

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MANOELLA DE SOUZA SOARES

EROSÃO EM MARGENS DE RESERVATÓRIO E AVALIAÇÃO
GEOARQUEOLÓGICA: ESTUDO DA ÁREA DE DEPLEÇÃO DA UHE
CAPIVARI-CACHOEIRA, PR-BRASIL.

CURITIBA
2015

MANOELLA DE SOUZA SOARES

EROSÃO EM MARGENS DE RESERVATÓRIO E AVALIAÇÃO
GEOARQUEOLÓGICA: ESTUDO DA ÁREA DE DEPLEÇÃO DA UHE
CAPIVARI-CACHOEIRA, PR-BRASIL.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, curso de Mestrado, Setor de Ciências da Terra da Universidade Federal do Paraná, como requisito para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientado: Dr. Irani dos Santos
Coorientador: Dr. Laércio Loiola Brochier.

Curitiba
2015

S676e

Soares, Manoella de Souza

Erosão em margens de reservatório e avaliação geoarqueológica : estudo da área de depleção da UHE Capivari-Cachoeira PR-Brasil/ Manoella de Souza Soares. – Curitiba, 2015.

122 f. : il. color. ; 30 cm.

Dissertação - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências da Terra, Programa de Pós-graduação em Geografia, 2015.

Orientador: Irani dos Santos – Co-orientador: Laércio Loiola Brochier.

Bibliografia: p. 69-74.

1. Reservatórios - Erosão. 2. Geologia arqueológica. 3. Ondas - Modelos matemáticos. I. Universidade Federal do Paraná. II.Santos, Irani dos. III. Brochier, Laércio Loiola . IV. Título.

CDD: 551.7



PARECER

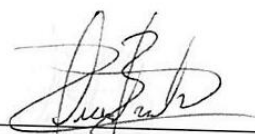
Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Geografia reuniram-se para a arguição da Dissertação de Mestrado, apresentada pelo candidato **MANOELLA DE SOUZA SOARES** intitulada "EROSÃO EM MARGENS DE RESERVATÓRIO E AVALIAÇÃO GEOARQUEOLÓGICA: ESTUDO DA ÁREA DE DEPLEÇÃO DA UHE CAPIVARI-CACHOEIRA PR-BRASIL" para obtenção do grau de Mestre em Geografia, do Setor de Ciências da Terra, da Universidade Federal do Paraná Área de Concentração Espaço, Sociedade e Ambiente, Linha de Pesquisa Paisagem e Análise Ambiental.

Após haver analisado o referido trabalho e argüido o (a) candidato (a), são de parecer pela APROVAÇÃO da Dissertação.


Curitiba, 16 de março de 2015.

Nome e Assinatura da Banca Examinadora:


Prof. Dr. Irani dos Santos – orientador


Prof. Dr. Laercio Loiola Brochier – UFPR – co-orientador


Prof. Dr. Eduardo Vedor de Paula – PPGGEO/UFPR


Prof. Dr. Marcelo Marques - UEM

Dedicado à minha mãe Ioni de Souza.

AGRADECIMENTOS

A materialização de uma dissertação é muito mais um processo, importantíssimo claro, mas que é apenas uma parte desses últimos anos. Toda a experiência que é a realização de um mestrado, as vivências, as palavras, estas restritas aos agradecimentos. Claro que é impossível aqui demonstrar tudo que foi esse mestrado em minha vida profissional e pessoal, mas, vamos tentar...

Em primeiro lugar devo agradecer ao meu orientador Irani dos Santos, que mais do que me orientar, me indicar os caminhos, e foram muitos até o que apresento aqui; aceitou este desafio. Foi em um dia quente de fevereiro que ele descobriu que teria como orientanda uma menina que ele nunca havia visto, com um tema em arqueologia que ele não dominava e mesmo assim ele se dedicou a me orientar da melhor forma possível. E ainda resolveu que vai encarar isso por pelos próximos quatro anos, então que venha o desafio da tese.

Da mesma forma não poderia deixar de agradecer ao meu coorientador Laércio, que não me deixou largar a arqueologia nesse caminho tortuoso do mestrado. Ensinou-me a maior parte das coisas que nem sei que sei, afinal do que vale a ciência se não as incertezas que ela nos traz. Obrigada pelas reflexões, pelas conversas, pelos churrascos, pelo sítio escola e pelas oportunidades que serão concretizadas na próxima etapa que daqui a pouco já se inicia.

Alguns podem pensar que maravilha seria poder fazer um trabalho inteiro sozinho. Só você e seus orientadores. Eu acho o contrário, que graça teria ter ido a campo, ter apresentado seminários, qualificação se fosse para pensar nos sanduíches dos meninos ou nos bolinhos para o pessoal do laboratório. De uma forma geral cada um do LGH tem sua parcela aqui, uns mais outros menos, mas todos fizeram parte dessas minhas conquistas.

Aos amigos pela paciência e carinho: a Stella e a Ana Paula pela compreensão das minhas ausências e pelo carinho e atenção toda vez que eu arrumava um tempo para voltar à Florianópolis; a Jeanne e o Isaac que foram uns irmãos em Curitiba e na vida, mas principalmente o Isaac que me deu a

chance de conviver com a linda família dele numa das melhores viagens que já tive. Agradecer a CAPES também pela bolsa, e ao PPGGEO pelos congressos que me possibilitou participar.

Há quem diga que não se coloca o nome do namorado em agradecimentos... Mas independente do amanhã, o hoje e o ontem já estão materializados e não tem como muda-los. Sendo assim não poderia deixar de falar do Lineu, mais que um namorado, foi um porto seguro no meio do turbilhão de emoções que pode ser um mestrado, numa cidade nova, vivendo com pessoas novas. Obrigada por estar ao meu lado mesmo quando meu humor parece de uma onça...

E por fim, o mais importante! Aos meus familiares que de diferentes formas fizeram parte de tudo isso. Dos meninos meu eterno carinho, ao Guilherme meu irmão; ao Arthur que salvou minha dissertação de um verão escaldante; ao Claudio pela presença e recados em momentos especiais; ao meu tio mais querido, o meu “joão grandão”, Tio Célio.

Pra Ana Luísa e para a Dona Ioni não tem como agradecer aqui com palavras, é pouco, sempre será. É por elas e com elas que estou aqui, cada vitória, cada barra, cada sufoco e cada alegria. Mas que uma irmã e uma mãe são parte de mim, nosso amor e nossas relações ultrapassar esses rótulos, somos o que somos e poucos entendem como isso pode ser assim tão grandioso. É Dona Ioni, minha eterna costureira, aqui está sua terceira dissertação, sua terceira doutoranda e a culpa disso tudo é só sua meu amor! Obrigada.

**“O maior inimigo do conhecimento não é a ignorância,
mas a ilusão da verdade”.
Stephen Hawking**

RESUMO

As áreas de depleção de reservatórios artificiais estão sujeitas à ação de processos erosivos com relevantes consequências socioeconômicas e ambientais. Nesta faixa dos reservatórios artificiais as taxas de erosão apresentam variações no tempo e no espaço, como consequência da atuação principalmente de fatores como variação do nível da água, ação de ondas e escoamento superficial, e de características locais associadas à topografia e às propriedades do solo. Nesta dissertação foram realizados levantamentos topográficos em dezenove seções transversais representativas da área de depleção do reservatório da UHE Capivari-Cachoeira (Governador Pedro Viriato Parigot de Souza) PR/Brasil. Com base na geometria dos perfis atuais levantados foi aplicado um método para reconstituição, nestas mesmas seções, da topografia anterior à implantação do reservatório. Esta técnica permitiu estimar o volume unitário erodido ao longo da seção. A distribuição da erosão ao longo da seção transversal mostrou correlação com a permanência do nível da água observado ao longo do período, indicando a atuação das ondas como principal fator erosivo. Por outro lado, a grande variação no volume unitário erodido total para os diferentes locais avaliados, mostra que existem outros fatores que afetam a variação espacial da erosão ao longo das margens do reservatório. Para avaliar os demais fatores envolvidos na erosão pela ação das ondas, foram determinados os campos de *Fetch* e a energia de onda ao longo do reservatório. Fundamentados nos dados gerados pelo modelo de erosão e de influência das ondas, foram analisados qualitativamente os registros de ocorrências arqueológicas localizados no reservatório. Complementarmente, foi realizada experimentação com artefatos sobre a influência direta do reservatório. Os resultados indicam que a ação das ondas e a erosão das margens provocam alteração do registro arqueológico em sítios na área de depleção de lagos e reservatórios.

Palavras-chaves: Erosão em reservatórios; Geoarqueologia; Ondas; Campo de *Fetch*.

ABSTRAT

Bank erosion in artificial reservoirs cause relevant socioeconomic and environmental impacts. Spatial and temporal variations of erosion rates in this areas are related to factors such as water levels, waves and runoff, local topography and soil characteristics. In this study, topographical surveys were carried out at nineteen representative cross sections at UHE Capivari-Cachoeira (Governador Pedro Viriato Parigot de Souza) PR/Brazil, reservoir banks. Characteristics of the surveyed cross sections were used to apply a method to estimate the cross sections at the same locations before the reservoir installation. This technique allowed the estimation of unit eroded volume along the section. The distribution of erosion along the cross section showed correlation with the duration of water level observed over the period, indicating that waves are the main erosion factor. Nevertheless, the wide variation in the total unit eroded volume for different locations evaluated, suggested that other factors affect the spatial variation of erosion along the banks of the reservoir. One of the other processes involved is the erosion by wave action, analysis of *Fetch* fields and the wave energy demonstrate this hypothesis. Based on data generated by the erosion model and influence of the waves were qualitatively analyzed the records of archaeological occurrences located on the reservoir. And the experimental artifacts suffers direct influence of the reservoir. In order to analyze the erosion of reservoirs margins the light of gearqueologia was achieved demonstrating correlations between the archaeological record and the evidence of erosive potential.

