

ANÁLISES DE PERFIS LONGITUDINAIS E TRANSVERSAIS PARA COMPREENSÃO DE UMA VOÇOROCA, ESTUDO DE CASO: SUB-BACIA DO RIO IRIRI - RJ

Wellington Marins Coutinho Firmino¹

Phillipe Cardoso Valente²

Vinicius da Silva Seabra³

1. Faculdade de Formação de Professores da Universidade do Estado do Rio de Janeiro - Departamento de Geografia (wellinghtoncoutinho@gmail.com)
2. Faculdade de Formação de Professores da Universidade do Estado do Rio de Janeiro - Departamento de Geografia (valentephc@gmail.com)
3. Faculdade de Formação de Professores da Universidade do Estado do Rio de Janeiro - Departamento de Geografia (vinigeobr@yahoo.com.br)

ABSTRACT

The erosions caused by voçorocamento is an example of problems generated by a little harmonious relationship between man and nature, as a consequence it constitutes an erosive process with surface and subsurface flows that progress until reaching the water table. With the constant technological evolution, orthophoto and digital elevation models can be elaborated with greater speed and by centimeters of distance, however in smaller areas, in this sense we have the imaging by Remotely-Piloted Aircraft System that made the flyover process easier. From the generated models, we can analyze longitudinal and transversal profiles that indicate the shape of the relief where the lines were drawn, with this, we can understand how the local erosive action has been. The imaging was carried out on March 4, 2020, where PhotoScan Professional was used to perform the processing, and to perform the analysis of this data, ArcGIS was used where it was possible to generate the trace lines for the profiles. Then, the information from the x and y axes was extracted to create the table in Excel, where the data were executed in software R. As a result we have 2 maps and 4 graphs (expressed in maps and in a separate form), where visually the profiles A-A 'and B-B' varied approximately the same height, however the profile B-B 'needed a distance of less than 9.97% to profile A-A ', demonstrating a more significant erosive action of profile B-B'.

Keywords: Geomorphology, Geoprocessing, Longitudinal and transversal profiles.

INTRODUÇÃO

As chuvas causam processos erosivos com abrangência em quase toda a superfície terrestre, com destaque para as áreas de clima tropical, ou seja, áreas com os maiores totais pluviométricos em todo o globo (GUERRA, 2011). A intervenção do homem no meio, com desmatamento para inúmeros fins, faz com que os solos fiquem desprotegidos de cobertura vegetal sendo este fator um grande contribuidor de intensificação da ação da chuva nessas áreas.

Não é possível ignorar-se a presença e a participação do homem nos processos erosivos; não apenas porque ele atua como agente acelerador dos processos, mas também por ser ele transformador de ambientes, e consequentemente, responsável direto por uma série de problemas ambientais na face da Terra. Os impactos causados pelo homem são tanto mais sentidos, quanto maiores forem as contradições, conflito e confrontos sociais, políticos e econômicos em um país (GUERRA, 1994, p. 14).

Para mensurar as mudanças que ocorrem nas paisagens, e a partir daí propor ações de mitigação de processos e resolução de problemas, podemos usufruir de recursos geotecnológicos, que podem gerar respostas rápidas e serem apoio na tomada de decisões.

Vale dizer que a tecnologia se encontra em avanço constante e acelerado, e a mesma altera diariamente o modo de vida da sociedade. No campo do geoprocessamento essas evoluções são constantes, o que torna seu uso cada vez mais essencial nos estudos relacionados a paisagem e aos geossistemas, Pérez (2017) ressalta que a fotografia aérea e as imagens de satélites são importante fontes de informações na dinâmica e nos processos de evolução do uso solo.

Neste contexto temos imageamento através dos RPAS (*Remotely-Piloted Aircraft System*), sua capacidade de trabalhar com grandes escalas cartográficas e uma escala temporal determinada apenas por seus planos de voo, ou seja, podemos ter análises mais precisas e rápidas, com a possibilidade de entender a evolução das mudanças na paisagem diariamente.

