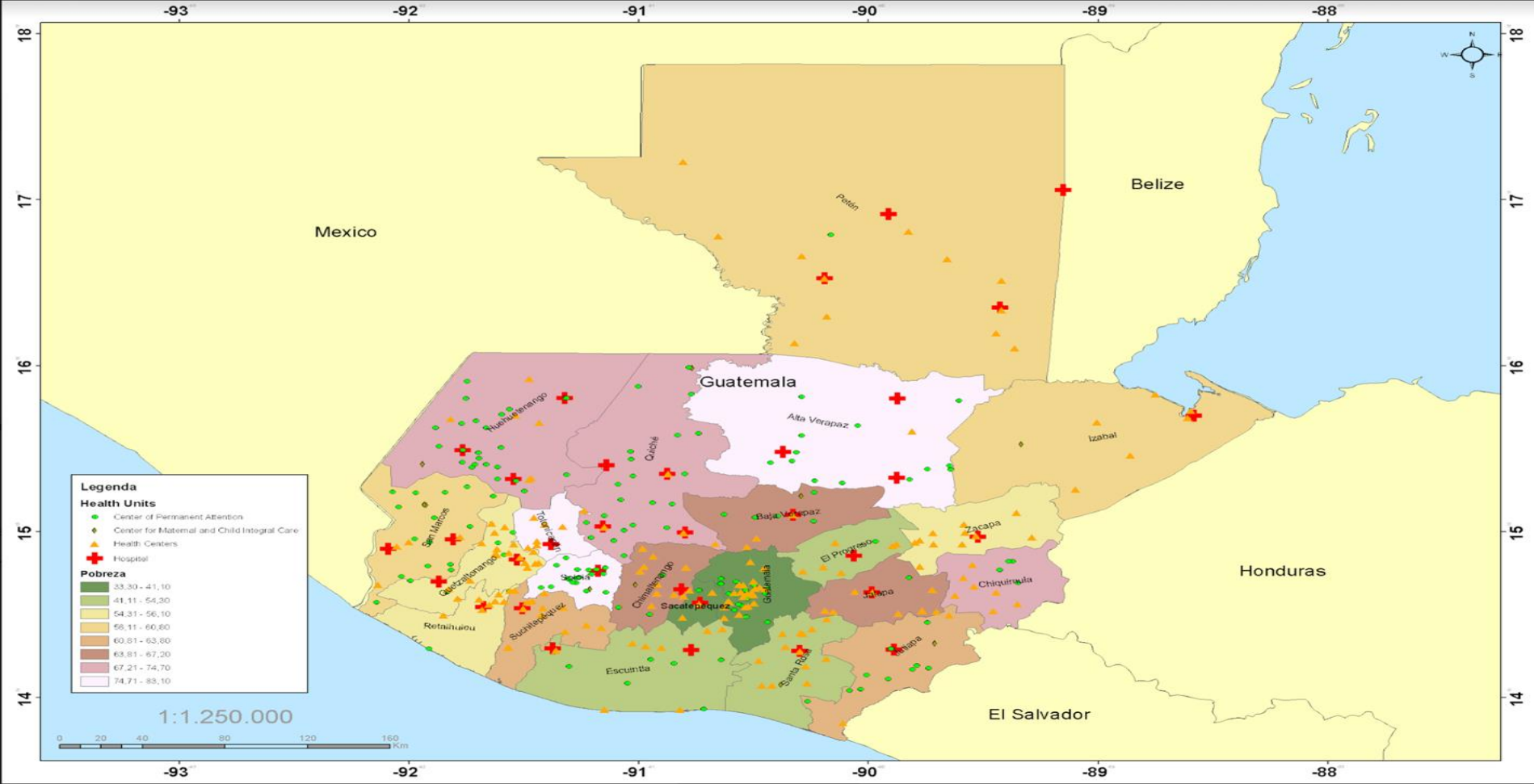
Department	Abortion	Haemorrhage	Hypertension	Disorders not related to pregnancy	Disorders related to pregnancy	Others	Total	Average MMR
Alta Verapaz	4.15%	38.25%	11.06%	21.66%	21.20%	3.69%	100.00%	163.84
Baja Verapaz	0.00%	37.50%	15.63%	18.75%	28.13%	0.00%	100.00%	100.74
Chimaltenango	1.32%	21.05%	14.47%	22.37%	36.84%	3.95%	100.00%	121.13
Chiquimula	8.47%	32.20%	13.56%	18.64%	23.73%	3.39%	100.00%	136.95
El Progreso	0.00%	46.15%	30.77%	23.08%	0.00%	0.00%	100.00%	76.69
Escuintla	6.35%	23.81%	14.29%	20.63%	20.63%	14.29%	100.00%	92.78
Guatemala	7.23%	21.08%	16.87%	23.49%	23.49%	7.83%	100.00%	62.09
Huehuetenango	3.54%	37.62%	17.04%	7.07%	31.19%	3.54%	100.00%	151.28
Izabal	0.00%	22.00%	24.00%	18.00%	26.00%	10.00%	100.00%	123.27
Jalapa	2.38%	11.90%	21.43%	33.33%	28.57%	2.38%	100.00%	111.13
Jutiapa	6.67%	16.67%	10.00%	30.00%	33.33%	3.33%	100.00%	64.81
Peten	1.47%	22.06%	25.00%	7.35%	38.24%	5.88%	100.00%	110.55
Quetzaltenango	10.96%	27.40%	6.85%	21.92%	27.40%	5.48%	100.00%	88.95
Quiche	1.78%	34.32%	14.20%	14.20%	32.54%	2.96%	100.00%	145.72
Retalhuleu	0.00%	33.33%	14.81%	25.93%	18.52%	7.41%	100.00%	84.12
Sacatepequez	24.00%	12.00%	20.00%	16.00%	20.00%	8.00%	100.00%	89.73
San Marcos	7.14%	34.29%	15.00%	11.43%	29.29%	2.86%	100.00%	115.26