Key-words: Bank erosion; Geoarchaeology; Wave; *Fetch*.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1: Esquema teórico-metodológico da Dissertação. | 25 |
| Figura 2: Formação de escoamento superficial na margem exposta do reservatório. | 29 |
| Figura 3: Esquema sobre o impacto da variação de nível do reservatório sobre a margem e um possível sítio arqueológico. | 30 |
| Figura 4: Esquema demonstrativo dos componentes formadores de onda em reservatório. | 31 |
| Figura 5: Mapa de Localização da UHE Capivari-Cachoeira. | 38 |
| Figura 6: Registro histórico das cotas do reservatório da UHE Capivari-Cachoeira. Fonte: Copel. | 41 |
| Figura 7: Curva de permanência das cotas do reservatório da UHE Capivari-Cachoeira. Fonte: Copel. | 41 |
| Figura 8: Ilustração demonstrativa para o Método de Saville. Fonte: Marques (2013). | 44 |
| Figura 9: Diagrama adimensional de correlação entre <i>Fetch</i> e altura de onda. Fonte: MARQUES, 2013. | 45 |
| Figura 10: Foto do pseudo artefato CCA40, detalhe para marcações com o código para futura identificação. | 49 |
| Figura 11: Imagem esquemática do gradeamento com pseudo artefatos, localizados no perfil transversal 3 da margem leste da UHE Capivari-Cachoeira. | 51 |
| Figura 12: Colocação da grade na margem do reservatório. | 52 |
| Figura 13: Colocação dos pseudo artefatos no gradeamento. | 52 |
| Figura 14: Distribuição dos pseudo artefatos no gradeamento as margens do reservatório. | 52 |
| Figura 15: Pseudo-artefatos as margens do reservatório já sem a grade de controle. | 52 |
| Figura 16: campo de <i>Fetch</i> para a direção E; com localização dos perfis analisados. | 57 |
| Figura 17: Perfil transversais – a) perfil 3 representativo da margem leste do reservatório, e local do gradeamento arqueológico; b) perfil14, representativo | |

| | |
|--|----|
| da margem oeste do reservatório; c) perfil 7, representativo de um compartimento mais protegido do reservatório; d) perfil 17, representativo da margem oeste do reservatório com valores mais elevados de <i>Fetch</i> | 57 |
| Figura 18: Análise de correlação entre o volume unitário e a permanência específica para alguns perfis transversais – a) perfil 3; b) perfil 15; c) perfil 7; d) perfil 14. | 60 |
| Figura 19: Relação da curva de permanência das cotas com o volume erodido para todos os perfis levantados..... | 60 |
| Figura 20: Gráfico de correlação entre a soma dos coeficientes (frequência X <i>Fetch</i> X intensidade) para cada perfil..... | 61 |
| Figura 21: Gráfico de correlação entre o volume erodido pela energia de onda para a direção SSW. | 62 |
| Figura 22: Gráfico de correlação entre o volume erodido e a soma das energias de onda ponderada pela frequência das direções..... | 62 |
| Figura 23: Imagem esquemática do gradeamento com pseudo artefatos localizados na Seção A da UHE Capivari-Cachoeira no dia 26 de agosto de 2014. Os pontos vermelhos são a localização inicial do material e os pontos verdes os identificados nesta data. | 65 |
| Figura 24: Imagem dos pseudo artefatos na Seção A da UHE Capivari-Cachoeira, no dia 26 de agosto de 2014..... | 66 |
| Figura 25: Campo de <i>Fetch</i> para a direção E; com os perfis analisados. | 80 |
| Figura 26: Campo de <i>Fetch</i> para a direção ENE; com os perfis analisados. ... | 80 |
| Figura 27: Campo de <i>Fetch</i> para a direção NE; com os perfis analisados..... | 81 |
| Figura 28: Campo de <i>Fetch</i> para a direção NNE; com os perfis analisados. ... | 81 |
| Figura 29: Campo de <i>Fetch</i> para a direção N; com os perfis analisados. | 82 |
| Figura 30: Campo de <i>Fetch</i> para a direção NNW; com os perfis analisados. ... | 82 |
| Figura 31: Campo de <i>Fetch</i> para a direção NW; com os perfis analisados..... | 83 |
| Figura 32: Campo de <i>Fetch</i> para a direção WNW; com os perfis analisados. . | 83 |
| Figura 33: Campo de <i>Fetch</i> para a direção W; com os perfis analisados. | 84 |
| Figura 34: Campo de <i>Fetch</i> para a direção WSW; com os perfis analisados... | 84 |
| Figura 35: Campo de <i>Fetch</i> para a direção SW; com os perfis analisados..... | 85 |
| Figura 36: Campo de <i>Fetch</i> para a direção SSW; com os perfis analisados. ... | 85 |
| Figura 37: Campo de <i>Fetch</i> para a direção S; com os perfis analisados. | 86 |
| Figura 38: Campo de <i>Fetch</i> para a direção SSE; com os perfis analisados. ... | 86 |

| | |
|--|----|
| Figura 39: Campo de <i>Fetch</i> para a direção SE; com os perfis analisados. | 87 |
| Figura 40: Campo de <i>Fetch</i> para a direção ESSE; com os perfis analisados. . | 87 |
| Figura 41: Análise topográfica do perfil transversal 1..... | 88 |
| Figura 42 Análise topográfica do perfil transversal 2..... | 88 |
| Figura 43: Análise topográfica do perfil transversal 3..... | 88 |
| Figura 44: Análise topográfica do perfil transversal 4..... | 88 |
| Figura 45: Análise topográfica do perfil transversal 5..... | 88 |
| Figura 46: Análise topográfica do perfil transversal 6..... | 88 |
| Figura 47: Análise topográfica do perfil transversal 7..... | 89 |
| Figura 48: Análise topográfica do perfil transversal 8..... | 89 |
| Figura 49 Análise topográfica do perfil transversal 9..... | 89 |
| Figura 50: Análise topográfica do perfil transversal 10..... | 89 |
| Figura 51: Perfil 11 - análise topográfica..... | 89 |
| Figura 52: Análise topográfica do perfil transversal 12..... | 89 |
| Figura 53: Análise topográfica do perfil transversal 13..... | 89 |
| Figura 54: Análise topográfica do perfil transversal 14..... | 89 |
| Figura 55: Análise topográfica do perfil transversal 15..... | 90 |
| Figura 56: Análise topográfica do perfil transversal 16..... | 90 |
| Figura 57 Análise topográfica do perfil transversal 17..... | 90 |
| Figura 58: Análise topográfica do perfil transversal 18..... | 90 |
| Figura 59: Análise topográfica do perfil transversal 19..... | 90 |
| Figura 60: Perfil 1 - Relação da Permanência específica do nível pelo volume erodido. | 91 |
| Figura 61: Perfil 2 - Relação da Permanência específica do nível pelo volume erodido. | 91 |
| Figura 62: Perfil 4 - Relação da Permanência específica do nível pelo volume erodido. | 91 |
| Figura 63: Perfil 5 - Relação da Permanência específica do nível pelo volume erodido. | 91 |
| Figura 64: Perfil 6 - Relação da Permanência específica do nível pelo volume erodido. | 91 |
| Figura 65: Perfil 7 - Relação da Permanência específica do nível pelo volume erodido. | 91 |

| | |
|--|----|
| Figura 66: Perfil 8 - Relação da Permanência específica do nível pelo volume erodido. | 92 |
| Figura 67: Perfil 9 - Relação da Permanência específica do nível pelo volume erodido. | 92 |
| Figura 68: Perfil 10 - Relação da Permanência específica do nível pelo volume erodido. | 92 |
| Figura 69: Perfil 11 - Relação da Permanência específica do nível pelo volume erodido. | 92 |
| Figura 70: Perfil 12 - Relação da Permanência específica do nível pelo volume erodido. | 92 |
| Figura 71: Perfil 13 - Relação da Permanência específica do nível pelo volume erodido. | 92 |
| Figura 72: Perfil 14 - Relação da Permanência específica do nível pelo volume erodido. | 93 |
| Figura 73: Perfil 16 - Relação da Permanência específica do nível pelo volume erodido. | 93 |
| Figura 74: Perfil 18 - Relação da Permanência específica do nível pelo volume erodido. | 93 |
| Figura 75: Perfil 19 - Relação da Permanência específica do nível pelo volume erodido. | 93 |
| Figura 76: Relação entre o volume erodido em cada perfil e a energia de onda resultante para a direção E. | 94 |
| Figura 77: Relação entre o volume erodido em cada perfil e a energia de onda resultante para a direção ENE. | 94 |
| Figura 78: Relação entre o volume erodido em cada perfil e a energia de onda resultante para a direção NE. | 94 |
| Figura 79: Relação entre o volume erodido em cada perfil e a energia de onda resultante para a direção NNE. | 94 |
| Figura 80: Relação entre o volume erodido em cada perfil e a energia de onda resultante para a direção N. | 94 |
| Figura 81: Relação entre o volume erodido em cada perfil e a energia de onda resultante para a direção NNW. | 94 |
| Figura 82: Relação entre o volume erodido em cada perfil e a energia de onda resultante para a direção NW. | 95 |

