



## 1. Identificação do Projeto

### Título do Projeto PIBIC/PAIC

Mapeamento batimétrico do Rio Negro através de modelagem geoestatística

### Orientador

Rogério Ribeiro Marinho

### Aluno

Nayara Caroline Soares Duailibe

## 2. Informações de Acesso ao Documento

### 2.1 Este documento é confidencial?

SIM  NÃO

### 2.2 Este trabalho ocasionará registro de patente?

SIM  NÃO

### 2.3 Este trabalho pode ser liberado para reprodução?

SIM  NÃO

### 2.4 Em caso de liberação parcial, quais dados podem ser liberados? Especifique.

## 3. Resumo

O estudo teve como objetivo elaborar mapas batimétricos do Rio Negro em frente à cidade de Manaus por meio dados coletados por Perfilador Doppler Acústico de Corrente (ADCP) e métodos geoestatísticos. Foram testados diferentes desenhos amostrais para investigar a influência do espaçamento dos perfis de profundidade sobre as superfícies do leito do Rio Negro, estimadas através da krigagem ordinária. Foram utilizados 60 perfis sobre uma área de 25 km<sup>2</sup>, produzindo um volume de 22.224 pontos de profundidades georreferenciadas. Os dados processados mostraram uma profundidade média de 23 metros e uma amplitude de até 51 metros para os diferentes desenhos amostrais, com valores de 3,33 e 54,97 metros de profundidade mínima e máxima, respectivamente. Os resultados indicam que os desenhos amostrais de 100 e 300 metros entre os perfis transversais podem ser adequados para representar as principais formas do rio Negro nesta



área em estudo. Em relação à morfologia fluvial do Rio Negro, pôde-se observar neste trecho em análise que a margem esquerda possui profundidades superiores em relação à margem direita.

**Palavras-chave:** batimetria, geoestatística, Rio Negro.

#### **4. Introdução**

A cartografia dos rios amazônicos sempre foi um desafio devido as grandes dimensões dos principais cursos d'água da região e da pouca disponibilidade de recursos tecnológicos e econômicos para o levantamento de dados. No entanto, a análise das formas do leito fluvial é de suma importância para o entendimento de sua gênese e de modificações que possam ser impostas, principalmente em obras de engenharia como pontes, dutos, portos, dragagens, cabos de comunicação e usinas hidrelétricas.

Nos últimos anos, diversos foram os estudos realizados sobre grandes rios da Amazônia, os quais focaram principalmente em processos morfogenéticos, hidrometria, sedimentologia e estudos da relação entre a tectônica e formas fluviais (LATRUBESSE et al., 2005). Percebe-se assim uma necessidade de estudos inovadores que envolvam técnicas consagradas de coleta de dados hidrológicos e geomorfológicos, com abordagens que tratem de problemas relacionados às variáveis regionalizadas, tais como os métodos disponíveis na geoestatística (LANDIM, 2003).

A geoestatística pode ser considerada um ramo da estatística aplicada que tem como objetivo propor uma caracterização de variáveis de interesse, tais como profundidade, velocidade dos rios, transporte de sedimentos, por meio do estudo de sua distribuição e da variabilidade espacial (YAMAMOTO e LANDIM, 2013). Este método têm se tornado de grande importância para o mapeamento de superfícies através de interpoladores como a krigagem com uso de variáveis hidrológicas, geoquímicas, geofísicas, entre outros, principalmente por permitir a determinação do erro associado às estimativas (LANDIM, 2006).

O presente projeto de iniciação científica é vinculado ao projeto "Perfil Hidrológico e Geomorfológico do Rio Negro frente a Manaus" (Projeto Phigeon), desenvolvido pelo Laboratório de Potamologia Amazônica (LAPA), que teve como objetivo coletar diversos dados hidrométricos com o Perfilador Doppler Acústico de Corrente (ADCP). Esta pesquisa teve como objetivo desenvolver mapas batimétricos do Rio Negro na região em frente à cidade de Manaus utilizando métodos geoestatísticos.



## **5. Revisão Bibliográfica**

O Rio Negro é um dos maiores rios do mundo, drena uma área de aproximadamente 700.000 km<sup>2</sup>, por cerca de 1.700 km de extensão, com grande importância para a Bacia Amazônica, pois este rio drena uma área que representa 14% da bacia e cuja vazão representa cerca de 15% da vazão total do rio Amazonas medida na foz (FILIZOLA, et al., 2002).