Santa Rosa	0.00%	28.57%	19.05%	21.43%	19.05%	11.90%	100.00%	114.53
Solola	9.09%	31.82%	13.64%	13.64%	29.55%	2.27%	100.00%	109.64
Suchitepequez	6.67%	22.22%	15.56%	28.89%	22.22%	4.44%	100.00%	81.02
Totonicapan	3.66%	21.95%	23.17%	8.54%	37.80%	4.88%	100.00%	170.08
Zacapa	33.33%	22.22%	11.11%	22.22%	11.11%	0.00%	100.00%	37.60

Source: Ministry of Public Health and Social Assistance of Guatemala, year 2018.

Guatemala has health services distributed throughout the republic, National Reference Hospitals (3), Regional Hospitals (31), Health Centers (190), "CAP" Permanent Care Centers (149), Maternal and Child Care Centers "CAIMI" (13). It also has a network of (998) health posts, located mainly in municipal villages or hamlets, which aim to be the first line of action in an emergency (Figure 1).

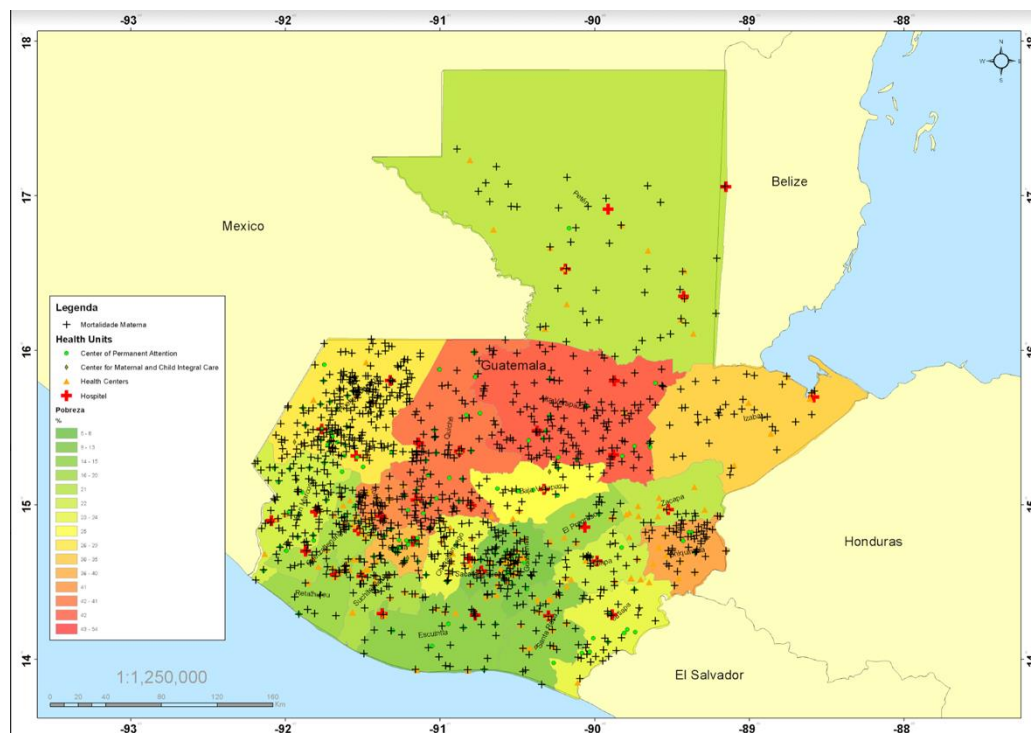
Figure 1. Location of health services in Guatemala



Source: Ministry of Public Health and Social Assistance of Guatemala, year 2018.