| | |
|--|----|
| Figura 83: Relação entre o volume erodido em cada perfil e a energia de onda resultante para a direção WNW. | 95 |
| Figura 84: Relação entre o volume erodido em cada perfil e a energia de onda resultante para a direção W. | 95 |
| Figura 85: Relação entre o volume erodido em cada perfil e a energia de onda resultante para a direção WSW..... | 95 |
| Figura 86: Relação entre o volume erodido em cada perfil e a energia de onda resultante para a direção SW..... | 95 |
| Figura 87: Relação entre o volume erodido em cada perfil e a energia de onda resultante para a direção SSW..... | 95 |
| Figura 88: Relação entre o volume erodido em cada perfil e a energia de onda resultante para a direção S. | 96 |
| Figura 89: Relação entre o volume erodido em cada perfil e a energia de onda resultante para a direção SSE..... | 96 |
| Figura 90: Relação entre o volume erodido em cada perfil e a energia de onda resultante para a direção SE..... | 96 |
| Figura 91: Relação entre o volume erodido em cada perfil e a energia de onda resultante para a direção ESE..... | 96 |
| Figura 92: Pseudo artefato CCA02, teve um movimento ascendente em relação a linha da água..... | 97 |
| Figura 93: Pseudo artefato CCA03, teve um movimento descendente em relação a linha da água. | 97 |
| Figura 94: Pseudo artefato CCA05, teve um movimento descendente em relação a linha da água. | 97 |
| Figura 95: Pseudo artefato CCA07, teve um movimento descendente em relação a linha da água. | 97 |
| Figura 96: Pseudo artefato CCA08, não teve movimento. | 97 |
| Figura 97: Pseudo artefato CCA09, teve um movimento ascendente em relação a linha da água..... | 97 |
| Figura 98: Pseudo artefato CCA10, teve um movimento ascendente em relação a linha da água..... | 97 |
| Figura 99: Pseudo artefato CCA13, teve um movimento descendente em relação a linha da água. | 97 |

| | |
|---|-----|
| Figura 100: Pseudo artefato CCA14, teve um movimento descendente em relação a linha da água. | 98 |
| Figura 101: Pseudo artefato CCA19, teve um movimento descendente em relação a linha da água. | 98 |
| Figura 102: Pseudo artefato CCA21, teve um movimento descendente em relação a linha da água. | 98 |
| Figura 103: Pseudo artefato CCA23, teve um movimento descendente em relação a linha da água. | 98 |
| Figura 104: Pseudo artefato CCA24, teve um movimento ascendente em relação a linha da água. | 98 |
| Figura 105: Pseudo artefato CCA26, teve um movimento descendente em relação a linha da água. | 98 |
| Figura 106: Pseudo artefato CCA27, teve um movimento descendente em relação a linha da água. | 98 |
| Figura 107: Pseudo artefato CCA28, teve um movimento descendente em relação a linha da água. | 98 |
| Figura 108: Pseudo artefato CCA30, teve um movimento descendente em relação a linha da água. | 99 |
| Figura 109: Pseudo artefato CCA32, teve um movimento descendente em relação a linha da água. | 99 |
| Figura 110: Pseudo artefato CCA33, teve um movimento descendente em relação a linha da água. | 99 |
| Figura 111: Pseudo artefato CCA34, teve um movimento descendente em relação a linha da água. | 99 |
| Figura 112: Pseudo artefato CCA35, não teve movimento. | 99 |
| Figura 113: Pseudo artefato CCA39, teve um movimento descendente em relação a linha da água. | 99 |
| Figura 114: Pseudo artefato CCA40, não teve movimento. | 99 |
| Figura 115: Pseudo artefato CCA42, não teve movimento. | 99 |
| Figura 116: Pseudo artefato CCA50, teve um movimento ascendente em relação a linha da água. | 100 |
| Figura 117: Pseudo artefato CCA52, teve um movimento ascendente em relação a linha da água. | 100 |

| | |
|---|-----|
| Figura 118: Pseudo artefato CCA59, teve um movimento descendente em relação a linha da água. | 100 |
| Figura 119: Pseudo artefato CCA60, teve um movimento descendente em relação a linha da água. | 100 |
| Figura 120: Pseudo artefato CCA61, sua localização não foi identificada. | 100 |
| Figura 121: Pseudo artefato CCA62, teve um movimento descendente em relação a linha da água. | 100 |
| Figura 122: Pseudo artefato CCA64, teve um movimento descendente em relação a linha da água. | 100 |
| Figura 123: Pseudo artefato CCA66, teve um movimento descendente em relação a linha da água. | 100 |
| Figura 124: Pseudo artefato CCA67, teve um movimento descendente em relação a linha da água. | 101 |
| Figura 125: Pseudo artefato CCA68, teve um movimento descendente em relação a linha da água. | 101 |
| Figura 126: Pseudo artefato CCA69, teve um movimento descendente em relação a linha da água. | 101 |
| Figura 127: Pseudo artefato CCA70, teve um movimento descendente em relação a linha da água. | 101 |
| Figura 128: Pseudo artefato CCA72, teve um movimento descendente em relação a linha da água. | 101 |
| Figura 129: Pseudo artefato CCA74, teve um movimento descendente em relação a linha da água. | 101 |
| Figura 130: Pseudo artefato CCA75, teve um movimento descendente em relação a linha da água. | 101 |
| Figura 131: Pseudo artefato CCA76, teve um movimento descendente em relação a linha da água. | 101 |
| Figura 132: Pseudo artefato CCA79, sua localização não foi identificada. | 102 |
| Figura 133: Pseudo artefato CCA80, teve um movimento descendente em relação a linha da água. | 102 |
| Figura 134: Pseudo artefato CCA81, sua localização não foi identificada. | 102 |
| Figura 135: Pseudo artefato CCA82, sua localização não foi identificada. | 102 |
| Figura 136: Pseudo artefato CCA83, sua localização não foi identificada. | 102 |
| Figura 137: Pseudo artefato CCA84, sua localização não foi identificada. | 102 |

| | |
|---|-----|
| Figura 138: Pseudo artefato CCA86, teve um movimento descendente em relação a linha da água. | 102 |
| Figura 139: Pseudo artefato CCA15, teve um movimento descendente em relação a linha da água. | 102 |
| Figura 140: Campo de <i>Fetch</i> para a direção E; com ocorrências arqueológicas. | 103 |
| Figura 141: Campo de <i>Fetch</i> para a direção ENE; com ocorrências arqueológicas. | 103 |
| Figura 142: Campo de <i>Fetch</i> para a direção NE; com ocorrências arqueológicas. | 104 |
| Figura 143: Campo de <i>Fetch</i> para a direção NNE; com ocorrências arqueológicas. | 104 |
| Figura 144: Campo de <i>Fetch</i> para a direção N; com ocorrências arqueológicas. | 105 |
| Figura 145: Campo de <i>Fetch</i> para a direção NNW; com ocorrências arqueológicas. | 105 |
| Figura 146: Campo de <i>Fetch</i> para a direção NW; com ocorrências arqueológicas. | 106 |
| Figura 147: Campo de <i>Fetch</i> para a direção WNW; com ocorrências arqueológicas. | 106 |
| Figura 148: Campo de <i>Fetch</i> para a direção W; com ocorrências arqueológicas. | 107 |
| Figura 149: Campo de <i>Fetch</i> para a direção WSW; com ocorrências arqueológicas. | 107 |
| Figura 150: Campo de <i>Fetch</i> para a direção SW; com ocorrências arqueológicas. | 108 |
| Figura 151: Campo de <i>Fetch</i> para a direção SSW; com ocorrências arqueológicas. | 108 |
| Figura 152: Campo de <i>Fetch</i> para a direção S; com ocorrências arqueológicas. | 109 |
| Figura 153: Campo de <i>Fetch</i> para a direção SSE; com ocorrências arqueológicas. | 109 |
| Figura 154: Campo de <i>Fetch</i> para a direção SE; com ocorrências arqueológicas. | 110 |

Figura 155: Campo de *Fetch* para a direção ESE; com ocorrências arqueológicas..... 110