Atualmente é muito relevante estudarmos os impactos que atuam sobre os diferentes elementos da paisagem. Destes elementos destacamos o solo, que pode ser considerado “um dos elementos do sistema terrestre que mais sofre, e a sua erosão causa danos” (GUERRA, 1994, p. 17), nesse contexto Guerra (1994) aponta a importância dos estudos sobre a combinação dos processos físicos e sociais. Dessa forma, tornam-se cada vez mais necessárias análises em áreas onde ocorrem erosão a fim de compreender, por exemplo, a causa das inundações, e de assoreamento, provocados por este processo.

A importância do monitoramento de um processo erosivo está ligada às suas potenciais influências no ambiente e também para o homem inserido nesse sistema. A voçoroca é fonte de sedimentos que com a presença de chuvas serão carregados até o rio, provocando assoreamento do leito deste rio, que acarretará em impactos, tais como: alagamentos nos arredores do rio; e até mesmo impacto na quantidade de água disponível. Com base no que foi dito, é interessante ressaltar Christofolletti (1999), que afirma que a “carga do leito do rio assume maior significância em relação com a geometria hidráulica do canal fluvial, ocorrendo interação entre as características do fluxo, transporte dos sedimentos e forma do canal”.

A área de estudos está localizada dentro da Região Hidrográfica V (RHV) – denominada de Baía de Guanabara –, na Sub Bacia do Rio Iriri, inserida inteiramente no município de Magé, identificado na figura 1. A RHV possui uma área¹ de 4.068 km², enquanto a

¹ Dado obtido a partir do cálculo realizado pela ferramenta Calculator Geometry disponível no ArcMap, que gera os valores de área a partir de um polígono de acordo com sua respectiva delimitação na tabela de

Sub Bacia do Rio Iriri é a 4ª menor tendo área¹ de 19,67 km². A população residente² na sub bacia é de aproximadamente 6.012 pessoas.