O Rio Negro nasce na Serra do Junaí, na Colômbia e, por todo seu curso, até a confluência com o Rio Solimões para formar o Rio Amazonas, drena áreas de baixo relevo e terrenos consolidados, o que reflete na sua velocidade e erosão (CUNHA e PASCOALOTO, 2006; SIOLI, 1975). O regime dos rios da Bacia Amazônica é governado pela distribuição não uniforme da pluviosidade. A Bacia do Rio Negro tem o clima mais chuvoso da Bacia Amazônica, com valores anuais médios de chuva entre 2.000 e 2.200 mm, alcançando níveis maiores que 3.500 mm na região do alto Rio Negro (ZEIDEMANN, 2016).

A cor da água no Rio Negro está relacionado a sua pobreza em partículas suspensas, a grande quantidade de ácidos húmicos que provém da decomposição da matéria orgânica e os óxidos de ferro dissolvidos, disponíveis pela grande floresta densa na região. Estes são os principais fatores que conferem a acidez e a cor marrom avermelhada às águas do Rio Negro (FRANZINELLI, 2011). A região do baixo curso do Rio Negro está fortemente influenciada por uma neotectônica transcorrente, que abrange toda a parte central da Bacia Amazônica de leste para oeste (IGREJA 1998; FRANZINELLI, 2011).

A batimetria consiste na medição da profundidade dos oceanos, lagos e rios. Seu resultado é apresentado normalmente em mapas de 2 dimensões (2D) com curvas que unem pontos de mesma profundidade equidistantes verticalmente, semelhante aos mapas de curvas de nível topográfico, ou em modelos de 3 dimensões (3D) (BILHALVA, 2013). Levantamentos batimétricos são importantes para a gestão de recursos hídricos, pois permitem estimar o grau de assoreamento, calcular volumes de armazenamento, atualizar ou gerar as curvas de capacidade e de nível, modelar o relevo submerso, além de subsidiar informações aos órgãos competentes, para tomada de decisão no gerenciamento dos recursos hídricos, além das questões de acessibilidade e trafegabilidade (ÁLVARES et al., 2001; FERREIRA et al., 2012).

A geoestatística é um ramo da estatística que trata de problemas referentes às variáveis regionalizadas, as quais têm um comportamento espacial mostrando características intermediárias entre as variáveis verdadeiramente aleatórias e as totalmente determinísticas (LANDIM, 2006). Desse modo, a variável possui uma tendência de apresentar valores muito similares em dois pontos vizinhos e à medida que os pontos começam a se distanciar, os valores estimados tornam-se cada



vez mais distintos (LANDIM, 1998). No estudo do comportamento das variáveis regionalizadas duas são as ferramentas fundamentais dos métodos geoestatísticos: o semivariograma e a krigagem (LANDIM, 2006).

O semivariograma mostra a medida do grau de dependência espacial entre os elementos da amostra de uma determinada variável. Para o estudo dessas variáveis regionalizadas é importante conhecer os principais parâmetros do semivariograma: patamar, alcance, contribuição e efeito pepita. Já a krigagem é um nome genérico adotado para uma família de algoritmos de regressão dos mínimos quadrados (GOOVAERTS, 1997). A krigagem é um processo de estimativa de valores de variáveis distribuídas no espaço ou no tempo, a partir de valores adjacentes, considerados como interdependentes pelo semivariograma. Trata-se, em último caso, de um método de estimativa por médias móveis, tendo como objetivo minimizar a estimativa do erro (LANDIM, 2006 e UTSUMI et al., 2011).

## **6. Objetivos**

Este projeto teve como objetivo geral o mapeamento batimétrico do Rio Negro na região em frente à cidade de Manaus utilizando métodos geoestatísticos. Os objetivos específicos foram: (i) elaborar mapas batimétricos para a representação da morfologia fluvial do Rio Negro na região em frente à Manaus, e (ii) analisar a influência do tamanho da amostragem entre perfis para o mapeamento batimétrico usando métodos geoestatísticos.

## **7. Área de estudo**

A área de estudo se localiza no baixo curso do Rio Negro, na orla em frente à cidade de Manaus, capital do Estado do Amazonas, nas adjacências da Ponte Sobre o Rio Negro (Figura 1). Na região em frente à Manaus o Rio Negro apresenta trecho com até 07 km de largura e profundidade máxima de 55 metros no período de cheia. O leito é constituído de material rígido, com pouco material sedimentar fino próximo das margens, com baixa quantidade de sedimentos em suspensão e muita matéria orgânica dissolvida. A velocidade da corrente é muito baixa ao longo do ano, com valores que chegam a 0,5 m/s.