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1: Informações dos pseudo artefatos utilizados no experimento de gradeamento..... | 49 |
| Tabela 2: Valores máximos de <i>Fetch</i> para o reservatório da UHE Capivari-Cachoeira..... | 57 |
| Tabela 3: Informações das análises topográficas dos dezenove perfis transversais..... | 59 |
| Tabela 4: Síntese os dados dos perfis com informações de <i>Fetch</i> e volume... | 63 |
| Tabela 5: Síntese os dados dos perfis com informações de energia e energia ponderada pela frequência..... | 64 |
| Tabela 6: Movimentação dos pseudo artefatos no gradeamento da Seção A da UHE Capivari-Cachoeira. | 66 |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 23 |
| 1.1 PROBLEMÁTICA | 26 |
| 1.1.1 Objetivo | 26 |
| 1.1.1.1 Objetivos específicos..... | 27 |
| 2. REVISÃO TEÓRICA | 28 |
| 2.1 EROSÃO DE MARGENS DE RESERVATÓRIO. | 28 |
| 2.1.1 Efeito de ondas na erosão de margens de reservatórios..... | 30 |
| 2.2 PROCESSO DE FORMAÇÃO DO REGISTRO ARQUEOLÓGICO | 33 |
| 2.3 PANORAMA DA LEGISLAÇÃO ARQUEOLÓGICA | 34 |
| 3. MATERIAIS E MÉTODOS | 38 |
| 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO..... | 38 |
| 3.1.1 Aspectos Físicos | 38 |
| 3.1.2 Caracterização arqueológica | 42 |
| 3.2 MAPEAMENTO DOS CAMPOS DE <i>FETCH</i> E ENERGIA DE ONDA... .. | 43 |
| 3.3 LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO E ANÁLISES DE PERFIL. | 45 |
| 3.4 EXPERIMENTAÇÃO COM PSEUDO-ARTEFATOS..... | 47 |
| 3.4.1 Escolha e preparação dos pseudo artefatos..... | 48 |
| 3.5 ANÁLISE DAS OCORRÊNCIAS ARQUEOLÓGICAS COM OS CAMPOS DE <i>FETCH</i> .52 | |
| 4 RESULTADOS..... | 56 |
| 4.1 CAMPOS DE <i>FETCH</i> E ENERGIA DE ONDAS NO RESERVATÓRIO .56 | |
| 4.2 EROSÃO NOS PERFIS TRANSVERSAIS..... | 57 |
| 4.3 PERMANÊNCIA ESPECÍFICA DO NÍVEL E EROSÃO LOCAL..... | 60 |
| 4.4 CORRELAÇÃO COM A ENERGIA DA ONDA (EROSÃO ESPACIAL).. | 61 |
| 4.5 EXPERIMENTO COM PSEUDO-ARTEFATOS | 65 |

| | |
|---|------------|
| 4.6 ANÁLISES DAS OCORRÊNCIAS ARQUEOLÓGICAS COM OS CAMPOS DE FETCH..... | 67 |
| 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 69 |
| 6. RECOMENDAÇÕES..... | 69 |
| 7. REFERÊNCIAS..... | 73 |
| APÊNDICE 1 - CAMPOS DE <i>FETCH</i> PARA DIFERENTES DIREÇÕES DE VENTO | 80 |
| APÊNDICE 2 – PERFIS DE EROÇÃO DAS MARGENS DO RESERVATÓRIO | 88 |
| APÊNDICE 3 – RELAÇÃO ENTRE PERMANÊNCIA ESPECÍFICA DO NÍVEL E VOLUME ERODIDO NOS PERFIS TRANSVERSAIS | 91 |
| APÊNDICE 4 – RELAÇÃO ENTRE VOLUME ERODIDO TOTAL DO PERFIL E ENERGIA DA ONDA PARA DIFERENTES DIREÇÕES DE VENTO..... | 94 |
| APÊNDICE 5 – DESCRIÇÃO DO DESLOCAMENTO DOS ARTEFATOS ARQUEOLÓGICOS..... | 97 |
| APÊNDICE 6 – ILUSTRAÇÃO DOS CAMPOS DE <i>FETCH</i> NOS LOCAIS DE OCORRÊNCIA ARQUEOLÓGICA | 103 |
| APÊNDICE 7 – CONTEXTUALIZAÇÃO DAS OCORRÊNCIAS DE REGISTROS ARQUEOLÓGICOS..... | 111 |

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho emerge da necessidade de compreender determinadas questões arqueológicas por meio das geociências. Não obstante a relação da Arqueologia com as ciências sociais como História e Antropologia, esta apresenta intrínseca relação com as ciências físicas e ambientais. Mais que fatos históricos e antropológicos a Arqueologia analisa elementos paisagísticos, botânicos, sedimentológicos; e seu objeto de estudo, os sítios e artefatos arqueológicos, possui a materialidade que exige a compreensão de aspectos físico-químicos que somente com estudos interdisciplinares são possíveis de alcançar. Esta condição de interdisciplinaridade é ainda mais latente em estudos arqueológicos desenvolvidos no âmbito do licenciamento ambiental, considerando que boa parte dos impactos verificados no patrimônio arqueológico se dá na interceptação deste com o meio físico. É o caso, por exemplo, dos empreendimentos hidrelétricos que atingem diretamente áreas potenciais para a ocorrência de sítios arqueológicos.

A Geografia como uma área do conhecimento fundamentalmente múltipla e transdisciplinar é o caminho aqui adotado para chegar a algumas reflexões e novos questionamentos acerca da alteração de registros arqueológicos após a instalação de empreendimentos hidrelétricos de grande porte. Buscou-se aqui tratar a problemática sob a luz de uma Geoarqueologia, com a utilização e readequação de conceitos e técnicas da geografia sobre um objeto da ciência arqueológica (ARAÚJO, 1999).

A Geoarqueologia pode ser considerada como uma aproximação de teorias, conceitos e instrumentos metodológicos variados, provenientes das ciências da terra e da arqueologia, cuja finalidade é a compreensão das inter-relações existentes entre os grupos humanos pretéritos e o ambiente à sua volta. Tendo assim por objetivo a análise dos sistemas naturais e antrópicos, do passado e do presente, integrando informações com diferentes características e escalas.

A instalação de empreendimentos hidrelétricos faz parte da política nacional de energia, e seu crescimento é ainda muito estimulado. Além disso, muitos são os represamentos já existentes, alguns anteriores a legislação

ambiental vigente, o que gera uma grande lacuna no conhecimento arqueológico dessas áreas. A melhor compreensão dos possíveis impactos no registro arqueológico desses empreendimentos visa não apenas sanar tais lacunas, mas auxiliar nos futuros estudos de novos empreendimentos deste tipo.

Quatro grandes impactos são relacionados à implantação de um represamento sobre o patrimônio arqueológico, são eles: (1) a submersão de sítios, (2) a erosão de sítios, (3) o transporte de artefatos para fora do contexto original, e (4) o soterramento de materiais arqueológicos. Desses apenas o soterramento não será abordado, quando considerado as grandes dimensões deste processo no fundo do reservatório, uma vez que o recorte espacial aqui trabalhado é a faixa de depleção e nesta área os depósitos são de pequenas dimensões, e a submersão que será trabalhada apenas como agente dos processos erosivos, e não ligados a conservação dos materiais arqueológicos. (Figura 1).

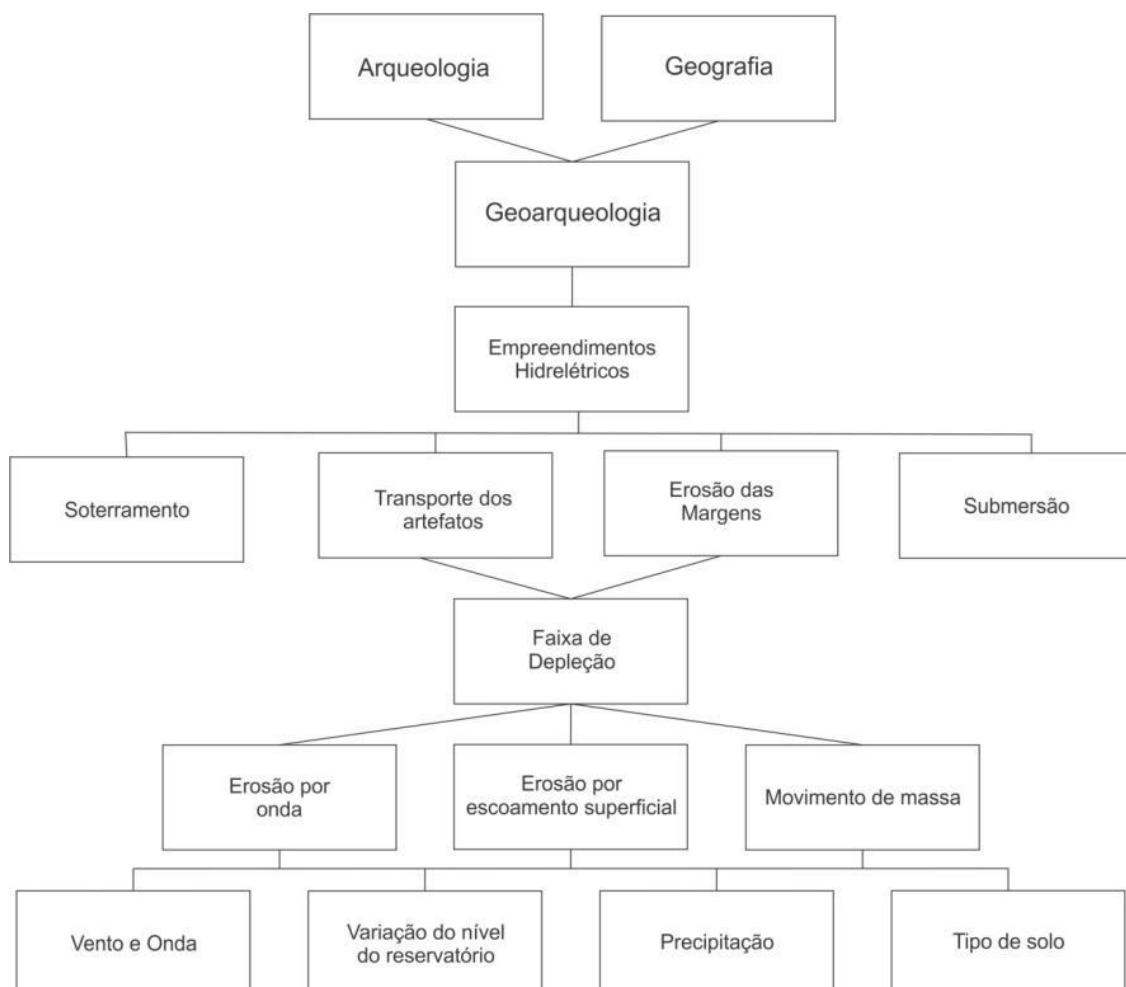


Figura 1: Esquema teórico-metodológico da Dissertação.

