

# Geração de pontos estratégicos para Unidades Básica de Saúde Rural e otimização para atendimento da Unidade Básica de Saúde Fluvial do município de Manaus

#### Erick da Silva Farias

Universidade do Estado do Amazonas Avenida Darcy Vargas, 1200 - Parque 10 Manaus erick.fahesf@gmail.com

## Lucas Honda de Sousa Magalhães

Universidade do Estado do Amazonas Avenida Darcy Vargas, 1200 - Parque 10 Manaus lucashondasousa@gmail.com

#### Renata da Encarnação Onety

Universidade do Estado do Amazonas Avenida Darcy Vargas, 1200 - Parque 10 Manaus ronety@uea.edu.br

#### **RESUMO**

As comunidades localizadas nas margens do Rio Negro e Rio Amazonas, próximas ao município de Manaus são atendidas pelas unidade básica de saúde fluvial do município. Essas comunidades são atendidas por somente uma embarcação operando para a manutenção da saúde da população rural. O objetivo deste trabalho é distribuir os pontos ótimos para a alocação das UBSFs, baseado no problema de localização de facilidades e o problema do caixeiro viajante, a fim de ampliar a quantidade de pessoas atendidas por viagem sem implicar aumentá-las. A metodologia deste estudo baseou-se na implementação de algoritmos k-means e NN (Nearest Neighbor). Apresenta-se uma discussão acerca dos resultados obtidos comparando-se com a atual forma de distribuição existente.

Palavras-chave: comunidades ribeirinhas, atendimento de saúde, otimização.

#### **ABSTRACT**

The communities located on the banks of the Rio Negro and Amazon River, near the city of Manaus are served by the basic unit of river health in the municipality. These communities are served by only one vessel operating to maintain the health of the rural population. The objective of this work is to distribute the optimal points for the allocation of basic unit of river health, based on the facility location problem and the traveling salesman problem, in order to increase the number of people served per trip but not increasing the number of trips. The methodology of this study was based on the implementation of algorithms k -means and NN (Nearest Neighbor). It presents a discussion of the results obtained compared with the current form of existing distribution.

**Keywords**: riverside communities, health care, optimization.



## 1. Introdução

A região hidrográfica amazônica é a maior do país e dispõe de uma extensão de mais de 15.000 km, o que representa cerca de 60% da rede hidroviária nacional. A distância é um fator crítico nesta região, o que limita o acesso das pessoas aos principais centros de assistência à saúde e faz da Atenção Primária à Saúde (APS) um desafio para o sistema público [ANA 2005]. No estado do Amazonas existem 15 principais rios, nos quais existem comunidades ribeirinhas (áreas habitadas ao longo dos rios). Tradicionalmente, as comunidades ribeirinhas são compostas de vários agrupamentos familiares, em casas de madeiras, adaptadas ao sistema de cheias e vazantes dos rios, dispersas ao longo de um percurso fluvial. Vivem, em sua maioria, à beira dos rios, igarapés, igapós e lagos, estando isolados, com pouco ou restrito acesso à mídia escrita e falada [Silva et al. 2013]. Muitas dessas comunidades ainda não participam da programação de atendimentos básicos de saúde. Por essa razão, no município de Manaus são desenvolvidas estratégias que usam uma Unidade Básica de Saúde Fluvial (UBSF) para o desenvolvimento das ações de saúde nessas áreas.