During the years 2012-2015, 1783 cases of maternal death were reported. Most cases occurred in the west of the country, the cases were concentrated in the region of Huehuetenango, San Marcos, Totonicapán. The department of Zacapa was the one that reported fewer maternal deaths during this time (Figure 2).

Figure 2. Spatial location of maternal mortality cases in Guatemala.

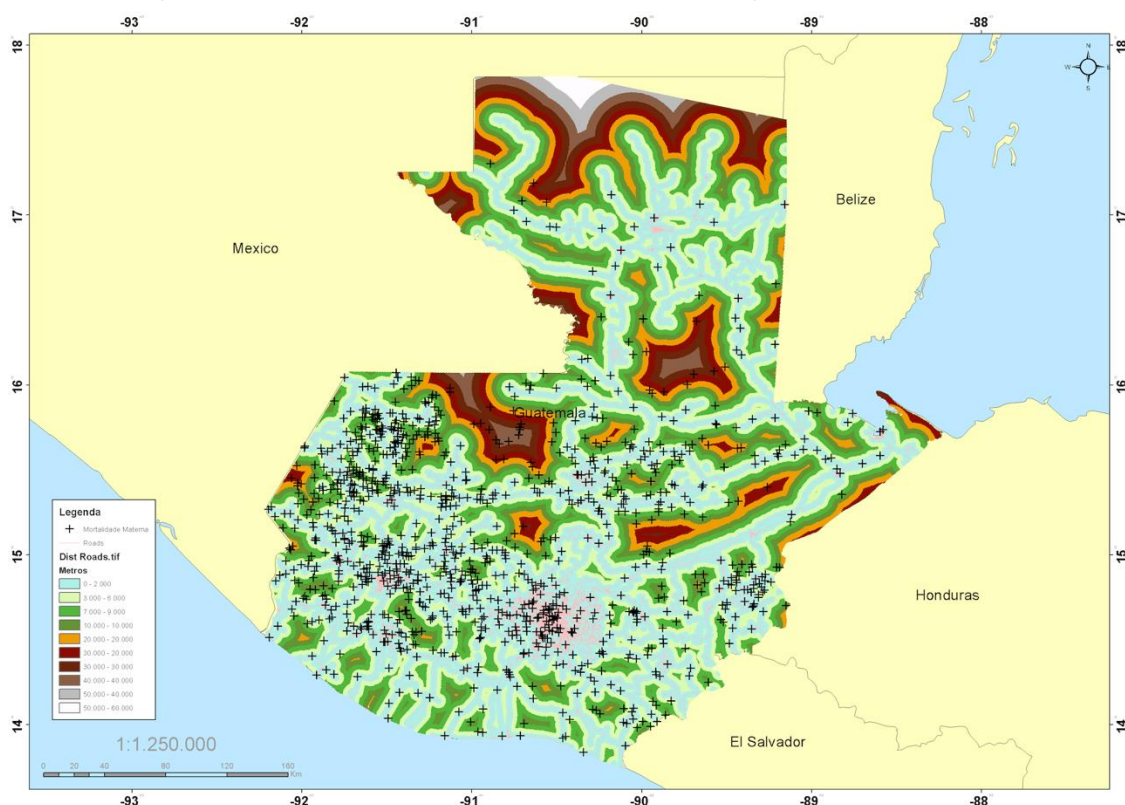


Source: Ministry of Public Health and Social Assistance of Guatemala, year 2018.

Cases of maternal death were reported in the departments of Huehuetenango and Quiché, which were found up to 40 thousand meters away. Unlike the cases reported in the capital city where they were less than 2,000 meters away, which means greater access to a paved road and easy access to a health service (Figure 3).

Graph 3. Distance between maternal deaths and location of national roads.

Source: Ministry of Public Health and Social Assistance of Guatemala, year 2018.



Of the cases reported, 87% were less than 10 kilometers away from the national road. 13% of the reported cases were found more than 31 thousand meters away from some type of the national roads (Table 5).