Tendo como recorte a faixa de depleção, que consiste na faixa das margens do reservatório que são atingidas pela variação do nível deste, foram identificados inicialmente três fatores de perturbação das margens do reservatório, são eles: (1) Erosão por onda, (2) Erosão por escoamento superficial, e (3) Movimentos de massa. Tendo como variáveis aqui consideradas: (a) vento e onda, (b) variação do nível do reservatório, (c) precipitação, (d) tipo de solo.

Estes fatores juntamente com as variáveis envolvidas nesses processos são abordados por três métodos: (I) a utilização de mapas de *Fetch* para a localização do potencial de erosão pela ação de ondas, auxiliando na adoção da área de experimentação e para análises de correlação; (II) análises topográficas de perfis das margens em diferentes condições nos mapas de *Fetch*; e (III) experimentação do transporte de artefatos, uma vez que estudos de sedimentos de grande porte ainda apresentem limitações, o uso de grade de experimentação foi adotado.

A escolha pela UHE Capivari-Cachoeira foi fundamentada no levantamento arqueológico realizado no local em 2000, quando na ocasião foram identificados vários registros arqueológicos, alguns visivelmente alterados. Esta pesquisa foi tema de dissertação de MIGUEL (2001), que iniciou a discussão de possíveis impactos do empreendimento sobre o patrimônio arqueológico. Deste modo, esta pesquisa tem por intuito aprofundar os estudos pré-existentes sobre os processos de alterações que esses materiais vêm sofrendo ao longo do período de operação do empreendimento, utilizando para isso técnicas resultantes da interface geociências-arqueologia.

A dissertação está organizada em cinco capítulos; o primeiro apresenta o tema ao leitor, introduzindo a questão geoarqueológica, a problemática e os objetivos da dissertação. O segundo capítulo, a revisão teórica que norteia a dissertação, apresentado um panorama da Arqueologia e da legislação brasileira, além dos seguintes temas: Processo de formação do registro arqueológico; Erosão e seus diferentes processos que fazem parte do escopo da pesquisa. No capítulo 3 é caracterizada a área da pesquisa pelos aspectos físicos e potencial arqueológico, bem como os métodos aplicados na pesquisa são descritos. Por fim, resultados e considerações finais são apresentados.

1.1 PROBLEMÁTICA

Os sítios arqueológicos são as principais fontes de informações sobre o patrimônio arqueológico. Constituem a principal unidade analítica da ciência arqueológica e no Brasil estão protegidos pela lei nº 3.924 de 1961 e no art. 216 da Constituição Brasileira, que estabelecem que todo bem arqueológico é patrimônio da união. A instalação de empreendimentos deve então proporcionar estudos que indiquem os possíveis impactos nestes.

No caso dos empreendimentos hidrelétricos com represamento os principais impactos estão relacionados ao alagamento de sítios, a erosão de sítios localizados nas margens do reservatório e ao transporte de artefatos para fora dos contextos originais. Além de danos ocorridos durante a implementação dos empreendimentos, gerados especialmente com a movimentação de solos e obras de engenharia.

A compreensão de tais impactos pode auxiliar a gestão de bens arqueológicos, nas metodologias de resgate arqueológicos, ainda na fase de instalação dos empreendimentos, bem como avançar nos estudos de formação dos registros arqueológicos e de erosão de margens.

1.1.1 OBJETIVO

Compreender a dinâmica dos processos erosivos na faixa de depleção do reservatório da UHE Capivari-Cachoeira e o potencial de alteração de registros arqueológicos.

1.1.1.1 Objetivos específicos

1. Produzir mapeamento da distribuição do *Fetch* (pista de vento) e da energia de onda no reservatório;
2. Determinar a erosão das margens na faixa de depleção por meio de levantamento topográfico em perfis transversais representativos;
3. Estabelecer relação entre os perfis de erosão e a variação do nível do reservatório;
4. Estabelecer relação entre a dinâmica de ondas e a distribuição da erosão ao longo do reservatório;
5. Implantar protocolo de experimentação por gradeamento para estudo de transporte de artefatos em margens de reservatório; e
6. Relacionar as descrições de ocorrências arqueológicas com o potencial erosivo de sua localização.

2. REVISÃO TEÓRICA

2.1 EROÇÃO DE MARGENS DE RESERVATÓRIO.

Segundo Morgan (2005), a erosão do solo pode ser definida como um processo de duas fases, a primeira consiste no desprendimento de partículas do solo e posteriormente o transporte por agentes erosivos, tais como água e vento por exemplo. Dentre os agentes de desagregação mais relevantes estão às gotas de chuva, com o efeito *splash*. Outros agentes de desagregação são os intemperismos físicos, químicos e bioquímicos.

No caso específico da presente pesquisa a energia dissipada pelas ondas do reservatório provoca tanto a desagregação como o transporte do material. A remoção do material das margens tem como efeitos a contribuição de sedimentos para o reservatório (ELÇI *et al*, 2007), recuo das margens oferecendo perigo às edificações e patrimônio arqueológico pela descaracterização de sítios eventualmente existentes.

De acordo com Gatto e Doe (1987) os principais fatores relacionados à erosão em margens de reservatórios ocorrem pela ação das ondas causadas por vento e embarcações, erosão hídrica por salpicamento, escoamento superficial e deslizamentos. Estes processos erosivos são dependentes de diversos fatores, estando relacionados principalmente à morfologia do reservatório, condições meteorológicas e pedológicas da área.

Devido à variação do nível do reservatório é comum a perda da vegetação, fazendo com que as margens tenham predominância de solo exposto ou gramíneas bem espaçadas. Além de potencializar o efeito do impacto da chuva, uma vez que sem a interceptação da vegetação o efeito *splash* tem grande importância na desagregação do solo; a falta de cobertura vegetal aumenta o transporte de sedimento por escoamento superficial e a formação de ravinas (Figura 2).



Figura 2: Formação de escoamento superficial na margem exposta do reservatório.

Segundo Horton (1945), quando a capacidade de infiltração do solo é excedida pela precipitação, inicia-se então o escoamento superficial. O transporte dos sedimentos pelo escoamento superficial é resultante da força de cisalhamento, à medida que este aumenta sua profundidade encosta abaixo.

A faixa de depleção de um reservatório consiste na área da margem sobre influência direta da variação do nível do lago. É nesta faixa que os processos erosivos se intensificam. Segundo Gibertoni *et al.* (2011), o alto potencial erosivo dessas áreas tem suas origens nas ações das ondas formadas pelo vento, na alta declividade das bordas, bem como na variação do nível do reservatório, saturação e fragilidades do solo. De acordo com a *Geomorphic Solutions* (2011), o principal fator erosivo em margens de reservatórios é a frequência das ondas que o atinge e que a intensidade do processo erosivo depende ainda de: nível da água no reservatório, ou seja, o ponto da margem que é atingido pela onda; o tamanho da onda; a morfologia da margem, especialmente se esta é côncava ou convexa e sua declividade; e suas características pedológicas (MCGREAL, 1979; RUGGIERO *et al.* 2000; SALLENGER *et al.* 2002, SWENSON *et al.* 2006).

Com relação a sítios e ocorrências arqueológicas localizadas nesta faixa, os processos erosivos são os mesmos. Além disso, perturbações em registros arqueológicos, modificam as relações informacionais nas três dimensões, a remoção de material não modifica apenas a profundidade deste, mas a forma

como este se distribui na encosta. Esta alteração espacial do registro que será tratada com a experimentação do gradeamento. Uma vez que, mesmo variações pequenas no nível do reservatório podem afetar uma porcentagem representativa de um sítio (Figura 3).

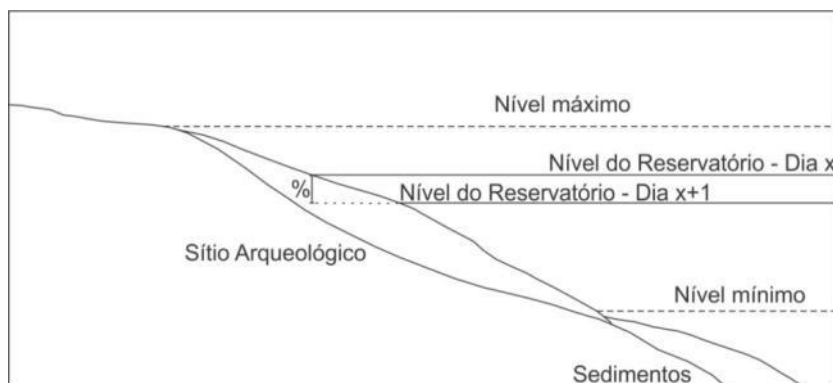


Figura 3: Esquema sobre o impacto da variação de nível do reservatório sobre a margem e um possível sítio arqueológico.