As UBSFs fazem parte da Política Nacional de Atenção Básica (PNAB) e buscam responder às especificidades dessas regiões, de modo a garantir o cuidado às suas populações. Elas são montadas em embarcações adaptadas, que contem consultórios, salas de procedimento, farmácia e laboratório. Segundo o DAB (Departamento de Atenção Básica), tais embarcações comportam uma ou mais equipes de Saúde da Família Fluvial, equipadas com os materiais necessários para atender à população ribeirinha da Amazônia e do Pantanal Sul Mato-Grossense. Se considerarmos que o sistema público de saúde operará com uma quantidade de embarcações não definida e que varia em função do porte e do desempenho das embarcações, este problema ganha uma complexidade desafiadora ainda não explorada. Vale ressaltar que nem todos os municípios possuem sua própria UBSF. Logo, uma grande parcela da população do interior do estado encontra-se desassistida de cuidados básicos. A Figura 1 representa as Unidades Básicas de Saúde Rural (UBSR) atendidas pela UBSF do município de Manaus. As UBSRs são postos de saúde físicos e servem como ponto de encontro dos habitantes da regi ao para quando há a visita da UBSF. Ao todo, são dez comunidades distribuídas em trechos dos rios Negro e Amazonas. Apenas uma única embarcação é responsável pelo atendimento dos trechos dos dois grandes rios. Cada trecho de rio é atendido em, aproximadamente, uma semana, ou seja, cerca de um dia para cada UBSR. Durante a semana seguinte, a embarcação retorna à base, localizada no porto de Manaus, a fim de se reabastecer com insumos diversos, trocar equipes médicas e realizar manutenções preventivas e corretivas na embarcação. Na semana seguinte, o outro trecho de rio é atendido. Isso significa que, em um mês, cada comunidade recebe aproximadamente uma visita.



Figura 1: UBSRs que são atendidas pela UBSF do município de Manaus.



A partir desse cenário, a proposta desse trabalho é então aplicar algoritmos para otimizar a logística de um sistema de saúde, com o intuito de melhor distribuir as rotas para a embarcação atender à todas as comunidades. Em seguida, compara-se o sistema proposto com o sistema da UBSF de Manaus. Foram utilizadas técnicas de alocação de facilidades, como o algoritmo k-means e o algoritmo Nearest Neighbor (NN) a fim de identificar-se o menor caminho a ser percorrido pela embarcação.

## 2. Localização de facilidades

Os problemas de localização de facilidades identificam um conjunto de instalações (recursos) para minimizar o custo de satisfazer um conjunto de exigências (dos clientes) em relação a um conjunto de restrições. Decisões de localização de facilidades são elementos críticos no planejamento estratégico para uma ampla gama de empresas privadas e públicas. Por essa razão, os tomadores de decisão devem selecionar locais que não só terão um bom desempenho de acordo com o estado atual do sistema, mas também continuará a ser rentável para a vida da instalação, assim como mudança de fatores, mudança de populações e as mudanças no mercado [Faharani et al. 2009].

A distância é uma descrição numérica de quão distantes os objetos se encontram a qualquer momento em tempo. Na física ou discussão diária, a distância pode se referir a um comprimento físico, um período de tempo, ou estima-se com base em outros critérios. Enquanto a tomada de decisões de localização, a distribuição de distâncias entre os destinatários dos serviços (clientes) é uma questão importante. A maioria dos estudos de localização clássicos concentrar-se na minimização da média (ou total) distância (o conceito médio) ou a minimização da distância máxima (o conceito de centro) para as instalações de service. Nestes estudos, a modelagem localização é dividido em quatro grandes categorias de acordo com [Faharani et al. 2009]:

- 1. Modelos analíticos: Estes modelos são baseados em um grande número de hipóteses simplificadoras, como o custo fixo de localização de instalação. As distâncias segue a métrica Manhattan.
- 2. Modelos contínuos: Estes modelos são os modelos de localização mais antigos, lidar com representações geométricas da realidade, e baseiam-se na continuidade da localização da área. O modelo clássico nesta área é o problema Weber. Distâncias no problema de Weber são muitas vezes tomadas para ser em linha reta ou distância euclidiana.
- 3. Modelos de rede: São compostas de ligações e nós. Absoluto 1-mediana, não ponderada 2-centro e q-critérios L-médio em um modelos de árvore, são alguns modelos bem conhecido nesta área. As distâncias são medidas em relação à caminho mais curto.
- 4. Modelos discretos: Nesses modelos, há um conjunto discreto de locais candidatos. Discreto n-médio, localização de facilidades incapacitado, e modelos de cobertura são alguns modelos bem conhecido nesta área .