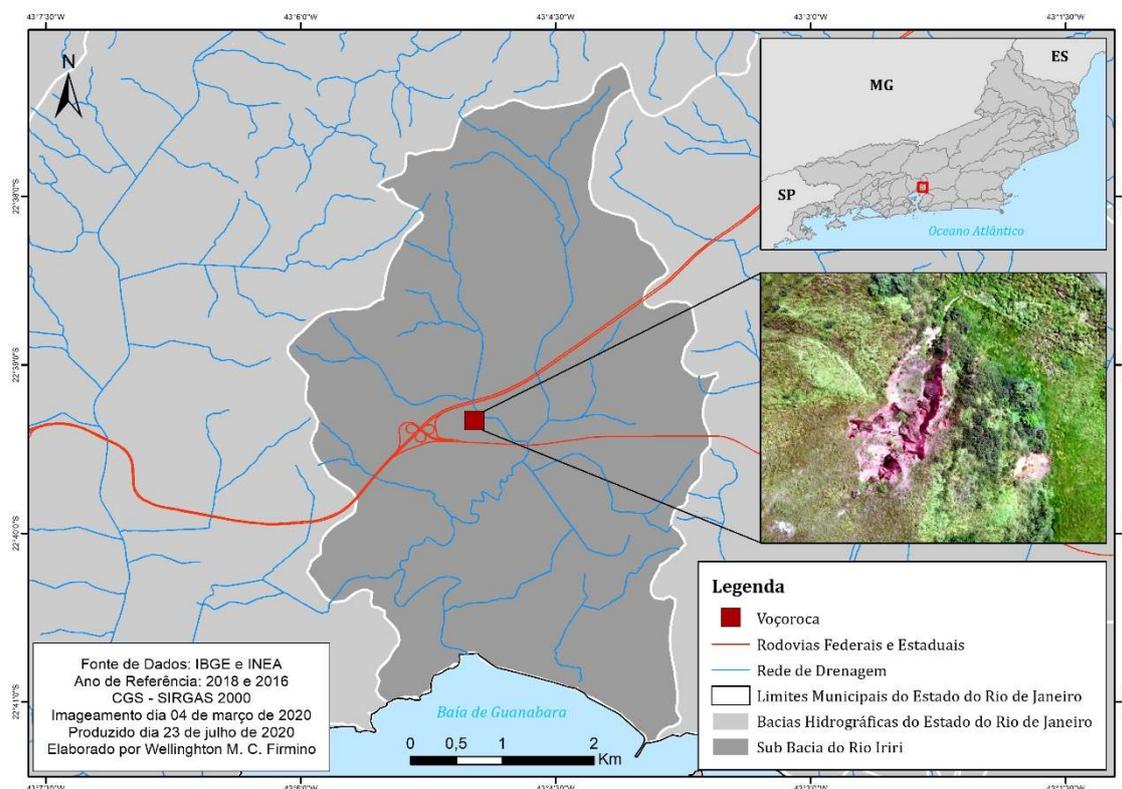


Figura 1. Área de Estudo.

METODOLOGIA

As análises previstas na atual pesquisa teve seu início a partir do planejamento e realização do trabalho de campo no dia 04 de março de 2020, onde foi feito um imageamento aéreo por RPAS, onde o modelo de RPA (*Remotely-Piloted Aircraft*) utilizado foi o Mavick Pro tendo sua câmera composta por sensor 1/2.3" (CMOS), Píxeis efetivos: 12.35 M (Píxeis totais: 12.71 M) e lente FOV 78.8° 26 mm (formato equivalente a 35 mm) f/2.2 Distorção <1,5% de foco de 0,5 m a ∞ .

Para o plano de voo foi elaborado uma missão de dupla grade (*Double Grid Mission*) no aplicado de *smartphone* Pix4D em uma área de 100x100m a 50 metros de altura e sobreposição entre as imagens de 70% e ângulo da câmera em 80%, o que gerou um tempo de voo de 5min e 57s e 97 imagens.

O processamento das imagens foi feito através software *PhotoScan Professional* gerando uma ortofoto com resolução espacial de 4,09 cm² (2,10x1,95 cm), e um MDE (Modelo Digital de Elevação) com resolução espacial de 18,49 cm² (4,30x4,30 cm), após o processamento foi feito um shift de 35.1 metros na imagem para uma aproximação

atributos, ou seja, com o polígono disponibilizado no site do INEA determinou-se a área da Bacia e da Sub Bacia.

² Dado obtido a partir dos setores censitários (do censo IBGE do ano de 2010) que se encontram dentro da Sub Bacia, sendo o campo de população residente o único possível para identificar aproximadamente os habitantes locais.

maior da planimetria e altimetria tendo em vista a não utilização de pontos de controle no mapeamento.

A geração do MDE permitiu a criação dos perfis longitudinais e transversais, desenvolvidos inteiramente no ArcMap. Todo processo de criação foi elaborado a partir da barra de ferramentas “3D Analyst”, utilizando a função “Interpolate Line” para criação de quatro linhas, onde no perfil longitudinal optou-se por criar duas linhas que comecem a partir da borda superior da voçoroca (montante) e convergem no meio da mesma, e quanto ao perfil transversal optou-se por criar duas linhas paralelas localizadas mais próximas da parte inferior da voçoroca. E dessa forma afim de compreender as informações presentes nestas linhas, executou-se a função “Profile Graph”, a qual gera um gráfico de perfil topográfico de acordo o traçado desenvolvido. Com o objetivo de compreender toda essa construção temos a figura 2, que traz uma combinação desses mapas.