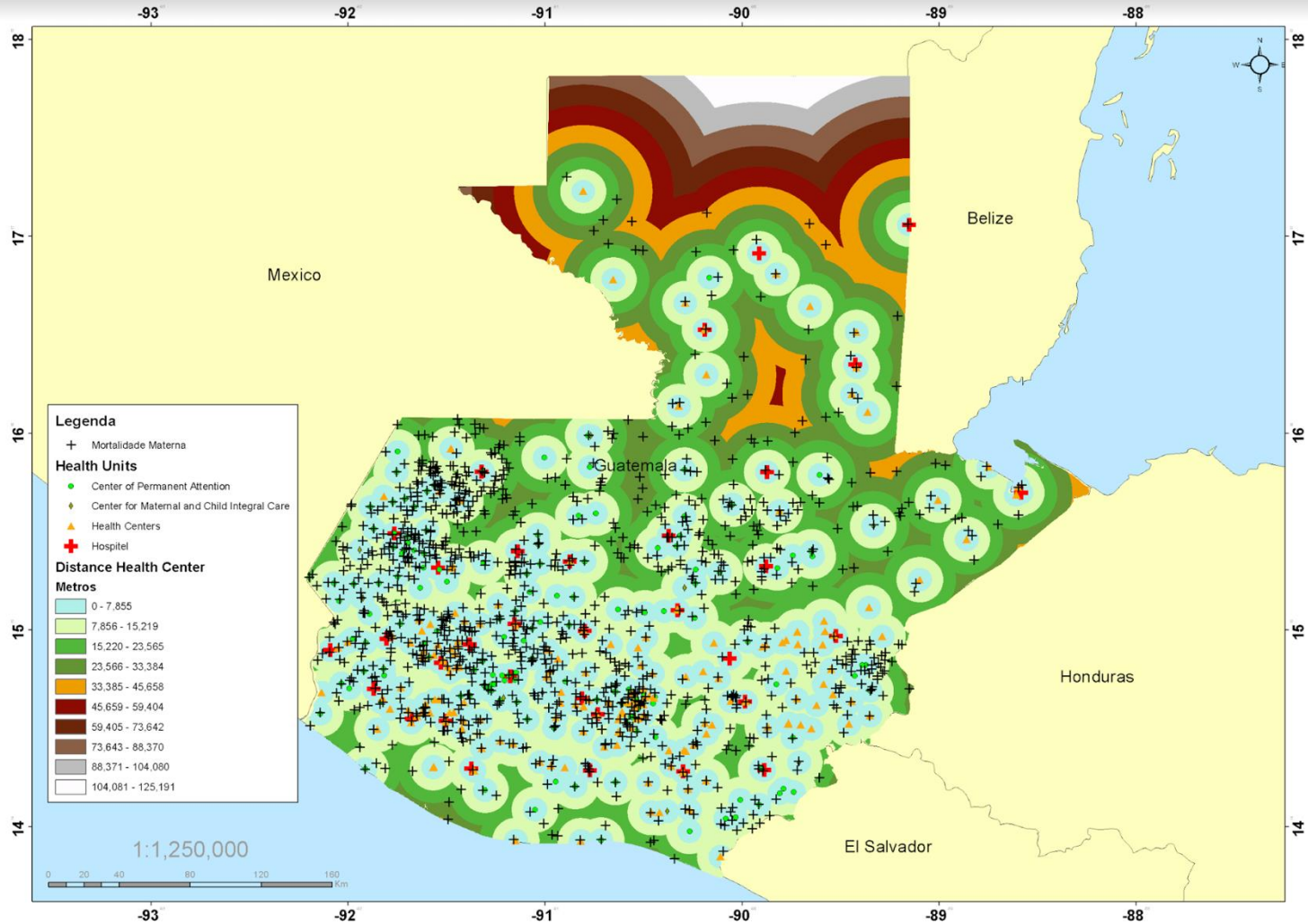
Table 5. Distance between maternal deaths and location of national roads.

Meters	Count	Percentage
0-3499 (0 - 3.5 km)	427	23.9%
3500-6999. (3.5 – 6.9 km)	879	49.3%
7000-10499 (7 -10.49 km)	244	13.7%
10500-13999 (10.5 – 13.99 km)	138	7.7%
14000-17499 (14 – 17.49 km)	40	2.2%
17500-20999 (17.5 – 20.99 km)	25	1.4%
21000-24499 (21 – 24.49 km)	16	0.9%
24500-27999 (24.5 -27.99 km)	6	0.3%
28000-31499 (28 -31.49 km)	3	0.2%
>31500 (> 31.5 km)	5	0.2%
Total	1783	100.0

Source: Ministry of Public Health and Social Assistance of Guatemala, year 2018.

In the western region of the country that reported more cases of maternal death, a distance of up to 23,500 meters from a health service was observed, some cases reported in the northern area of the country (Petén department) where a case was observed which was 60 thousand meters from the national hospital. In the capital city, the reported cases had an address less than 7 thousand meters away from a health centre or hospital. (Figure 3).