Modelos contínuos é a categoria escolhida neste projeto, por ser uma categoria que se encaixa para resolver o problema de localidades no cenário abordado.

## 3. Problema do caixeiro viajante

O problema do caixeiro viajante é um dos mais antigos e conhecidos problemas de programação matemática. Os problemas de roteamento lidam em sua maior parte com passeios ou tours sobre pontos de demanda ou oferta. Esses pontos podem ser representados por cidades, postos de trabalho ou atendimento, depósitos etc [Goldbarg e Luna 2005].

O estudo do PCV tem atraído pesquisadores de diferentes campos, entre os quais pesquisa operacional, matemática, física, biologia, inteligência artificial, entre outros. Isso se deve ao fato de que, apesar da simplicidade da sua formulação, no PCV é possível encontrar a maioria das questões que envolvem otimização combinatória; consequentemente, o mesmo tem



sido usado como "benchmark" para avaliação de novos algoritmos e estratégias de solução que envolvem busca tabu, algoritmos genéticos, "simulated annealing", redes neurais, entre outros [Cunha 2002].

#### 4. Trabalhos relacionados

O objetivo desta seção consiste em apresentar uma análise de trabalhos encontrados na literatura que abordam facilidades de localizações em atendimento e aplicação do PCV.

[Andrade 2012] propõe tratar o problema de localização e bases, alocação e realocação de recursos chave (bases e viaturas) utilizando ferramentas e modelos matemáticos, de modo a propor uma formalização de todo o processo de planejamento. São revisados diversos modelos de localização de instalações e veículos de emergência e com base nas características dos grandes centros urbanos, propõe-se uma formulação matemática para o problema.

[Cunha 2000] propõe discutir aspectos práticos que afetam a aplicação de modelos matemáticos a problemas de roteirização de veículos, com destaque para condicionantes encontrados em aplicações reais. Alguns desses condicionantes são específicos da realidade brasileira e podem afetar o desempenho e a qualidade das soluções obtidas através de pacotes comerciais disponíveis no mercado.

[Neto e Lima 2006] apresentam o processo de roteirização de veículos de uma rede atacadista do sul de Minas Gerais com o auxílio de um Sistema de Informações Geográficas (SIG). A partir da simulação de cenários, os efeitos da variação de alguns parâmetros do problema (horários de atendimento, capacidade e número de veículos) são analisados na busca de uma solução. O trabalho foi realizado utilizando-se dados de entrega do Atacadista Vila Nova, para o Centro de Distribuição localizado em Poços de Caldas e clientes nas cidades de Itajubá, Pouso Alegre e Poços de Caldas. Pôde-se comprovar que o SIG é uma valiosa ferramenta de apoio à decisão, pela facilidade e rapidez de geração de diferentes cenários alternativos de decisão.

Para este trabalho, também foi utilizado o auxílio de um Sistema de Informações Geográficas "Google Earth" a fim de se mapear as áreas de estudo, além de modelos básicos para a definição da roteirização da UBSF.

## 5. Materiais e Métodos

Neste trabalho utilizou-se o programa Google Earth para o mapeamento das comunidades e as rotas para o atendimento. A partir das coordenadas geográficas das comunidades disponibilizadas pela SEMSA (Secretaria Municipal de Saúde de Manaus), identificaram-se as UBSRs pelas quais a UBSF deveria passar e realizar atendimento. Também foi utilizada a linguagem de programação C++ para a implementação dos algoritmos.

O algoritmo k-means foi implementado a fim se identificar pontos centrais considerados estratégicos para o atendimento em cada braço de rio. A equação 1 mostra a formulação do k-means utilizada no projeto. Utilizou-se o calculo da distância euclidiana para, inicialmente, calcular a distância entre cada os pontos e o centróide, e o centro desse agrupamento recalculando o novo centro, através de uma média ponderada, onde, p i , é o peso de cada ponto.

$$f(x) = \sum_{i=1}^{n} [(x - a_i)^2 + (y - b_i)^2]^{1/2}$$
(1)

(s.a).:

$$x = \sum_{i=1}^{n} \frac{p_i a_i}{n} \tag{2}$$



$$y = \sum_{i=1}^{n} \frac{p_i b_i}{n} \tag{3}$$

Onde ai, bi, n e pi > 0 (x, y) são as coordenadas do centróide (base) que será calculado através de uma média ponderada. As coordenadas dos pontos são (ai , bi).