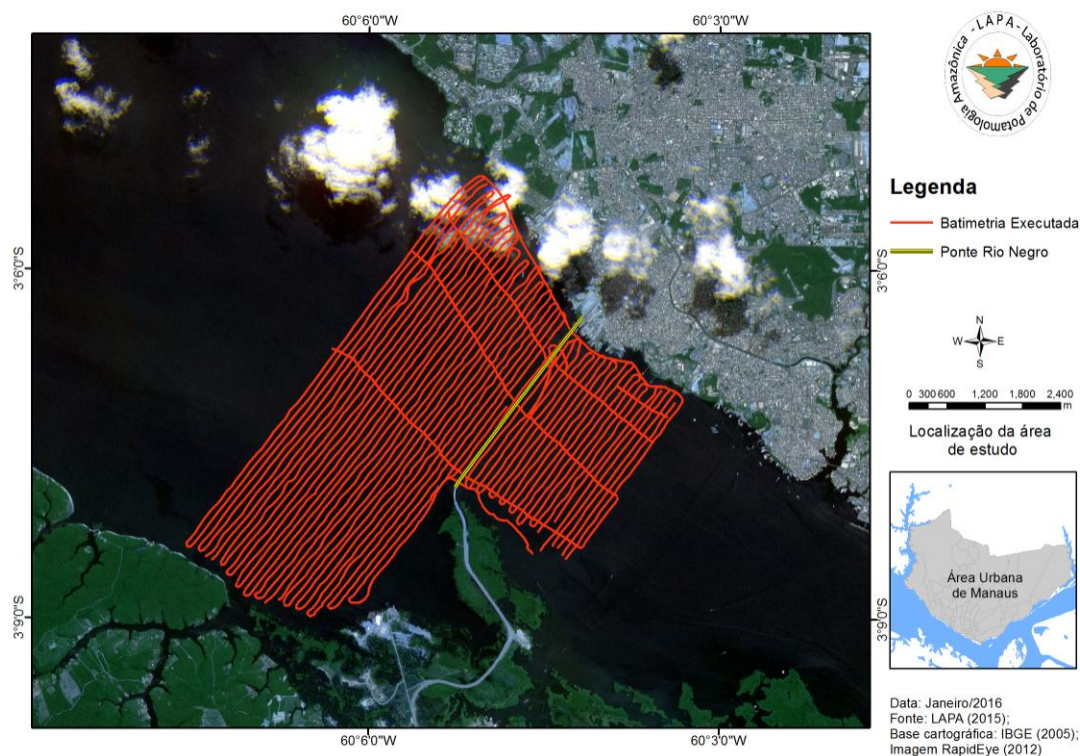


Figura 01: Mapa de localização da área de estudo.

## 8. Metodologia

O trabalho foi executado em duas etapas: aquisição dos dados de profundidade e processamento em laboratório. A análise geoestatística foi realizada com o software GS+7. O sistema de informações geográficas (SIG) ArcGis 10.1 foi utilizado para a interpolação dos dados e elaboração dos mapas temáticos.

### 8.1 Aquisição dos dados

Os dados batimétricos foram coletados entre os dias 08 e 11 de janeiro de 2015, utilizando uma embarcação regional amazônica equipada com o ADCP, montado ao lado direito da embarcação e mergulhado a 62 cm da linha d'água. O ADCP utilizado neste trabalho possui 4 transdutores na frequência de 600 kHz. O gerenciamento e registro da coleta dos dados foi realizado através do software WinRiver II, onde se realizou a integração dos dados de profundidade com dados de localização obtidos com um receptor GPS da marca Trimble, modelo R4.

Os dados foram coletados em perfis transversais ao canal do Rio Negro com espaçamento médio de 100 metros entre os perfis, sobrepostos por quatro perfis longitudinais localizados próximos das margens e no meio do canal. A cota média do Rio Negro registrado pelo Porto de

Manaus no período de aquisição dos dados foi de 21,96 m, valor dentro da média histórica observada para o período de enchente.

Um total de 60 perfis foi coletado em quatro dias de trabalho, produzindo um volume de 22.224 pontos de profundidades georreferenciadas, sobre uma área de 25 km<sup>2</sup>. Os dados latitude, longitude e profundidade coletados pelo ADCP e GPS foram convertidos para o formato ASCII (x,y,z) no software WinRiver II e importados para manipulação em planilhas eletrônicas e no sistema de informações geográficas ArcGis 10.1. Os dados coletados com espaçamento entre perfis nas equidistâncias de 100 metros foram posteriormente reamostrados para 200, 300 e 500 metros entre os perfis.

## 8.2 Análise Geoestatística

Inicialmente foi realizada uma análise exploratória sobre o conjunto de dados coletados. Esta análise consistiu na identificação da variabilidade dos dados utilizando histogramas, estatísticas descritivas (medidas de tendência central e de dispersão) e análise de tendências, para orientação do processamento geoestatístico dos dados.