Figure 3. Location of maternal deaths and their proximity to health services.



Source: Ministry of Public Health and Social Assistance of Guatemala, year 2018.

The majority (58.6%) of reported cases were 9 kilometres away from a health service and 7% of cases were between 18 and 42 kilometres away from finding a professional health aid (Table 6).

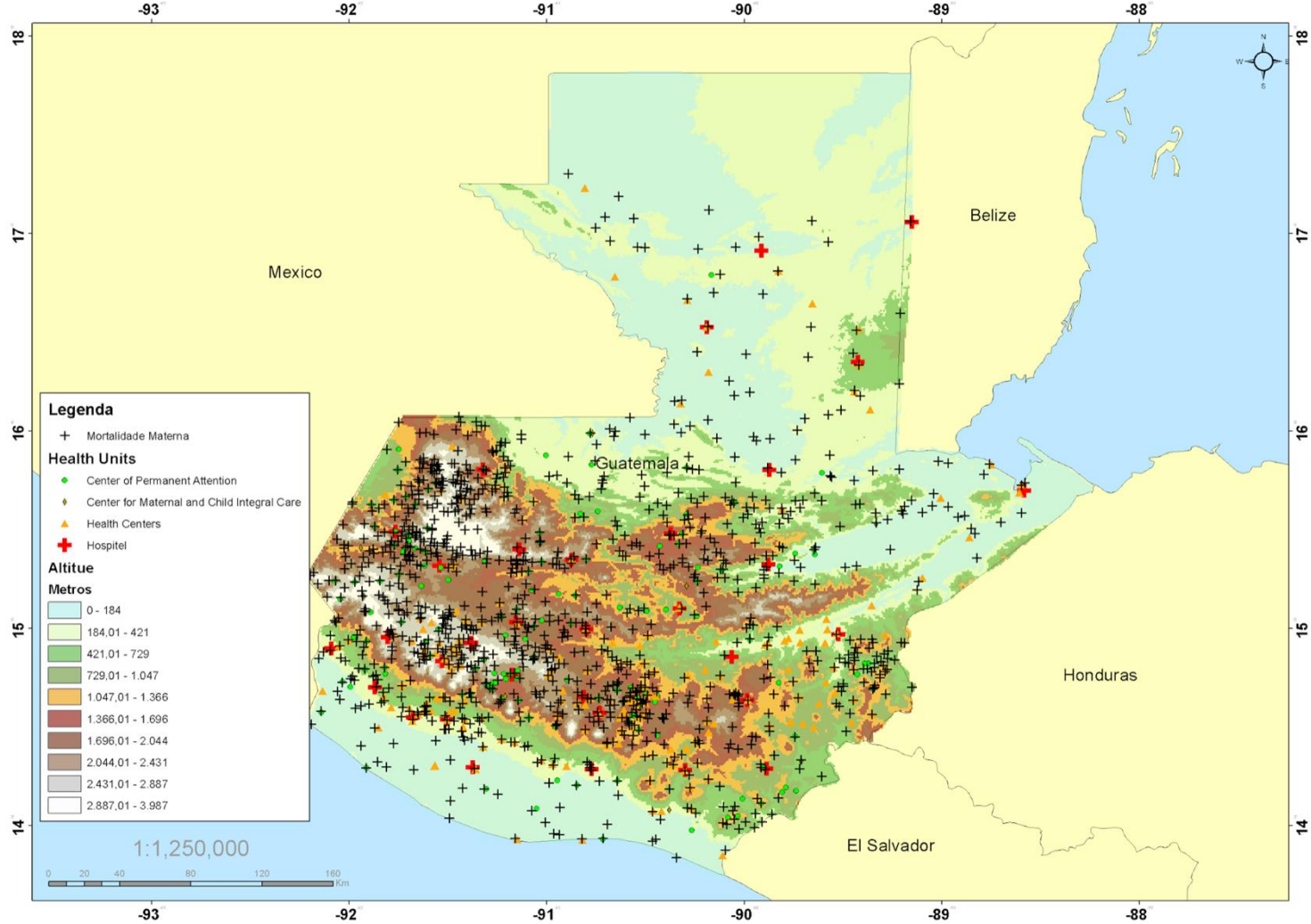
Table 6. Location of maternal deaths and their proximity to health services.