O Algoritmo 1 mostra a sequencia de passos necessárias para se obter a devida localização.

# Algoritmo 1 k-means

- 1: Selecionar aleatoriamente "k" centros de cluster.
- 2: Calcular a distância entre cada ponto de um determinado grupo e o centro previamente escolhido desse agrupamento.
- 3: Calcular a média da distância dos valores de cada agrupamento. cuja distância do centro do cluster é mínima de todos os centros de cluster.
- 4: Recalcular o novo centro de cluster.
- 5: Recalcular a distância entre cada ponto de dados e novos centros de cluster obtidos.
- 6: Se nenhum ponto de dados foi transferido, em seguida, parar, caso contrário, repita a partir do passo da linha 3).

Após o cálculo do ponto central, baseou-se no PCV para se apresentar uma possível solução de rota a ser percorrida pela UBSF. Foi mapeado as distâncias entre as UBSFs e o ponto central através do programa Google Earth. Obtendo as distâncias, foi utilizado um algoritmo guloso do vizinho mais próximo (Nearest Neighbor). Este algoritmo foi implementado, pelo fato de ser adequado para um projeto simples que não obtem muitos vértices.

Quando se está em um determinado vértice, posteriormente é verificada a aresta com menor peso. O pseudocódigo é mostrado da seguinte forma:

# Algoritmo 2 Nearest Neighbor

- 1: Escolher em um vértice arbitrário como vértice atual.
- 2: Descobrir a aresta de menor peso que está conectado com o vértice atual e um vértice não visitado.
- 3: Marcar o vértice atual como visitado.
- 4: Se todos os vértices foram visitados, então termina.
- 5: Senão voltar para o passo 2.

## 6. Resultados

Nas subseções 6.1 e 6.2 foram analisadas as UBSRs que estão localizadas no trecho do Rio Negro e Rio Amazonas, respectivamente. Essas UBSRs fazem parte do itinerário que a UBSF vinculada à cidade de Manaus deve percorrer. São implementados o algoritmo k-means e o NN. O k-means utilizou a concentração populacional como peso para se utilizar uma média ponderada.

Na subseção 6.3 teve uma nova análise das comunidades que estão localizadas no trecho do Rio Amazonas. Foram distribuídos 20 pontos (aglomerados) de forma hipotética, através do Google Earth. A criação desse cenário tem a finalidade de se obter dois agrupamentos, supondo a utilização de mais de uma UBSF para o atendimento das comunidades.

## 6.1 Análise do primeiro agrupamento

Foram utilizadas as coordenadas geográficas das UBSRs abordadas, para mapear o



cenário. Cada número representa uma comunidade que fica à margem do rio Negro. Na Figura 2 é mostrado o agrupamento com seu centro determinado.



Figura 2: Primeiro agrupamento: Mostra as UBSRs com uma base de atendimento em um trecho do Rio Negro .

A Tabela 1 mostra a lista das UBSRs que são atendidas pela UBSF do municípios de Manaus, localizadas no trecho do Rio Negro, suas respectivas coordenadas geográficas e populações.