A elaboração dos mapas batimétricos para a representação da morfologia fluvial do Rio Negro na região do estudo foi realizado com base em semivariogramas experimentais. A interpolação das superfícies batimétricas foi executada através da krigagem ordinária disponível no pacote Geostatistical Analyst do ArcGis 10.0.

## 8.3 Avaliação dos modelos

Antes do desenvolvimento dos semivariogramas experimentais, um conjunto de 2.222 pontos independentes foi selecionado aleatoriamente (10% do total) e separados para avaliar os resultados das superfícies interpoladas através do cálculo do Erro Médio Quadrático (RMSE). O RMSE foi calculado a partir da comparação dos valores de profundidades dos pontos de referência, com os valores de profundidades estimadas pela krigagem usando a seguinte expressão:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum(z_i - z_{ref})^2}{N}} \quad (1)$$

onde  $Z_i$  são as profundidades da superfície estimada,  $Z_{ref}$  são as profundidades medidas nas campanhas e não usadas na interpolação, e  $N$  é o número de pontos considerados. Por fim, perfis transversais sobre os diferentes modelos foram elaborados para realizar uma avaliação qualitativa das formas do leito do rio em diferentes seções.

## 9. Resultados e Discussão

### 9.1 Estatística descritiva e modelagem geoestatística

Os dados coletados em campo foram separados em quatro conjuntos, variando de 100, 200, 300 e 500 metros de espaçamento perfis. A Tabela 1 apresenta as estatísticas descritivas dos quatro conjuntos de dados avaliados. Estes conjuntos de dados mostram uma profundidade média de 23 metros e uma amplitude de até 51 metros para os diferentes desenhos amostrais.

Tabela 1: Estatísticas descritivas dos diferentes conjuntos de dados.

Conjunto de Dados	100x100 m	200x200 m	300x300 m	500x500 m
Observações	20.002	10.746	8.120	6.006
Número de perfis	60	30	20	12
Profundidade média (m)	23,11	23,62	23,48	24,95
Profundidade máxima (m)	54,97	52,71	54,97	51,46
Profundidade mínima (m)	3,33	3,33	3,33	3,33
Mediana (m)	24,82	25,19	24,99	26,27
Desvio Padrão	10,90	10,81	10,69	10,61
Assimetria	-0,13	-0,20	-0,16	-0,29
Curtose	2,13	2,14	2,22	2,36

Após a análise exploratória dos dados de profundidade foram desenvolvidos semivariogramas experimentais para representar o conjunto de dados. Foram testados diferentes modelos matemáticos e a Tabela 2 apresenta os parâmetros obtidos da análise variográfica com o modelo Gaussiano, que teve o melhor desempenho no valor residual (RSS) e maior coeficiente de correlação ( $R^2$ ). Nesta análise foi identificada anisotropia dos dados com direção preferencial no sentido NW-SE ( $135^\circ$ ). Os diferentes conjuntos de dados apresentaram grau de aleatoriedade menor que 0,06 ( $Co/C$ ) e dependência espacial acima de 95% ( $C/(Co+C)$ ).

Tabela 2. Coeficientes geoestatísticos desenvolvidos para os dados de profundidade.

Conjunto de Dados	Alcance	Efeito pepita (Co)	Patamar (C)	$R^2$	RSS
100x100 m	8147,567	0,046	0,89999	0,972	0,749
200x200 m	8920,0617	0,044	0,97076	0,963	0,829
300x300 m	10252,0087	0,046	1,19836	0,97	0,857
500x500 m	10137,6934	0,054	1,04234	0,918	0,673

### 9.2 Mapas batimétricos

A Figura 2 apresenta os mapas de profundidade estimados por meio da krigagem ordinária utilizando os coeficientes apresentados na Tabela 2. A resolução espacial dos mapas possui uma dimensão de 30 x 30 metros, ou seja, a cada 900 m<sup>2</sup> foi estimado um valor de profundidade. Neste

trecho do Rio Negro foi observado duas áreas com maior profundidade, uma na margem esquerda próximo da tomada de água da companhia de saneamento da cidade, e outra na margem direita onde localiza-se o talvegue.

Um compartimento de aproximadamente  $7,6 \text{ km}^2$  na margem direita do Rio Negro destaca-se por apresentar baixa profundidade, entre 5 e 10 metros. Em anos de secas extremas, como as ocorrida nos anos de 2005 e 2010, este extenso platô pode ficar totalmente emerso e sua área representa aproximadamente 40% da largura do canal neste trecho. Na região a montante da ponte sobre o Rio Negro o canal central tem profundidades máximas variando entre 25 e 30 metros.