Meters (Km)	Count	Percentage
0-2999 (0 - 2.99 km)	10	0.60%
3000-5999 (3 - 5.99 km)	751	42.10%
6000-8999 (6 – 8.99 km)	284	15.90%
9000-11999 (9 – 11.99 km)	266	14.90%
12000-14999 (12 – 14.99 km)	179	10%
15000-17999 (15 – 17.99 km)	121	6.80%
18000-20999 (18 -20.99 km)	53	3%
21000-23999 (21 – 23.99 km)	43	2.40%
24000-26999 (24 – 26.99 km)	44	2.50%
27000-29999 (27 – 29.99 km)	9	0.50%
30000-32999 (30 – 32.99 km)	10	0.60%
33000-35999 (33 – 35.99 km)	6	0.30%
36000-38999 (36 – 38.99 km)	2	0.10%
39000-41999 (39 – 41.99 km)	4	0.20%
>42000 (> 42 km)	1	0.10%
Total	1783	100.0

Source: Ministry of Public Health and Social Assistance of Guatemala, year 2018.

Regarding the altitude, the Figure 4, shows that most maternal deaths in the departments of Huehuetenango, Quiché, Totonicapán and San Marcos occurred between 2,887 and 1,696 meters above sea level. The eastern region of Guatemala (Zacapa and Chiquimula) reported few cases in regions up to 729 meters above sea level. Altitudes that reach 184 meters above sea level, report a much smaller number of cases.

Figure 4. Maternal deaths related to the topography of Guatemala.



Source: Ministry of Public Health and Social Assistance of Guatemala, year 2018.

The average altitude of Guatemala, in which the capital city is located, is 1,500 meters above sea level. Less than 40% of death cases occurred below 1,600 meters above sea level. Of the 60% of cases reported above 1,600 meters, 7 cases occurred above 3,600 meters (Table 7).

Table 7. Maternal deaths related to height above sea level.

Meters above sea level	Count	Percentage
0-399	1	0.06%
400-799	361	20.25%
800-1199	157	8.81%
1200-1599	189	10.60%
1600-1999	320	17.95%
2000-2399	244	13.68%
2400-2799	264	14.81%
2800-3199	200	11.22%
3200-3599	40	2.24%
>3600	7	0.39%
Total	1,783	100.00%

Source: Ministry of Public Health and Social Assistance of Guatemala, year 2018.

Discussion

We show that Guatemala has a very high maternal mortality rate and most of its departments reported a maternal mortality ratio above the national average of 108 maternal deaths per 100 thousand live births, much higher than the goal established by the Sustainable Development Goals (9), which as a target to reduce the global maternal mortality rate to less than 70 per 100,000 live births.

Compared to other Latin American countries, we can see that they are similar to Panamá (94 maternal deaths per 100,000 live births), Venezuela (95 maternal deaths per 100,000 live births), lower than those presented by Bolivia in its departments for the year 2011 in which the Bolivian capital, La Paz, presented

289 maternal deaths and a national average of 139 cases per year with a maternal mortality ratio of 160 per 100 thousand live births, but much higher than other countries as Uruguay (15 maternal deaths per 100,000 live births), Chile (22 maternal deaths per 100,000 live births), Costa Rica (25 maternal deaths per 100,000 live births), México (38 maternal deaths per 100,000 live births) and Brazil (44 maternal deaths per 100,000 live births) . (14)

The departments with the highest maternal mortality are the ones that express the greatest poverty in the country, up to 83% in some cases; except for the capital city that has up to 41% poverty. The social disparity is a reality in Latin America such as what happened in Brazil (15) where in the northeast of the country coexist two "types" of countries in the same territory and under the same sovereignty, with 9,609,803 people living in extreme poverty, which represents 59% of the total number of people in that condition in the Northeast, and the Southeast where there are 2,725,532 living in poverty, representing 17%, or even in the South where only 4% of the population is considered to living in poverty. (16) Maternal mortality rates follow the socio-economic disparity in Latin America, with lower regions having the higher rates. (17)

Maternal mortality is also associated to lack of health care. (18) In Guatemala although the majority of deaths 2012-2015 occurred in hospitals, 40% occurred at home impacting in the causes of mortality. Where hypertension is the main cause of mortality at hospitals, haemorrhage is the leading cause of mortality at home. The high number of maternal mortality at home highlight the lack of health assistance associated to inequality and poverty.

Abortion is always reported as one of the main causes of maternal mortality, together with hypertension and haemorrhage (18). In Guatemala, abortion did not appear as an important cause of mortality, but we found a high number of deaths by haemorrhage at home. It is possible that abortion is underreported for fear of shame, stigma or because women are afraid from family or legal authority.