A partir da implementação do algoritmo k-means foi gerado o ponto original em uma localização inadequada para o atendimento. Na Figura 2, é mostrado a BASE 1 (Centróide) para o atendimento de abastecimento de materiais, de coordenadas (-2.903157, -60.466699), foi escolhido este ponto pelo fato de estar em uma comunidade. A rota mínima determinada através do algoritmo guloso NN, representou 126, 56km. O caminho sugerido foi: BASE  $\rightarrow$  10  $\rightarrow$  7  $\rightarrow$  8  $\rightarrow$  9  $\rightarrow$  BASE. Os caminhos (Arestas) entre as UBSRs foram obtidos pelo Google Earth: 2, 86 + 13, 4 + 30, 5 + 37 + 42, 8 = 126, 56

UBSRs	COORDENADAS	POPULAÇÃO
7-COSTA DO ARARA	(-3.013914,-60.399984)	952
8-SÃO SEBASTIÃO	(-2.816568,-60.48615)	368
9-NOVA JERUSALÉM	(-2.668793,-60.608955)	324
10-SANTA MARIA	(-2.9301,-60.466578)	425

Tabela 1: Lista das UBSRs atendidas pela UBSF do município de Manaus, localizadas no trecho do Rio Negro com suas respectivas coordenadas geográficas e populações.

## 6.2. Análise do segundo agrupamento

Similar ao experimento anterior, foram utilizadas as coordenadas geográficas das UBSRs abordadas. Cada número representa uma UBSR que fica à margem do rio Amazonas. Na



Figura 3 é mostrado o agrupamento com seu centro determinado. A Tabela 2 mostra a lista das UBSRs localizadas no trecho do Rio Amazonas, suas respectivas coordenadas geográficas e populações.

A partir da implementação do algoritmo k-means, foi gerado um ponto próximo da localização da UBSR 5. Portanto foi adequado adotar essa UBRS de coordenadas (-3.132002,-59.432686) como base para o atendimento de abastecimento de materiais. A distância mínima determinada através do algoritmo guloso representou 145,9 km. A rota sugerida foi: BASE  $\rightarrow$  4  $\rightarrow$  3  $\rightarrow$  2  $\rightarrow$  6  $\rightarrow$  1  $\rightarrow$  BASE. O modelo foi simplificado através das linhas retas obtidas pelo Google Earth: 10, 4+7, 1+26, 9+59, 9+12, 8+28, 8 = 145,9.

UBSRs	COORDENADAS	POPULAÇÃO
1 – COSTA DO JATUARANA	(-3.051831,-59.678406)	373
2-NOSSA SENHORA DA CONCEIÇÃO	(-3.122521,-59.217867)	490
3-NOSSA SENHORA DO CARMO	(-3.150706,-59.277622)	170
4-N. S. PERPÉTUO SOCORRO	(-3.144822,-59.345619)	634
5-BOM SUCESSO	(-3.132002,-59.432686)	491
6-SÃO FRANCISCO	(-3.087835,-59.569218)	1097

Tabela 2: Lista das UBSRs atendidas pela UBSF do município de Manaus, localizadas no trecho do Rio Amazonas com suas respectivas coordenadas geográficas e populações.



Figura 3: Segundo agrupamento: Mostra as UBSRs com uma base de atendimento para essas UBSRs localizada no ponto 5, onde o cenário se encontra em um trecho do Rio Negro.



# 6.3. Novas localizações para as UBSRs.

Nessa seção, são geradas, em dois cenários as novas localizações propostas para as UBSRs, que atendem as comunidades localizadas no Rio Amazonas, utilizando o algoritmo kmeans. As gerações das localizações propostas do primeiro cenário são mostradas na Figura 4.



Figura 4: É mostrado grupos de comunidades de forma hipotética, onde cada grupo é atendida por uma determinada UBSR e que cada grupo será analisado para gerar um local adequado para uma UBSR.

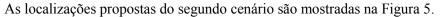




Figura 5: São gerados as localizações propostas para as UBSRs, representadas na cor amarela. Seriam UBSRs flutuantes, com exceção da localização 6.



Na Tabela 3, é mostrada a lista de comunidades ribeirinhas obtida de forma hipotética através do "Google Earth". Na Figura 5 é mostrado grupos com as comunidades geradas de forma hipotética, com o intuito de gerar novas localizações adequadas para as UBSRs de cada grupo.