Na área a jusante da ponte sobre o Rio Negro o canal central tem profundidades variando entre 25 e 35 metros, alguns pontos de depressões com profundidade superior a 45 metros e largura na ordem de 100 a 200 metros.

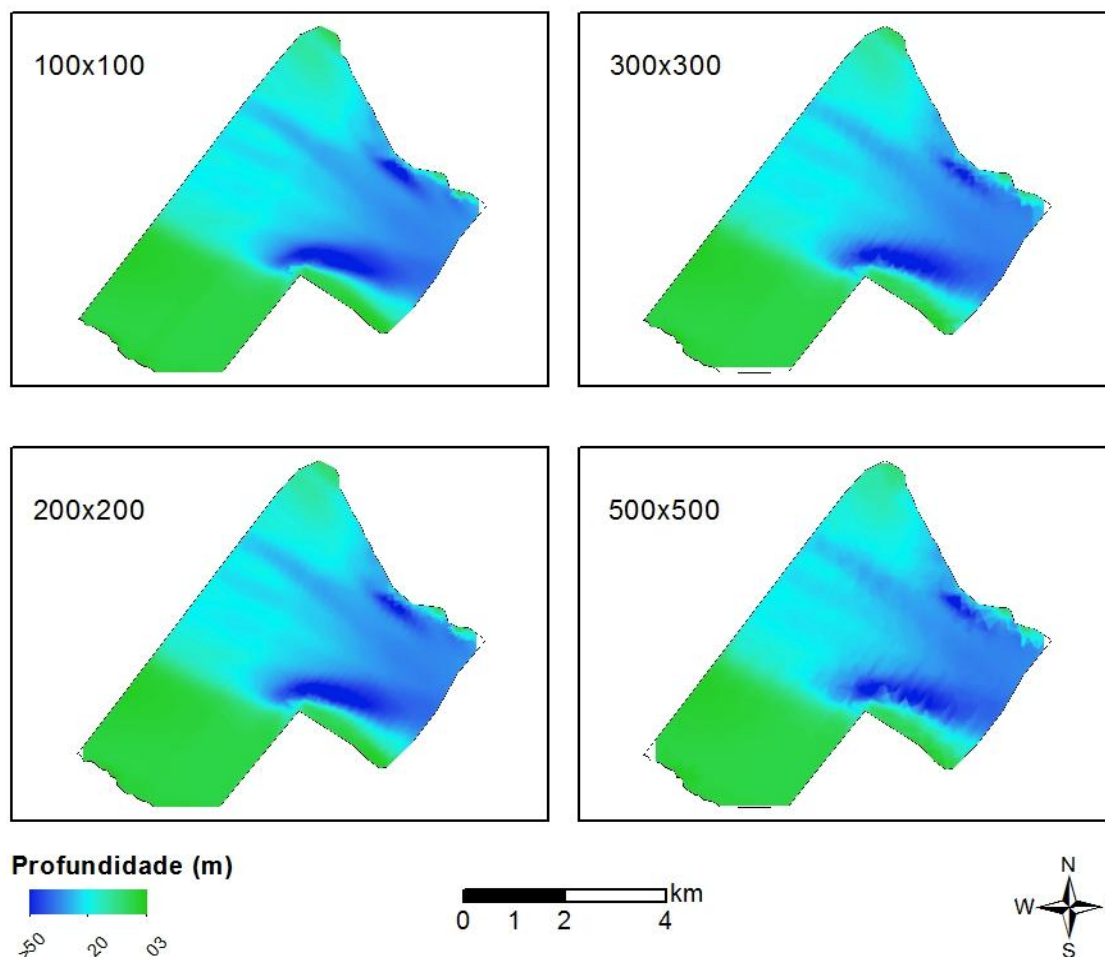


Figura 2. Mapas batimétricos interpolados com os diferentes conjuntos de dados, nas diferentes equidistâncias (100, 200, 300 e 500 metros).



Com os mapas batimétricos da Figura 2, verifica-se que com o maior espaçamento da malha, diminui a resolução do mesmo, mas o mapa produzido com a malha com o espaçamento de 300 metros gerou resultados visualmente similares ao da malha mais densa. A partir de um desenho amostral de 500 metros, estimativas da profundidade e da morfologia do fundo do rio podem apresentar maiores erros, o que pode levar ao um aumento das áreas mais rasas na parte interior do mapa, e redução das partes rasas nas bordas da área de estudo.