The causes of maternal mortality and also change according with the magnitude of rates among regions: overall the main cause of mortality in departments that presented the highest maternal mortality rates (Huehuetenango, Alta Verapaz, Quiché) is haemorrhage while in the departments with the lowest maternal

mortality ratio the causes varies between abortion (Sacatepéquez), bleeding (El Progreso) and abortion (Zacapa).

The georeferenced of maternal deaths allowed us to observe the differences between the regions of the country, being more frequent in the West of the country than in the North, East and South of the country. Many cases were reported in the capital city, which could be due to the report made in the two reference hospitals in the country.

Regarding the distance between the domicile of the women and the main roads of the country, it was observed that 83% of the cases were found up to 10 km away from the national highway, the main road within Guatemala. From the reported cases it is observed that 40 women were found up to 17 km away from national roads, depending on the state of the road it may take up to 2 hours to travel this distance.

Seventy two of maternal death cases in Guatemala were found up to 12 km away from some type of health service. Comparing the results with what was published in Barranquilla, Colombia, where they found that the metropolitan regions have a difference of 1.14 km away to a health service, which leaves an accessibility index of 3. (19) The results observed in Guatemala; are worrisome since this influences the little accessibility that exists in the regions where there is greater concentration of poverty in the country.

Altitude can be classified as medium height (1,500-2,500 meters above sea level), high height (2,500-3,500), high altitude (3,500-5,800), and extreme height (> 5,800) and can be associated with physiological issues. Higher altitudes, above 2,500 can lead to hypobaric hypoxia, which causes an increase in the incidence of pre-eclampsia and with it the increase in the causes of maternal death due to pre-eclampsia (Postpartum haemorrhage, premature placental abruption, coagulopathy, renal insufficiency, hypertensive encephalopathy, intracerebral haemorrhage, HELLP syndrome, rupture of hepatic hematoma. (20)

The average altitude of Guatemala, in which the capital city is located, is 1,500 meters above sea level. Less than 40% of death cases occurred below 1,600 meters above sea level and around 60% of cases reported occurred above 1,600 meters above sea level, 7 cases occurred above 3,600 meters above sea level.

The cases reported above 1600 meters high correspond to postpartum haemorrhage and preeclampsia, which is similar to the study reported in Colorado on the increase in blood pressure at a higher altitude. The study in Colorado, United States found that hypertension in pregnancy is more common at 3,100 meters above sea level (12%) than in comparison to 2,410 meters (4%) or 1,600 meters (3%). (21)

Our studies have limitations that need to be pointed. The lack of georeferenced maps of the first level of health services avoid to use them and to analyse the village centre as a reference point. Also, the absence of published articles or previous analysis of maternal mortality in Guatemala, did not allow to compare the current series of data with data before the Development of Millennium Goals.

Guatemala have high ratios of maternal mortality and high rates of death at home. The local of death can explain the differences in maternal mortality cause. Environmental data as road distance and altitude can explain differences in maternal mortality ratios, as well as regional inequities and deserves to be explored in detail in future studies. The data presented can be a source of information for the planning of health actions to reduce maternal mortality in areas with the worst scenarios.

References

1. España. Ministerio de asuntos exteriores, Unión Europea y Cooperación. República de Guatemala: Ficha país. España: Oficina de información diplomática; 2018.
2. Guatemala. Ministerio de Salud y Asistencia Social, Instituto Nacional de Estadística. Encuesta Nacional de Salud Materno Infantil 2014-2015, Informe Final. Guatemala: MSPAS, INE; 2016.
3. Elu M C, Santos E. Mortalidad materna: una tragedia evitable. Perinatol. Reprod. Hum. [internet]. 2004 [accessed 2017 Jun 27]; 18(1): 44-52. Available:
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-53372004000100006&lng=es.
4. Soni-Trinidad C, Gutiérrez-Mateos A, Santa Rosa-Moreno FJ, Reyes-Aguilar A. Morbilidad y mortalidad materna y factores de riesgo asociados con una urgencia obstétrica. [internet]. 2015 [accessed 2017 Jun 27]; 83 (2): 96-103. Available: <http://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=56701>
5. Belmar C, Salinas P, Becker J, Abarzúa F, Olmos P, González P, et al. Incidencia de diabetes gestacional según distintos métodos diagnósticos y sus implicancias clínicas. Rev. chil. obstet. ginecol. [internet] 2004 [accessed 2017 Jun 29]; 69(1): 2-7. Available: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75262004000100002&lng=es.
6. Briones Garduño JC, Díaz de León Ponce M. Mortalidad materna. 1a Edición ed. México 2013.