COMUNIDADES	COORDENADAS	POPULAÇÃO
1	(-3.052311,-59.678214)	150
2	(-3.069394,-59.738747)	120
3	(-3.090397,-59.652197)	103
4	(-3.130606,-59.586425)	97
5	(-3.087825, -59.569325)	300
6	(-3.112736,-59.52350)	300
7	(-3.145069, -59.520872)	400
8	(-3.121628, -59.469297)	100
9	(-3.150728, -59.453192)	100
10	(-3.132708, -59.434317)	200
11	(-3.142939, -59.402469)	91
12	(-3.144822, -59.345619)	200
13	(-3.149078, -59.340017)	100
14	(-3.144814, -59.330489)	100
15	(-3.163817, -59.301636)	90
16	(-3.150683, -59.277758)	85
17	(-3.140294, -59.243914)	85
18	(-3.122950, -59.217756)	300
19	(-3.134161, -59.244486)	200
20	(-3.153650, -59.200739)	134

Tabela 3: Lista das comunidades ribeirinhas localizadas em trecho do Rio Amazonas com suas respectivas coordenadas geográficas e populações.

Na Figura 5, são gerados as localizações das UBSRs através do algoritmo k-means utilizando uma média ponderada. A obtenção das UBSRs propostas, foi gerada de forma separada, ou seja, para cada grupo foi executado o algoritmo k-means. A partir da implementação do algoritmo k-means, obteve-se a base para o atendimento de abastecimento de materiais das UBSRs de coordenadas (-3.13,-59.44), porém a base do agrupamento é o ponto 3 da cor amarela, pelo fato de estar próximo à base gerada. A distância mínima determinada através do algoritmo guloso representou 123,64km. A rota sugerida foi:  $3(BASE) \rightarrow 4 \rightarrow 5 \rightarrow 6 \rightarrow 2 \rightarrow 1 \rightarrow 3(BASE)$ . O modelo foi simplificado através das linhas retas obtidas pelo Google Earth: 11+7,74+19,7+38,8+17,6+28,8=123,64.

UBSR's	COORDENADAS	POPULAÇÃO
1	(-3.07,-59.69)	373
2	(-3.12,-59.54)	1097
3	(-3.14,-59.44)	491
4	(-3.15,-59.34)	634
5	(-3.15,-59.27)	170
6	(-3.13,-59.22)	490

Tabela 4: Lista das localizações das UBSR's propostas mostrado na cor amarela na Figura 5, com suas respectivas coordenadas geográficas e populações atendidas.



Uma outra sugestão para as novas localizações para as UBSRs é mostrado na Figura 6. Adaptando o k-means, a UBSR gerada estaria na comunidade mais próxima das médias ponderadas das coordenadas.

Na Tabela 5, é mostrado as UBSRs e as novas localizações com suas populações que geraram pontos adequados para essas UBSRs. Esses postos foram obtidos de acordo com a demanda das comunidades de forma hipotética, e que posteriormente foi obtido a comunidade mais perto das coordenadas obtidas na média ponderada. Na Figura 6, é mostrado as UBSRs. A partir da implementação do algoritmo k-means, obteve-se a base para o atendimento de abastecimento de materiais das UBSRs de coordenadas (-3.132708, -59.434317), que seria o ponto 10. A distância mínima determinada através do algoritmo guloso representou 145,85km. A rota sugerida foi:  $10(BASE) \rightarrow 6 \rightarrow 1 \rightarrow 14 \rightarrow 15 \rightarrow 18 \rightarrow 10(BASE)$ . O modelo foi simplificado através das linhas retas obtidas pelo Google Earth: 9,91 + 18,6 + 40,6 + 3,24 + 29,3 + 44,2 = 145,85.

UBSR's	COORDENADAS	POPULAÇÃO
1	(-3.052311,-59.678214)	373
6	(-3.112736,-59.52350)	1097
10	(-3.132708, -59.434317)	491
14	(-3.144814, -59.330489)	634
15	(-3.163817, -59.301636)	170
18	(-3.122950, -59.217756)	490

Tabela 5: Lista das localizações das UBSR's propostas mostrado na cor amarela na Figura 6, com suas respectivas coordenadas geográficas e populações atendidas.