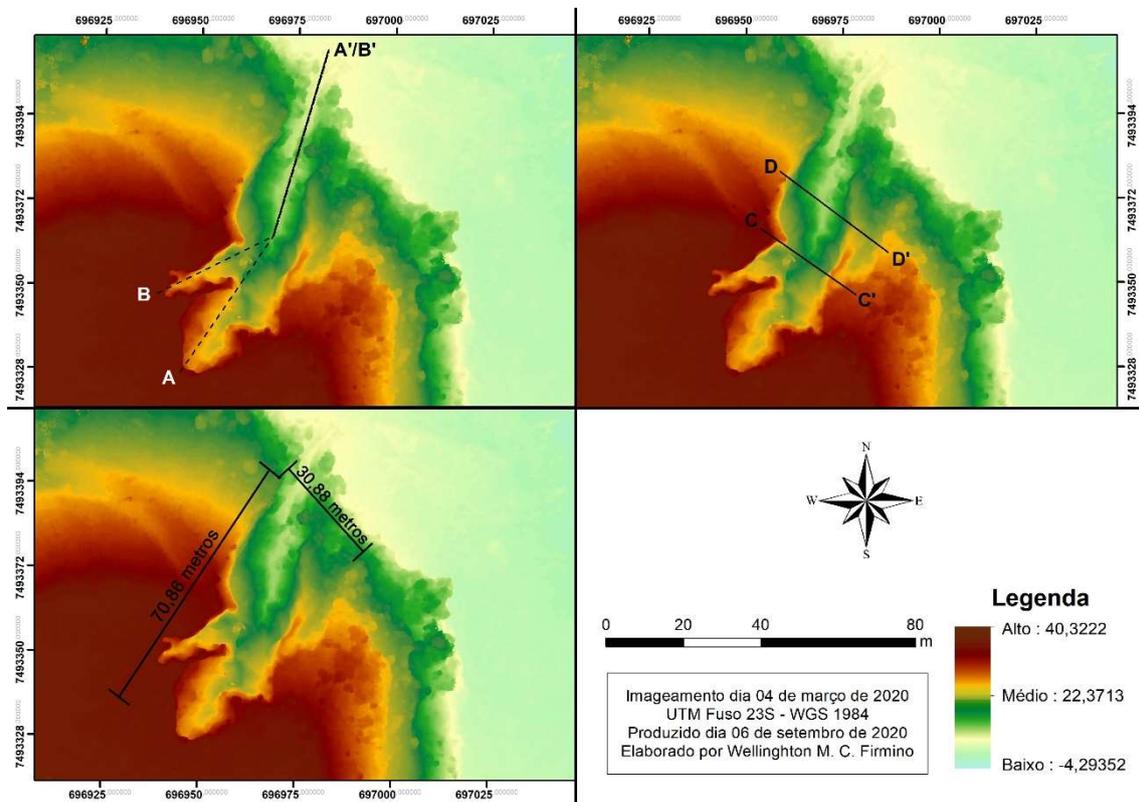


Figura 2. Mapa resumo das principais informações.

Entretanto a criação de gráficos pela opção “Profile Graph” é feita de forma limitada, então afim de visualizar e ser possível o melhor entendimento do gráfico, o software R foi fundamental sendo possível a elaboração mais sofisticada desse elemento. Algumas operações foram necessárias antes de começar a programação pelo R, como a exportação dos dados emitidos pelo ArcMap e a utilização desses dados para criar uma tabela no Microsoft Excel para uso no R.

No R para a criação bases do gráficos foram utilizadas as funções *geom_line*, *geom_vline*, *annotate*, *labs* e *theme* inclusas no pacote “ggplot2”, outras funções como *read_excel* (necessária para leitura dos dados plotados no Excel), *grid.arrange* (necessário para organização em grade dos gráficos) também foram utilizados e estão disponíveis nos pacotes “readXL” e “gridExtra” respectivamente.

A última etapa do gráfico remeteu ao cálculo da escala horizontal, vertical e do exagero vertical, para isso tirou-se as medidas a partir do software Adobe Illustrator CS2, onde o gráfico foi inserido no seu tamanho original de 3840x2160 pixels, feito isso a etapa seguinte remeteu a criação de uma reta na horizontal e uma na vertical formando entre si um ângulo de 90°, as retas no modelo ideal seriam de 100 mm (1 cm), entretanto para obter precisão nos valores se usou os seguintes valores: Nos perfis A-A’ e B-B’, na horizontal 300 mm (3 cm) equivale a 50.000 mm (50 m) e na vertical 135 mm (1,35 cm) equivale a 15.000 (15 m), enquanto nos perfis C-C’ e D-D’, obteve-se 80 mm (0,8 cm) equivalendo a 5.000 mm (5 m) e 90 mm (0,9 cm) equivalendo a 16.000 mm (16 m), respectivamente os valores da horizontal e da vertical. As fórmulas usadas foram: Escala = Distância no papel / Distância real; Exagero Vertical = Escala Vertical / Escala Horizontal. Com as fórmulas executadas chegou-se aos valores expostos na tabela 1.