7. Ocenés Reinoso R, Alsina Vásquez J, Fernández Pérez M, Luna Alonso M. Incidencia de cardiopatías durante el embarazo en la provincia de Villa Clara. CorSalud [internet] 2012 [accessed 2017 Jun 29] 4(3) 174-9. Available:
<http://www.corsalud.sld.cu/sumario/2012/v4n3a12/embarazo.html>
8. Yesica R-F, Alexia M-L. La investigación en morbilidad materna extrema “near miss” en América Latina. Rev Peru Med Exp Salud Pública [internet] 2016 [accessed 2018 Jul 3] 34(3): 505-11. Available:
<https://www.redalyc.org/html/363/36353391018>
9. Organización Mundial de la Salud. Objetivos de Desarrollo Sostenible: Metas. OMS [internet] 2015 [accessed 2018 Jul 3]. Available:
<http://www.who.int/topics/sustainable-development-goals/targets/es/>.
10. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Vigilancia de la embarazada y de la muerte de mujeres en edad fértil para la identificación de las mujeres maternas. Guatemala: MSPAS; 2013.
11. Herrera M. Mortalidad materna en el mundo. Rev. chil. obst. gine. [internet] 2003 [accessed 2018 Jan 20] 68 (6):536-43. Available :
https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75262003000600015
12. Organización Mundial de la Salud. Evolución de la mortalidad materna: 1990-2015. Estimaciones de la OMS, Unicef, UNFPA, Banco Mundial y la división de la Población de las Naciones Unidas. OMS [internet] 2015 [accessed 2018 Jan 20] 16. Available:
http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/204114/WHO_RHR_15.2_3_spa.pdf;jsessionid=78D37AC4D33A04995A173123E44B7A25?sequence=1

13. MacDorman M, Declerq E, Cabral H, Morton C. Recent Increases in the U.S. Maternal Mortality Rate. Disentangling Trends From Measurement Issues. *Obstet Gynecol* [internet] 2016 [accessed 2018 Jan 20] 128(3): 447-55. Available: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27500333>
14. De Souza M, Laurenti R, Knobel R, Monticelli M, Brüggemann O, Drake E. Mortalidad materna en Brasil debida a hemorragia. *Rev. Latino-Am. Enfermagem*. [internet] 2013 [accessed 2018 Feb 3] 21(3): 8. Available: http://www.scielo.br/pdf/rlae/v21n3/es_0104-1169-rlae-21-03-0711.pdf
15. United Nations. The social inequality matrix in Latin America. First meeting of the Presiding Officers of the Regional Conference on Social Development in Latin America and the Caribbean. United Nations. Santo Domingo. [internet] 2016 [accessed 2019 Ago 23] Available: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40710/1/S1600945_en.pdf
16. Instituto Nacional de Estadística y Censos. Mortalidad materna y su evolución reciente 2015. INEC [internet] 2017 [accessed 2018 Jan 20] 24. Available: <http://www.inec.go.cr/sites/default/files/documetos-biblioteca-virtual/remortalidad-materna.pdf>
17. UNICEF. Health Equity Report 2016. Analysis of reproductive, maternal, newborn, child and adolescent health inequities in Latin America and the Caribbean to inform policymaking. United Nations Children's Fund. Panamá. 2016 [internet] 2017 [accessed 2018 Jan 20] Available: https://www.unicef.org/lac/sites/unicef.org.lac/files/2018-03/20160906_UNICEF_APR_HealthEquityReport_SUMMARY.pdf

18. Kassebaum N, Bertozzi-Villa A, Coggeshall M, Shackelford K, Steiner C, Heyton K, et al. Global, regional, and national levels and causes of maternal mortality during 1990–2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet* [internet] 2014 [accessed 2019 Ago 20] Available: [https://www.thelancet.com/pdfs/journals/lancet/PIIS0140-6736\(14\)60696-6.pdf](https://www.thelancet.com/pdfs/journals/lancet/PIIS0140-6736(14)60696-6.pdf)
19. Perez G. *Geographical Accessibility to Health Services: A Case Study for Barranquilla*. *Soc. Econ.* [online]. 2015, n.28 [Accessed 2019-08-26], pp.181-208. Available: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1657-63572015000100010&lng=en&nrm=iso
20. Gonzales G. Impacto de la altura en el embarazo y en el producto de la gestación. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*. [internet] 2012 [accessed 2019 Jul 10] 242-49 Available: <http://www.ins.gob.pe/insvirtual/images/artrevista/pdf/rpmesp2012.v29.n2.a13.pdf>
- 21. Moore LG, Hershey DW, Jahnigen D, Bowes W. The incidence of pregnancy-induced hypertension is increased among Colorado residents at high altitude. *Am J Obstet Gynecol.* [internet] 1982 [accessed 2019 Jul 10] Available: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7124861>**