### 9.3 Avaliação quantitativa e qualitativa

Conforme esperado o valor do RMSE em cada modelo variou em função do desenho amostral utilizado (Figura 3), chegando a mais de 100% no desenho amostral de 500x500 metros em relação ao mapa batimétrico com maior densidade amostral (100x100 metros). Na análise dos desvios, os valores médios em cada modelo ficaram abaixo de 50 centímetros, no entanto, alguns pontos avaliados tiveram estimativas superiores a 10 metros em relação ao observado, principalmente nas áreas na borda do talvegue (margem direita) e próximo da área de tomada d'água (margem esquerda).

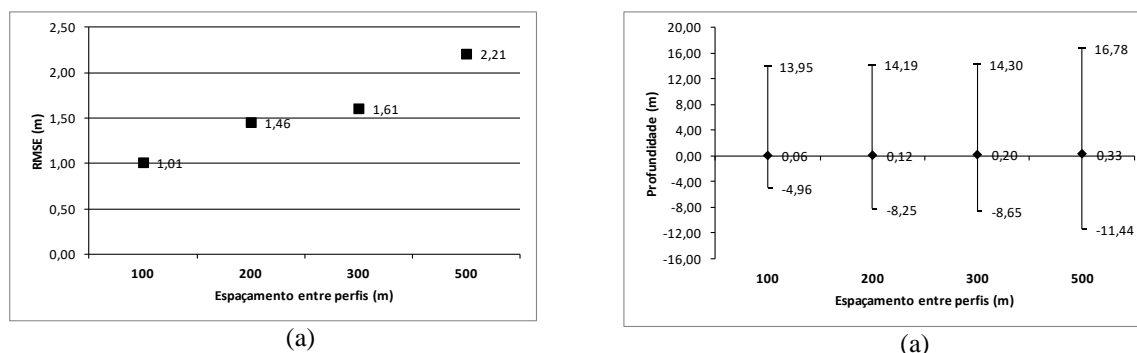


Figura 3. (a) RMSE para cada modelo avaliado. (b) desvios médios (ponto), máximos (valores positivos) e mínimos (valores negativos).

A Figura 4 apresentam perfis transversais elaborados com os dados em diferentes desenhos amostrais. Nestes perfis é possível identificar algumas formas do canal nesta região e o desempenho de cada modelo na representação destas formas. No primeiro perfil (Figura 4a) é possível notar a descida brusca da profundidade, observar um vale próximo de 20 metros e outro próximo de 30 metros de profundidade. No primeiro vale o modelo com espaçamento de 500x500 metros não conseguiu captar bem esta forma. Efeito similar pode ser observado no perfil da Figura 4c. No perfil da Figura 4b todos os modelos conseguiram captar formas semelhantes do leito do rio.