Tabela 1. Valores referentes as escalas dos gráficos feitos no R.

	Perfil A-A’ e B-B’	Perfil C-C’ e D-D’
Escala Horizontal	1:167	1:62
Escala Vertical	1:111	1:177
Exagero Vertical	1,5x	0,35x

Fonte: O autor, 2020.

Para melhor compreender as etapas elaborou-se o fluxograma expresso na figura 3.

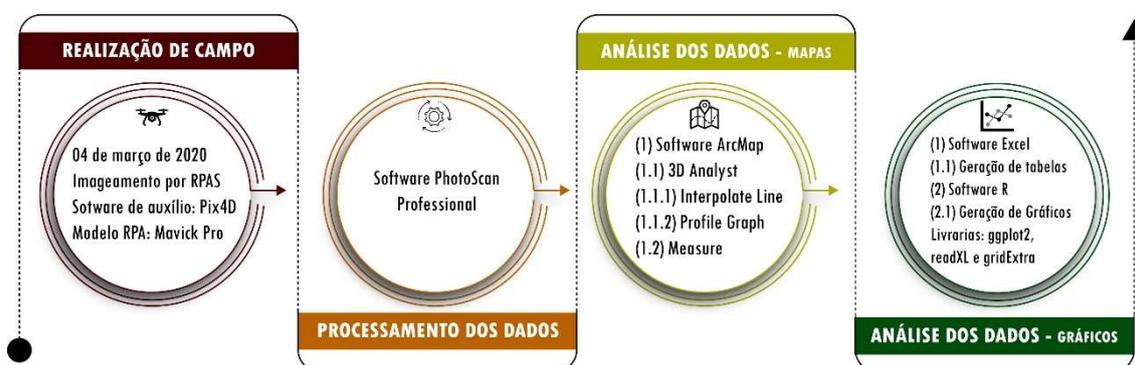


Figura 3. Fluxograma Metodológico.

RESULTADO

O MDE possibilita o levantamento uma série de informações relevantes sobre a voçoroca, disponíveis na tabela 2. Temos uma voçoroca com dimensões estimadas de 70,86 metros de comprimento e uma abertura (extremidade inferior, visível na figura 2)

com largura de 30,88 metros. Os perfis A-A' e B-B' excedem o valor de comprimento devido a uma escolha de prolongar ambas as linhas por mais alguns metros, sendo possível visualizar o nivelamento da superfície desta forma.

Tabela 2. Síntese das dimensões da voçoroca e dos perfis traçados.

	Comprimento	Abertura		
Voçoroca	70,86 m	30,88 m		
	Comprimento	Altura Máxima	Altura Mínima	Variação de Altura
Perfil A-A'	93,54 m	33,42 m	4,54 m	28,88 m
Perfil B-B'	84,16 m	33,62 m	4,54 m	29,08 m
Perfil C-C'	29,96 m	31,81 m	13,53 m	18,28 m
Perfil D-D'	34,99 m	24,84 m	7,53 m	17,31 m

Fonte: O autor, 2020.

Como parte dos resultados temos dois mapas que trazem consigo ao todo quatro gráficos (dois para cada mapa) com o perfil longitudinal e transversal – respectivamente as figuras 4 e 5 – nesses mapas podemos levantar algumas observações.