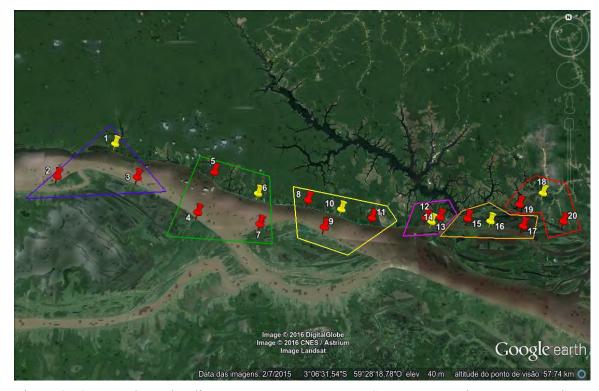


Figura 6 – São gerados as localizações propostas para as UBSRs, representadas na cor amarela.



#### 7. Discussão e Conclusão

Os experimentos realizados neste projeto representam um mapeamento relevante aos atendimentos de saúde realizados por embarcações em comunidades localizadas à beira dos Rios Negro e Amazonas. Os estudos de ferramentas clássicas para problemas de otimização auxiliam nesse mapeamento. No primeiro cenário, mapeou-se um trecho de comunidades pertencentes ao Rio Negro. No segundo cenário, mapeou-se um trecho de comunidades pertencentes ao Rio Amazonas. O cenário hipotético apresentado na subseção 6.3 realiza o mapeamento das comunidades ao longo do Rio Negro, diferentemente do cenário atual com as UBSRs já instaladas. Neste mesmo cenário hipotético foram geradas as novas localizações das UBSRs e isso permite questionar se a localização das UBSRs geradas são, de fato as melhores instalações para o atendimento da população. Pelo fato de algumas UBSRs, serem alagas em tempo de cheia. Percebe-se a aplicação do algoritmo NN para o PVC na subseção 6.3 encontra caminhos menores que o caminho gerado na subseção 6.2. Isso permite ainda investigar o cenário do atendimento de saúde básico da UBSF do município de Manaus. A altura dos rios na região varia. Portanto para resolver o cenário real, seria necessário a utilização de GPS para monitorar as rotas, para encontrar a melhor rota. Espera-se, em trabalhos futuros, alcançar-se todos os mapas de navegação reais dos sistemas da UBSF para o de Manaus a fim de se comparar com os resultados obtidos nos algoritmos propostos.

#### Referências

ANA (Agência Nacional de Águas) (2005). A navegação interior e sua interface com o setor de recursos hídricos. Brasília-DF. Ando, N.M., et al., (2011). DECLARAÇÃO BRASÍLIA: "O Conceito de rural e o cuidado á saúde". Revista Brasileira de Medicinada Família e Comunidade, v.6, p.142-144.

Andrade, L. A. C. G. (2012). Heurística Baseada em Colônia Artificial de Abelhas para o Problema de Localização de Bases, Alocação e Realocação de Ambulâncias. Universidade de São Paulo.

Cunha, C. Barbieri (2000). Aspectos Práticos da Aplicação de Modelos de Roteirização de Veículos a Problemas Reais. Departamento de Engenharia de Transportes Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Cunha, C. Barbieri (2002). Experimentos computacionais com heurísticas de melhorias para o problema do caixeiro viajante. XVI Congresso da Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes. Natal, outubro.

Faharani, R.Z., et al. (2009) Facility Location: Concepts, Models, Algorithms and Case Studies, p.1.

Goldbarg, M.C. e Luna, H.P.L. (2005). Otimização Combinatória e Programação Linear Modelos e Algoritmos. Editora Campus. Rio de Janeiro.

Neto, A. F.; Lima, R. S. (2006). Roteirização de Veículos de uma Rede Atacadista com o Auxílio de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), Revista Pesquisa e Desenvolvimento Engenharia de Produção. n.5, p. 18-39.

Silva, P. et al. (2013). Organização do Cuidado à Saúde em Populações Ribeirinhas: experiência de uma Unidade Básica de Saúde Fluvial, p.4-5.