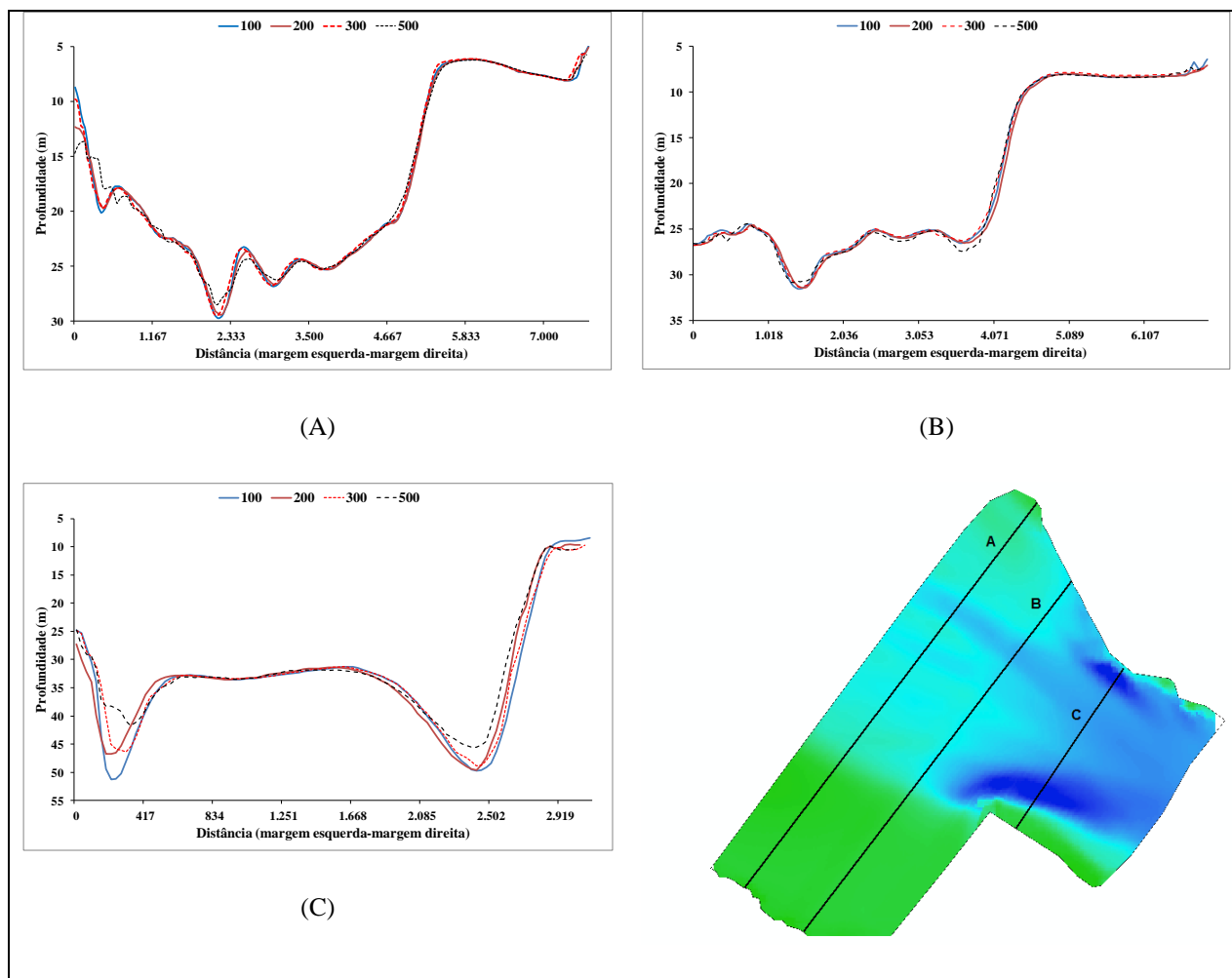


Figura 4. Perfis transversais do Rio Negro obtidos em diferentes seções e sobre diferentes desenhos amostrais.

## 10. Conclusões

Estimativas espaciais da profundidade de grandes rios amazônicos são informações de grande importância para segurança de navegação e obras de engenharia. Diversos são os métodos disponíveis para representação das formas do leito dos rios, sendo a sondagem multifeixe uma das técnicas com maior precisão. Neste trabalho foi apresentada uma metodologia alternativa de coleta e processamento de dados batimétricos para grandes rios amazônicos.

Os resultados indicam que um desenho amostral de 100 metros entre os perfis transversais pode ser adequado para representar as principais formas do rio Negro nesta área em estudo. No entanto, para a aquisição de dados com esse desenho amostral sobre uma superfície de 25 km<sup>2</sup>, são necessários quatro dias de trabalho. Como alternativa a este desenho amostral mais denso na coleta dos dados, os resultados do espaçamento de 300 metros entre os perfis é uma opção para reduzir o



tempo de trabalho, e em consequência, o custo na aquisição dos dados. Por outro lado, a partir do espaçamento de 500 metros, começa a surgir resultados imprecisos de profundidade e de estruturas inexistentes, podendo levar a interpretações equivocadas.

Em relação à morfologia fluvial do Rio Negro, pode-se observar que a margem esquerda possui profundidades superiores em relação à margem direita. Destacam-se também duas grandes depressões em forma de “V” localizadas próximo da margem esquerda e outra na margem direita, além de um extenso platô com baixa profundidade sobre uma área com mais de 3 km de extensão.

### **11. Agradecimentos**

Agradecemos a PADTEC S.A. e ao Instituto Piatam pelo apoio na execução do projeto PHIGEON (Perfil Hidrológico e Geomorfológico do Rio Negro frente a Manaus) e pela cessão dos dados para o Laboratório de Potamologia Amazônica da UFAM. Ao comitê local de Ciências Exatas e da Terra da Universidade Federal do Amazonas (UFAM) pelas sugestões no desenvolvimento do Projeto de Iniciação Científica PIB-E/0017/2015.