2.1.1 Efeito de ondas na erosão de margens de reservatórios

Brown *et al*, (2005) afirmam que apesar de outros fatores atuarem no processo de erosão da margem de lagos, como a precipitação, a energia das ondas em águas profundas e a frequência e intensidade das chuvas, estes podem ser desconsiderados por sua pequena importância quando comparados à variação do nível do reservatório e a atuação das ondas. A importância destes dois fatores se dá pela energia das ondas dissipada contra a margem, que desagrega o solo favorecendo os demais agentes erosivos, como pelo escoamento superficial e a lavagem dos finos que a variação do nível do reservatório exerce sobre a margem. A compreensão desse fenômeno mostra-se essencial para os estudos de erosão de margens em reservatórios, pois diferentemente dos rios, os mesmos apresentam superfície de água suficiente para a formação de ondas. Fendrich define as ondas:

O movimento das águas superficiais resulta da ação das forças tangenciais entre o vento e a água, bem como de diferença da pressão atmosférica sobre a superfície das águas do reservatório. O

resultado é um desequilíbrio hidrostático que provocará uma corrente de retorno ao interior da massa líquida. (FENDRICH, 1993, pg. 1)

Segundo esta definição, dois componentes mostram-se fundamentais para a formação de ondas, a pista de vento (área de contato vento e água), denominada *Fetch*, e o vento incidente (MARQUES, 2012). O *Fetch* é componente de formação da onda, e está presente nas equações dos demais elementos de uma onda, como altura da onda e energia dissipada (Figura 4). Por este motivo o presente trabalho adotou o *Fetch* como parâmetro da onda, considerando que seus valores máximos potencializam os demais elementos. A escolha teve como objetivo diminuir o erro absorvido nas transformações dos dados para os valores destes elementos.

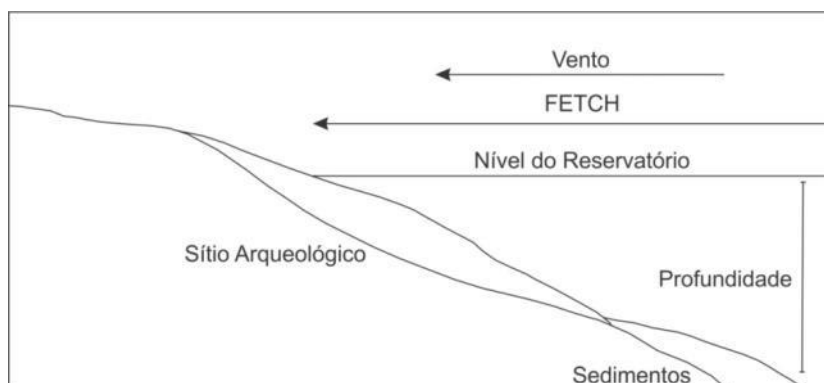


Figura 4: Esquema demonstrativo dos componentes formadores de onda em reservatório.

Além do poder de desagregação do solo, as ondas possuem interfase direta com o transporte de sedimentos. Segundo Soulsby, 1997 (*Apud* ROSENHAGEN, 2013), as interações onda e transporte de sedimentos são:

- A movimentação gerada pela onda faz com que os sedimentos do fundo tornem a suspensão e sejam difundidos pela região de influência da onda. Caso haja a presença de correntes, os sedimentos podem ser transportados na direção do fluxo;
- Ondas progressivas ao atravessarem a zona de arrebatamento transportam sedimentos em direção paralela à margem;

- A assimetria do movimento ondulatório, em que a velocidade orbital da onda é maior embaixo da crista do que no vale; gera um transporte de sedimentos direcionado à margem, no momento no qual a movimento é predominante na direção da onda;
- A defasagem do movimento da onda entre a superfície e o fundo provoca diferença de pressão, gerando transporte de sedimentos na camada limite da onda em direção à margem;
- As correntes de retorno geradas por ondas perto do fundo na zona de arrebenção tendem a transportar sedimentos na direção oposta à margem.

Importante compreender que estes processos ocorrem simultaneamente. Além das especificidades locais da ondulação e da profundidade. Por exemplo, na zona de arrebenção a mistura vertical é mais intensa, uma vez que há turbulência gerada na superfície pela quebra da onda e dissipação de energia no fundo (ROSENHAGEN, 2013, pg. 7).

A energia gerada por ondas pode ser considerada exclusivamente pela ação do vento sobre a superfície do reservatório. Desta forma a energia da onda que modifica o registro arqueológico e que atua no processo erosivo da margem depende do *Fetch* e das características do vento como intensidade e frequência.

Em ondas as energias cinética e potencial se equiparam, desta forma, o deslocamento vertical da água está associado ao somatório destas energias, equação (1), Sverdrup & Munk (1947).

$$E = \frac{1}{8} \rho_a g \eta^2 \quad (1)$$

Onde, ρ_a é a massa específica da água, g a aceleração da gravidade e η a elevação da superfície livre em relação a um nível sem perturbação, ou altura.

2.2 PROCESSO DE FORMAÇÃO DO REGISTRO ARQUEOLÓGICO

Para a compreensão das informações arqueológicas é necessário ter o conhecimento de como esta é formada e modificada, como que a combinação de fatores naturais e culturais geram o registro arqueológico, objeto do estudo da ciência Arqueológica. Segundo Villagrán (2008, pg. 16), “foi o reconhecimento dos processos naturais que afetam o registro comportamental que intensificou a utilização dos métodos das geociências em arqueologia, tornando-os parte integrante das análises de formação de sítio”.

Durante os anos iniciais da Arqueologia como ciência, os sítios arqueológicos eram compreendidos como fósseis do passado, como um resultado inerente dos processos de deposição e ação do tempo, estabelecendo uma série de suposições sobre sua origem e antiguidade. Após os trabalhos realizados por Schiffer (1972, 1975, 1987) e Binford (1981, 1980, 1983) novas abordagens dos sítios arqueológicos começaram a ser utilizadas. A variabilidade dos registros arqueológicos passou então a ser o resultado de diferentes tipos de processos de formação, sejam eles fatores naturais e/ou culturais.

Esses autores possibilitaram a perspectiva de que o registro arqueológico é sempre transformado e está sempre em transformação, atribuindo ao dinamismo dos processos pós-deposicionais uma importância de dimensão similar ao fator tempo.

O termo processos de formação pode significar diferentes coisas para diferentes arqueólogos, para os comportamentais significa a procura de leis comportamentais que remetem ao contexto sistêmico (SCHIFFER 1972); já para os geoarqueólogos significa procurar os processos de formação associados com o contexto arqueológico (STEIN, 2001), (VILLAGRÁN, 2008).

Schiffer (1975) atribui dois fatores para a compreensão do processo de formação do registro arqueológico, o *C-transform*, ou fatores culturais e o *N-transform*, ou fatores naturais. Nos fatores culturais estariam envolvidas desde a produção dos artefatos arqueológicos, as intervenções agrícolas e de construção civil e arqueologia. Já processos como sedimentação, erosão e

lixiviação, por exemplo, estariam relacionados aos Fatores Naturais. Nos estudos arqueológicos isso se refletiu da seguinte forma:

Segundo autores como Gladfelter (1981:348), assim como era trabalho dos arqueólogos considerar as transformações culturais depois que os artefatos foram depositados, era trabalho dos geoarqueólogos lidar com as transformações naturais que alteram a deposição cultural original. Portanto, os primeiros estudos geoarqueológicos eram concebidos na época como o estudo dos solos e sedimentos nos sítios para determinar as circunstâncias envolvidas na localização dos artefatos (RENFREW 1976), por exemplo, ou o estudo do contexto geomorfológico deles para reconstruções paleoambientais (GLADFELTER 1977). (VILLAGRÁN, 2008, pg. 17).

A presente pesquisa objetiva a compreensão dos Fatores Naturais sobre registros arqueológicos localizados na faixa de depleção de reservatórios, buscando identificar possíveis alterações deste, em especial com o deslocamento de artefatos.

2.3 PANORAMA DA LEGISLAÇÃO ARQUEOLÓGICA

A Arqueologia é uma ciência ainda pouco divulgada, muitos são os senso comuns que envolvem tal linha do conhecimento. O objeto da Arqueologia ainda é envolto por muita imaginação e figuras de imagens, como personagens de filmes. A Arqueologia, porém, além de analisar os fósseis humanos analisa toda a cultura material envolvida na vida humana, o contexto ambiental e paisagístico em que os humanos habitaram, trabalharam e ou retiraram os meios de sua sobrevivência, além de inferências da etnografia das antigas populações. Por lidar com bens patrimoniais, a Arqueologia também se vincula a uma série de direcionamentos que vão além da produção acadêmica de conhecimentos sobre sociedades antigas, mas também aos aspectos conservacionistas, patrimoniais e de uso público de recursos arqueológicos, históricos e paisagísticos. No Brasil, tais desdobramentos são mais evidentes na recente inserção (década de 1980) das pesquisas arqueológicas junto ao licenciamento ambiental de empreendimentos potencialmente geradores de impacto.