Na figura 4 temos duas vertentes que determinamos como Perfil A-A' e B-B' e na figura 5 as vertentes foram intituladas de Perfil C-C' e D-D', ao observar o MDE presente em cada figura, a partir da variação de cores podemos nos auxiliar para entendermos a declividade local tanto dentro quanto no entorno da voçoroca, o valor máximo do tom mais forte (avermelhado) é de aproximadamente de 40 metros, enquanto o valor mínimo do modelo (tom de azul claro) ficou em aproximadamente -4 metros, por conta do rio próximo a voçoroca, sendo o mesmo o caminho dos sedimentos oriundos da erosão do terreno, este caminho determinado pela linha traçada para os perfil A-A' e B-B'.

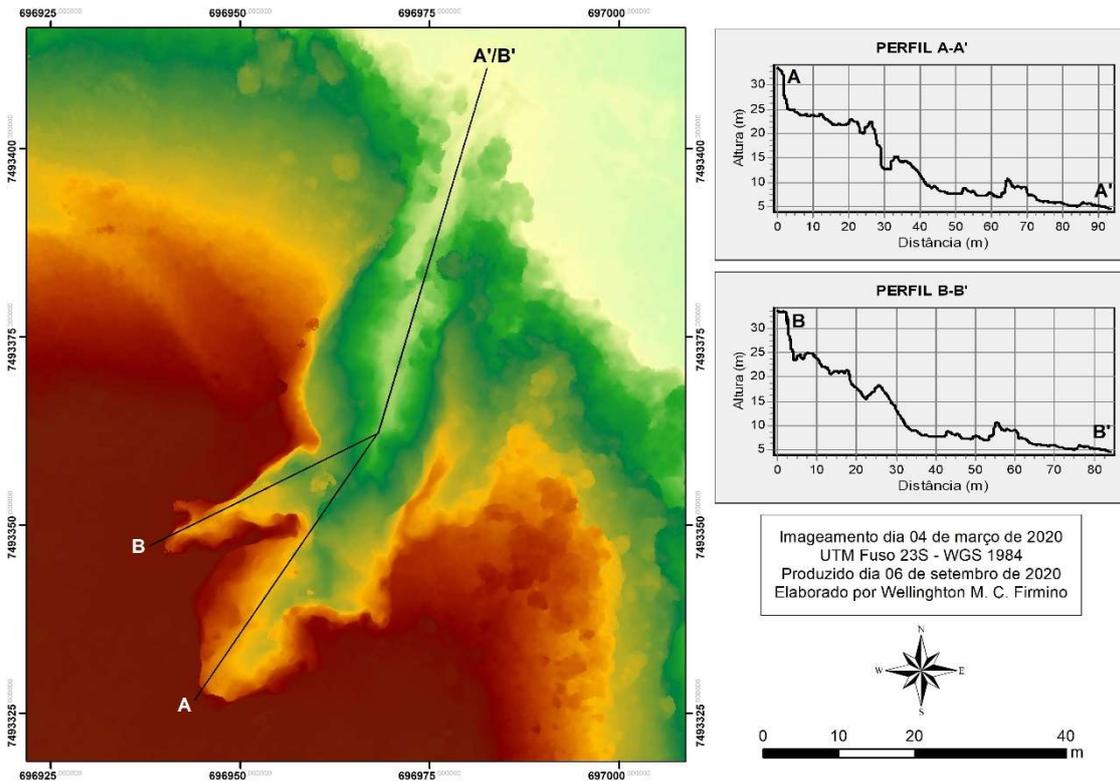


Figura 4. Perfil Longitudinal

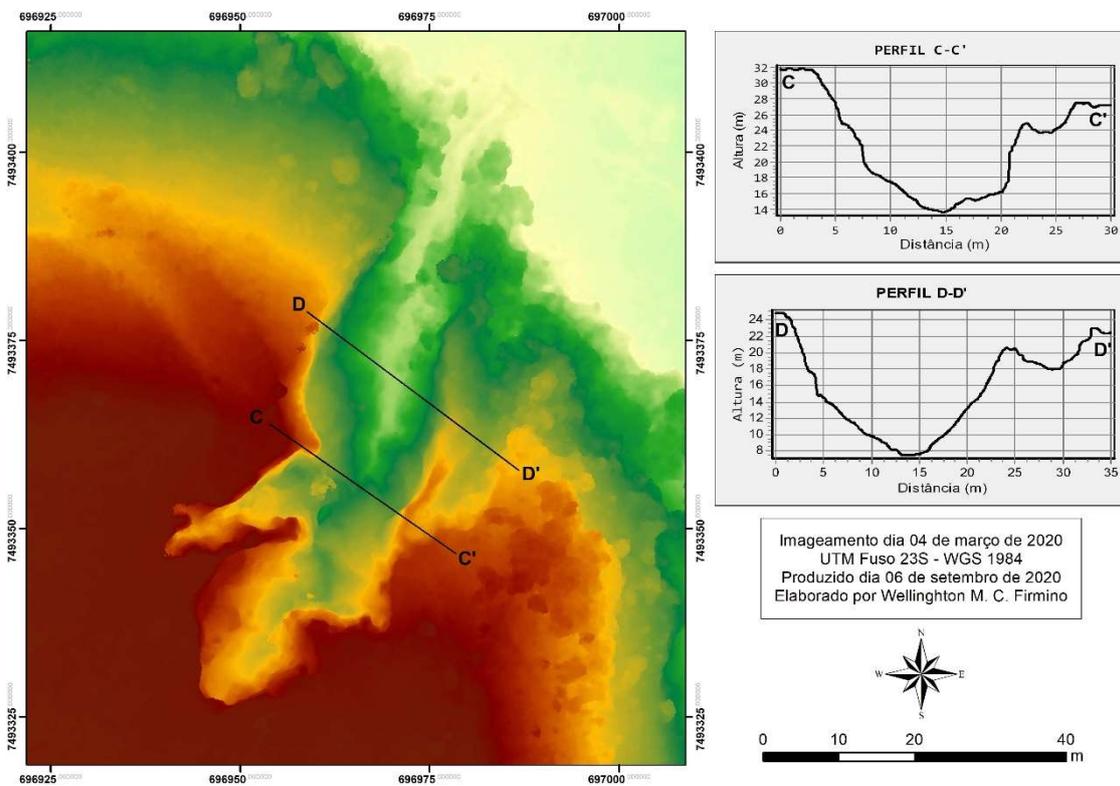


Figura 5. Perfil Transversal

Com objetivo de ampliar as possibilidades de análises dos perfis longitudinais e transversais, se criou a figura 6 que contém os gráficos presentes nas duas figuras anteriores. Devido as funções que o software R possui por conta da ampla biblioteca oferecida, foi possível criar algumas zonas em cada gráfico.

Nos perfis A-A' e B-B' observamos que as zonas 1 e 2 apresentaram variações de altura superiores a aproximadamente 7 metros, um motivo que pode ser levado em consideração é a disposição de material para erosão. Antes de prosseguir notou-se que o ponto de interseção se apresentou como um caminho para as erosões ocorridas no sentido sudoeste a partir deste ponto. Dito isso alguns elementos são relevantes, como é o caso do perfil B-B' mostrar maiores elevações de altura dentro das zonas, apesar da diferença entre os perfis ser de apenas 0,20m, essa observação é validada a partir das distâncias, onde temos uma diferença de 9,38m, ou seja, o perfil A-A' e B-B' variaram aproximadamente a mesma altura, entretanto o perfil B-B' precisou de uma distância consideravelmente menor (9,97% inferior).

Os perfis C-C' e D-D' ilustram as variações de declividade entre as paredes da voçoroca, onde a área marcada ilustra um possível foco de erosão, caso a parede se mantenha intacta podemos ter o surgimento de mais perfil como ilustrado nas características dos perfis A-A' e B-B', a principal diferença está na altura destes pontos e sua maior proximidade com o rio em relação aos outros perfis.