## 12. Referências

- ÁLVARES, M. T.; FERNANDES, S.; MARIANO, A. C.; PIMENTA, M. T. Monitorização Batimétrica em Albufeiras. Lisboa: Instituto da Água, Direção de Serviços de Recursos Hídricos. 2001. Disponível em: < [http://snirh.pt/snirh/download/relatorios/batimetria\\_albufeiras\\_piloto.pdf](http://snirh.pt/snirh/download/relatorios/batimetria_albufeiras_piloto.pdf)> Acesso em 11 de julho de 2016
- BILHALVA, W. D. B. Batimetria de Pequenos Reservatórios através de metodologia convencional e alternativa. Santa Maria: UFSM, 2013. 73 p. Dissertação (Mestrado em Geomática) - Programa de Pós-graduação em Geomática, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.
- CUNHA, H. B.; PASCOALOTO, D. Hidroquímica dos Rios da Amazônia. Manaus: Governo do Estado do Amazonas, Secretaria de Estado da Cultura, Centro Cultural dos Povos da Amazônia. Série Pesquisas, 127pp. 2006.
- FERREIRA, I. O.; RODRIGUES, D. D.; SANTOS, A. P. Levantamento Batimétrico Automatizado Aplicado à Gestão de Recursos Hídricos. Estudo de Caso: Represamento do Ribeirão São Bartolomeu, Viçosa-MG. IN: Anais... IV Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. 2012. Recife-PE: p. 001-008. Disponível em: < [https://www.ufpe.br/cgtg/SIMGEOIV/CD/artigos/SReFOTO/110\\_4.pdf](https://www.ufpe.br/cgtg/SIMGEOIV/CD/artigos/SReFOTO/110_4.pdf)> Acesso em: 08 abr. 2016.
- FILIZOLA, N., GUYOT, J. L., MOLINIER, M. GUIMARÃES, V., OLIVEIRA, E. FREITAS. M. A. Caracterização hidrológica da bacia Amazônica. In. RIVAS, A. & FREITAS, C.E.DEC. Amazônia uma perspectiva interdisciplinar, Manaus, Brasil: EDUA, 2002, p.33-53.
- FRANZINELLI, E. Características Morfológicas da confluência dos Rios Negro e Solimões (Amazonas, Brasil). Revista Brasileira de Geociências. v. 41, n. 4, p. 587-596, 2011.
- GOOVAERTS, P. Geostatistics For Natural Resources Evaluation. New York: Oxford University, 1997.
- IGREJA, H. L. S. Aspectos do Modelo Neotectônico da Placa Sul-americana na Província Estrutural Amazônica, Brasil. Tese (Concurso Professor Titular). Universidade Federal do Amazonas, Manaus-AM. p.155, 1998.
- LANDIM, P. M. B. Análise Estatística de Dados Geológicos. Fundação Editora da UNESP. São Paulo. 1998.
- LANDIM, P. M. B. Análise estatística de dados geológicos. 2 ed. São Paulo-SP: Editora da UNESP, 2003.
- LANDIM, P. M. B. Sobre Geoestatística e mapas. Terræ Didática, Campinas-SP, v. 2, n. 1, p 19-33, 2006.
- LATRUBESSE, E. M.; STEVAUX, J. C.; SINHA, R. Tropical rivers. Geomorphology v. 70 p. 187-206, 2005.
- SIOLI, H. Tropical River as Expressions of their Terrestrial Environments. In: GOLLEY, F.B; MEDINA, E. (Eds). Tropical Ecological Systems Trends in Terrestrial and Aquatic Reserarch. Berlin: Springer-Verlag. p. 289-312, 1975.
- UTSUMI, A. G.; ROTTA, L. H. S.; GALO, M. L. B. T.; TACHIBANA, V. M. Inferência de Macrófitas Aquáticas Submersas por Meio da Geoestatística. IN: Anais... XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. 2011. Curitiba-PR: p. 2279-2285. Disponível em: < <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2011/files/p0877.pdf>>. Acesso em: 08 abr. 2016.
- YAMAMOTO, J. K.; LANDIM, P. M. B. Geoestatística: conceitos e aplicações. São Paulo-SP: Oficina de Textos, 2013.
- ZEIDEMANN, VIVIAN KARINA. O Rio das Águas Negras. In: DALY, Douglas A. et al. Florestas do Rio Negro. Disponível em: <http://ecologia.ib.usp.br/guiaigapo/florestas.html>. Acessado em 23 de janeiro de 2016.

### 13. Cronograma de Atividades

Nº	Descrição	Ago 2015	Set	Out	Nov	Dez	Jan 2016	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul
1	Revisão da literatura	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R		
2	Organização da base de dados geográficos	R	R										
3	Análise exploratória dos conjuntos de dados batimétricos		R										
4	Ajuste dos semivariogramas experimentais			R	R	R							
5	Interpolação das superfícies batimétricas					R	R	R					
6	Avaliação e comparação das superfícies batimétricas								R	R	R		
7	Elaboração do Relatório Parcial					R	R						
8	Seminário Parcial de Avaliação							R					
9	Elaboração do Resumo e Relatório Final											R	R
10	Preparação da Apresentação Final para o Congresso												R