Dentre os muitos aspectos contidos nos estudos ambientais prévios, destinados à liberação das licenças, a Arqueologia é compreendida nos estudos do meio socioeconômico, como previsto na Resolução CONAMA nº 001/86. A importância dos estudos arqueológicos está consolidada desde 1961, com a criação da Lei nº 3.924, que dispõe sobre os monumentos arqueológicos e pré-históricos. Sendo posteriormente reforçada pela Constituição de 1988 nos art. 20, art. 23, e especialmente no seguinte art.:

Art. 216. Constituem patrimônio cultural brasileiro os bens de natureza material e imaterial, tomados individualmente ou em conjunto, portadores de referência à identidade, à ação, à memória dos diferentes grupos formadores da sociedade brasileira, no quais se incluem:

[...]

V- os conjuntos urbanos e sítios de valor histórico, paisagístico, artístico, **arqueológico**, paleontológico, ecológico e científico. **(grifo meu)**

A necessidade de uma maior aproximação entre as diferentes ciências responsáveis pelos estudos ambientais ligados ao licenciamento ambiental brasileiro mostra-se fundamental no processo de desenvolvimento, no qual o Brasil se encontra. Com o objetivo de alcançar plenamente os fundamentos constituídos na Constituição de 1988:

art. 225. Todos têm direito ao **meio ambiente ecologicamente equilibrado**, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. **(grifo meu)**

A abordagem aqui dada ao conceito tem como fundamentação o texto de Daury de Paula Júnior, 16º Promotor de Justiça de Santos, “O Ministério Público e a Proteção do Patrimônio Arqueológico”, no qual, **meio ambiente ecologicamente equilibrado**, tem por premissa o aspecto globalizante, que nas palavras de José Afonso da Silva (*Apud* JÚNIOR, 2012):

Há de ser, (...), abrangente de toda a natureza original e artificial, bem como os bens culturais correlatos, compreendendo, portanto, o solo, a água, o ar, a flora, as belezas naturais, o patrimônio histórico, artístico, turístico, paisagístico e **arqueológico. (grifo meu)**

A possibilidade de correlacionar os estudos geológicos, geomorfológicos, hidrológicos, essenciais na implantação de UHE's, com os estudos arqueológicos, mostra-se apenas como um passo para uma aproximação do art. 225 da Constituição de 1988.

Em tese, os estudos ambientais deveriam representar a realidade dinâmica e complexa na qual os empreendimentos se inserem. Porém, muitas vezes o que se vê são "pacotes" de conhecimentos, com os capítulos dissociados um dos outros. Além disso, o processo de elaboração raramente é interdisciplinar, muito menos transdisciplinar.

O estudo do efeito de reservatórios sobre o patrimônio arqueológico em faixas de depleção mostra-se assim objeto desta dissertação. A fim de melhor compreensão dos processos de conservação do material quando não são totalmente resgatados, quais informações são inseridas nos artefatos e quais são retiradas do registro; além de inferir questões ligadas ao processo de ocupação humana em diferentes compartimentos ambientais e se prospecções por metodologia lineares ou areais são mais significativas no caso em questão.

Os estudos ambientais consolidados a partir da Resolução CONAMA nº 001/86 estabeleceram uma nova fase para os grandes empreendimentos, com as exigências desses estudos muitos dos impactos foram minimizados. Todavia, uma série de empreendimentos anteriores à resolução, tornaram-se grandes incógnitas pela falta de conhecimento de seus impactos. Entre os aspectos contidos na Resolução CONAMA, supracitados, os estudos em Arqueologia têm a especificidade de estarem condicionados às diretrizes legais estabelecidas e geridas pelo IPHAN – Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. Neste sentido, além das legislações federais específicas de proteção, o IPHAN é o responsável pela deliberação de portarias específicas que norteiam a atuação de arqueólogos em estudos sobre o patrimônio arqueológico. Uma delas é a Portaria IPHAN nº28/2003 que trata dos reservatórios que não passaram por estudos prévios de arqueologia, e prevê a

execução de projetos de levantamento, prospecção, resgate e salvamento na faixa de depleção. Que vem suprir justamente esta carência de informações sobre sítios arqueológicos já impactados na bacia hidrográfica afetada pelo empreendimento. É a partir daí que surge a problemática em questão, como reservatórios de grandes usinas hidrelétricas, impactam os sítios arqueológicos na faixa de depleção de seus reservatórios?

A compreensão dos mecanismos de interação entre sítios arqueológicos e reservatório poderá auxiliar na tomada de decisão de resgate, salvamento e monitoramento de novos empreendimentos, no conhecimento da formação e/ou alteração de informações contidas na área dos sítios, e auxiliar no processo de gestão do uso das margens dos reservatórios, em conformidade com a Lei 9433/97 que prevê o uso múltiplo dos recursos hídricos.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

3.1.1 Aspectos Físicos

O reservatório da UHE Capivari-Cachoeira (Governador Parigot de Souza) está localizado entre os municípios de Campina Grande do Sul e Bocaiuva do Sul no estado do Paraná. Situado no Primeiro Planalto Paranaense, na área limítrofe com a Serra do Mar, o que influencia o clima e a vegetação ainda bem preservada no entorno do reservatório (Figura 5).

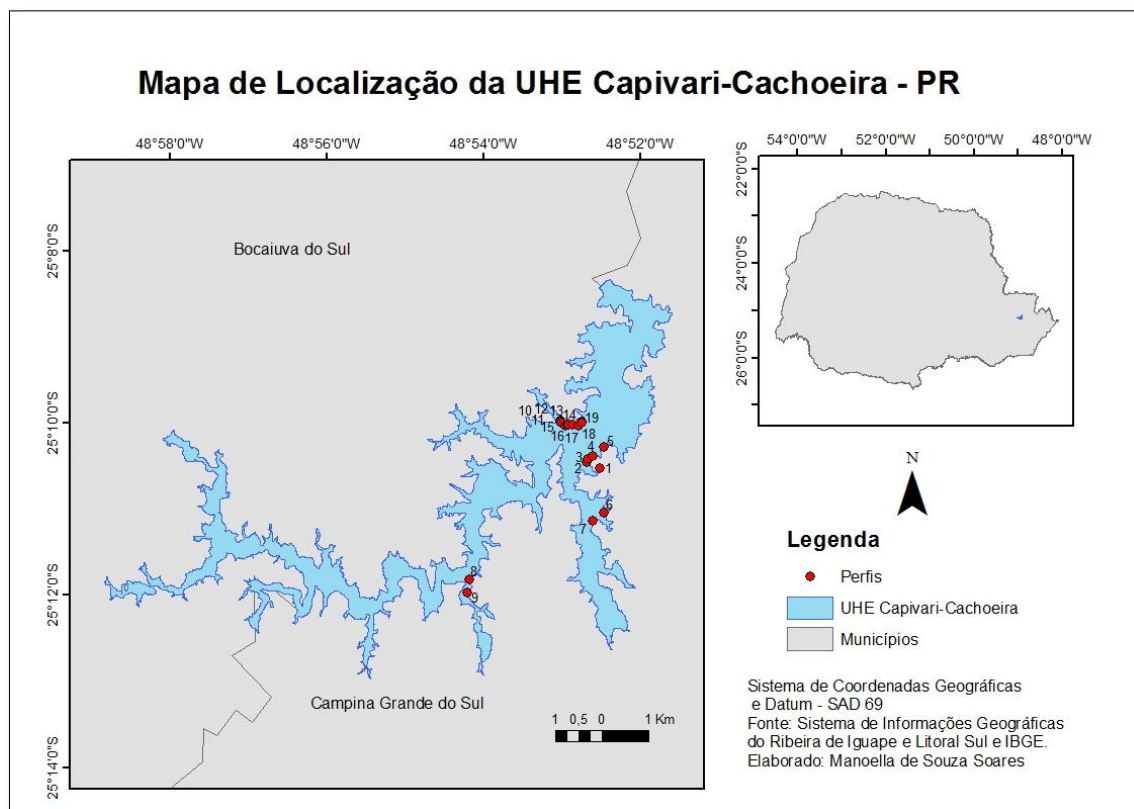


Figura 5: Mapa de Localização da UHE Capivari-Cachoeira.

A área drenada para o reservatório é da ordem dos 945 km², pertencentes à Bacia Hidrográfica do Ribeira do Iguape, próxima ao limite dos estados de Paraná e São Paulo. Após a construção da represa a água é quase que totalmente desviada para a bacia do rio Cachoeira, bacia litorânea paranaense. Com uma área de aproximadamente 12 km² o lago possui profundidade média de 14m e um valor máximo de 43m, possuindo um volume útil médio de 150 m³ (CARVALHO, 2009).

Regionalmente o clima pode ser classificado como subtropical úmido, tipo mesotérmico, caracterizado por não possuir uma estação seca bem definida e com verões quentes e invernos com geadas esporádicas. Esta variação de temperaturas influencia a vegetação que apresenta características florísticas de uma Floresta Ombrófila Densa do tipo Montana e sub-montana (MINEROPAR, 2006).

Segundo o Atlas Geomorfológico do Paraná (MINEROPAR, 2006, pg 50-51), o reservatório está situado na unidade morfoestrutural do Cinturão orogênico do Atlântico, Primeiro Planalto Paranaense. Especificamente na unidade morfoescultural 1.2.4, denominada Planalto de Curitiba, que apresenta dissecação média e ocupa uma área de aproximadamente 2660 km², sendo possível visualizá-la na Folha Curitiba. Predominam as classes de declividade até 6% em uma área de 1634,42 km² e de 6-30% em uma área de 1.004,32 km². O relevo apresenta um gradiente de 680 metros com altitudes variando entre 560 (mínima) e 1240 (máxima) m. Suas formas predominantes são topos alongados e aplainados, vertentes convexas e vales em “V”. Com a direção geral da morfologia variando entre N-S e NW-SE, modelada em rochas do Complexo Gnáissico Migmatítico.