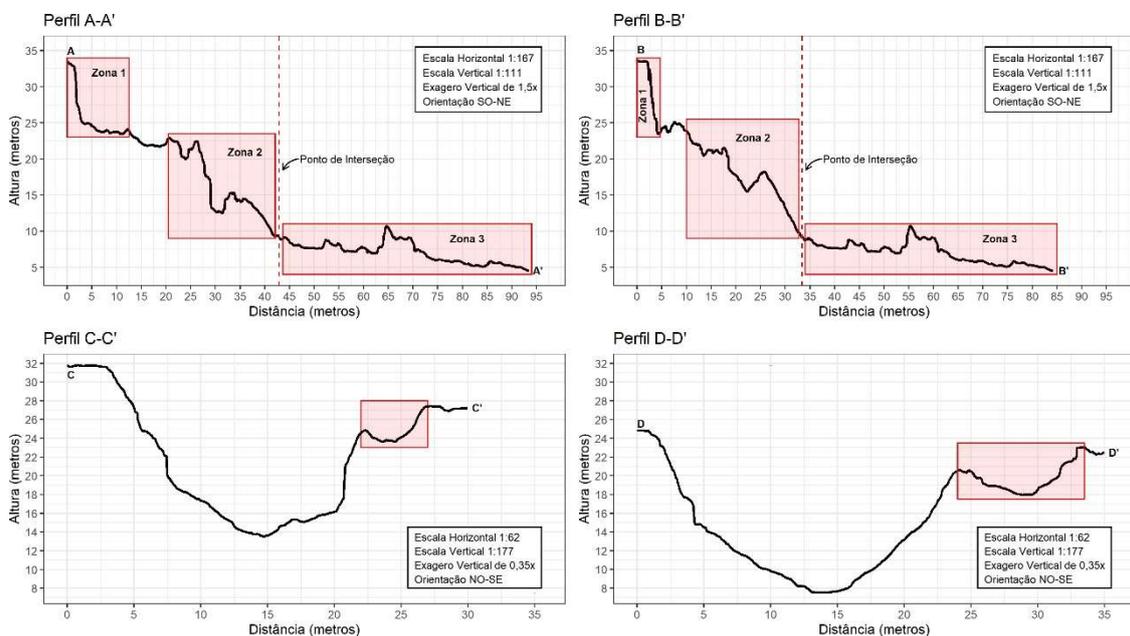


Figura 6. Gráfico com os perfis longitudinais e transversais, redução do gráfico de 6,78x (Resolução Nativa: 3840x2160 pixels/Resolução Atual: 565,79x318,23 pixels).

CONCLUSÕES

O imageamento aéreo por RPAS possibilita uma gama de análises, sendo uma dessas possibilidades a geração de MDE, onde a partir dele temos como observar diversos

elementos no relevo, como é caso das representações apresentadas neste trabalho, no qual pudemos realizar uma análise mais aprofundada no comportamento erosivo da voçoroca a partir da criação de perfis topográficos. Esses perfis inclusive servem como uma base comparativa para as futuras análises na área, sendo uma comparação direta de perfis topográficos afim de compreender as variações altimétricas e poder determinar a perda de sedimentos locais.

Para análises futuras, se tem como objetivo o mapeamento de precisão a partir de pontos de controle, onde esse método irá aperfeiçoar os modelos gerados e assim entendermos precisamente todas variações que ocorrem na voçoroca, sendo esta uma ação essencial para o entendimento evolutivo deste processo erosivo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CHRISTOFOLETTI, A. Modelagem de sistemas ambientais. 1. ed. São Paulo: Blucher, 1999.
- GUERRA, A. A Erosão dos Solos no Contexto Social. Anuário do Instituto de Geociências, 17, 1994. p. 14-23.
- GUERRA, A. J. T. Encostas Urbanas. In: GUERRA, A. J. T. Geomorfologia Urbana. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2011. 13-43 p.
- PÉREZ, E.; GARCÍA, P. Monitoring soil erosion by raster images: from aerial photographs to Drone taken pictures. European Journal Of Geography, Europa, v. 7, n. 5, p.117-129, fev. 2017.