A partir dos dados das cotas diárias do reservatório, cedidas pela Copel – Companhia Paranaense de Energia, foram analisadas a distribuição temporal e o tempo permanência do reservatório em uma dada cota.

O reservatório possui uma variação sazonal relevante. No ano de 2000, quando foram realizadas as pesquisas de Rucirene Miguel (2001), o reservatório estava em nível bem abaixo da média (Figura 6). Durante os trabalhos de campo da presente pesquisa o reservatório estava numa tendência de queda, o que possibilitou a análises de cotas normalmente submersas. Por exemplo, no dia 07 de dezembro de 2014 a cota era de

828,39m, bem abaixo dos 844m que apresentam maior frequência pela curva de permanência (Figura 7).

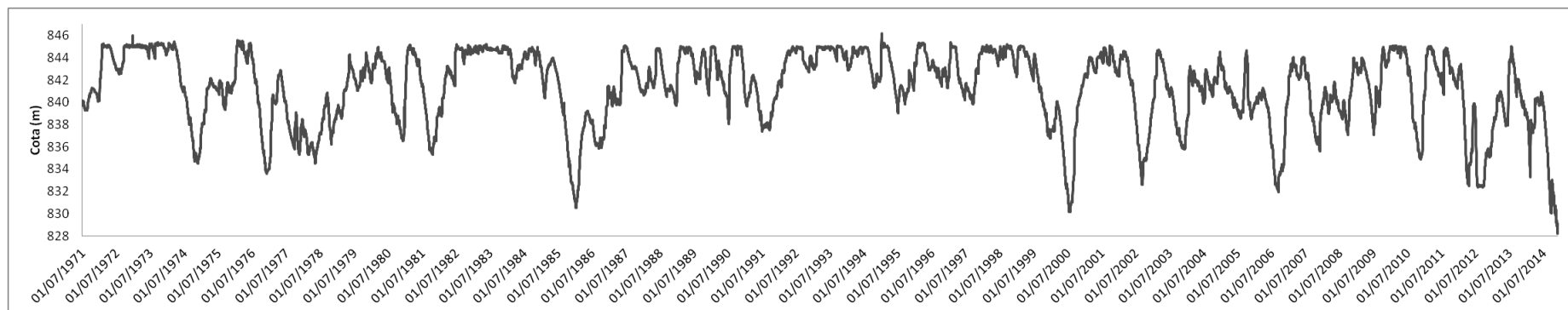


Figura 6: Registro histórico das cotas do reservatório da UHE Capivari-Cachoeira. Fonte: Copel.

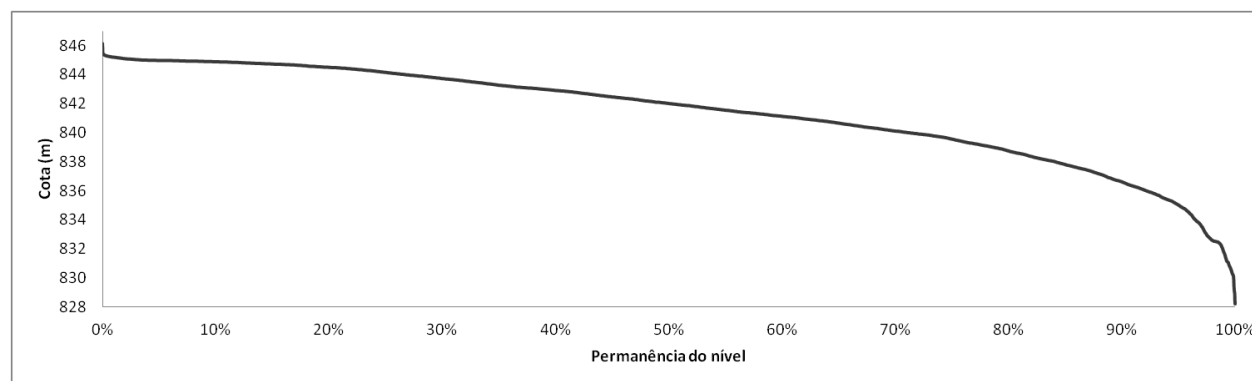


Figura 7: Curva de permanência das cotas do reservatório da UHE Capivari-Cachoeira. Fonte: Copel.

3.1.2 Caracterização arqueológica

A caracterização aqui apresenta parte da pesquisa realizada por Rucirene Miguel (2001), em sua dissertação de mestrado também tendo como área de estudo a UHE Capivari-Cachoeira. O presente texto tem por objetivo contextualizar o leitor com os potenciais arqueológicos da região e introduzir algumas definições.

Em pesquisa no médio vale do Ribeira, De Blasis (1996 *apud* MIGUEL, 2001) definiu três formas de assentamentos pré-coloniais para a região: os sambaquis fluviais, os sítios líticos e os sítios cerâmicos.

Em levantamento nas margens do reservatório da UHE Capivari-Cachoeira no ano de 2000, com nível historicamente baixo de 830 m, o menor desde o início da sua operação, Miguel (2001, pg. 14) não encontrou sítios do tipo sambaquis fluviais. Sua hipótese que estes tipos de sítios por se localizarem próximos a curso de água estariam ainda submersos para esta cota do reservatório.

Os sambaquis fluviais, ou sítios concheiros, estariam entre os sítios arqueológicos mais antigos a céu aberto da região. Estes sítios normalmente se localizam próximos a rios e acompanham o relevo de terraços. Diferentemente dos sambaquis litorâneos que formam saliências na topografia local, estes podem ser definidos como uma espessa camada de conchas de moluscos terrestres, com formas circulares e pequenas dimensões.

Ainda segundo De Blasis (1996 *apud* MIGUEL, 2001), grupos sucessores aos sambaquieiros fluviais constituíram sítios líticos, com maior área de dispersão e demograficamente mais expressivos, ocupando o fundo de pequenos vales, ou próximos ao rio principal. O maior número de indivíduos justificaria a escolha por terraços fluviais ou patamares nas baixas vertentes contíguas. Com estratigrafia pouco profunda estes sítios não costumam ultrapassar os 50 cm de profundidade.

Entre os artefatos encontrados neste tipo de sítios predominam os de pequenas dimensões, elaborados a partir de blocos e seixos, com grande variedade de raspadores, pontas de projéteis bifaciais e lascas retocadas.

Indicando assim um padrão de subsistência dessa população com o aproveitamento dos recursos naturais, como fauna e flora.

Por fim, os sítios cerâmicos representam uma ocupação mais recente, que vai do pré-colonial ao de contato europeu. Apesar da denominação cerâmica, artefatos líticos ainda estão presentes. Em especial artefatos líticos polidos como laminas de machado e mão-de-pilão. Com dimensões relativamente pequenas sua profundidade não costuma ultrapassar os 60 cm.

3.2 MAPEAMENTO DOS CAMPOS DE *FETCH* E ENERGIA DE ONDA.

Para a elaboração dos campos de *Fetch* do reservatório da UHE Capivari-Cachoeira, foi utilizado o programa ONDACAD¹ (MARQUES, 2013), desenvolvido pelo professor Dr. Marcelo Marques da Universidade Estadual de Maringá – campus Umuarama. O modelo permite a determinação do *Fetch* diretamente sobre os nós de uma malha circunscrita pela margem do reservatório. Em estudos anteriores Marques estabelece o número de 15000 pontos, para uma malha que será impressa em papel do tamanho A4. A partir deste valor é estabelecida a resolução da malha pela seguinte equação:

$$Resolução = \left(\frac{Área\ do\ reservatório}{15000} \right)^{1/2} \quad (2)$$

$$Resolução = \left(\frac{11737465,57\ m^3}{15000} \right)^{1/2} = 27,97\ m \approx 30\ m \quad (3)$$

A resolução adotada nesta pesquisa foi de 30 metros, gerando uma malha com aproximadamente 13000 nós. Pelo ONDACAD cada nó é determinado pelo método de Saville (1954) em alta resolução aperfeiçoado por Marques *et al* (2013), que consiste na medição da distância do ponto à margem e das radiais, a resolução foi considerada alta, tendo a distribuição de 1º grau.

¹ O modelo ONDACAD consiste numa rotina criada pelo Professor Marcelo Marques, para programas do tipo CAD, que analisa e calcula os campos de *Fetch* pelo método de Saville.

Segundo Marques (2012), o vento torna-se ligeiramente menos eficiente, na geração da onda, quando as variações de direção atingem 15° e têm esta capacidade reduzida significativamente quando as variações de direção atingem 45°. A fórmula representa o método de Saville (Figura 8), na qual α_i é o ângulo entre a direção do vento e a direção secundária e x_i é o comprimento na direção de cada linha radial.

$$F = \frac{\sum_i x_i \cos \alpha_i}{\sum_i \cos \alpha_i} \quad (4)$$

Onde, α representa o ângulo dos componentes do eixo.

O ONDACAD é um modelo geométrico para a estimação do *Fetch*, e foi validado pelo modelo DELFT3D – módulo de ondas SWAN.

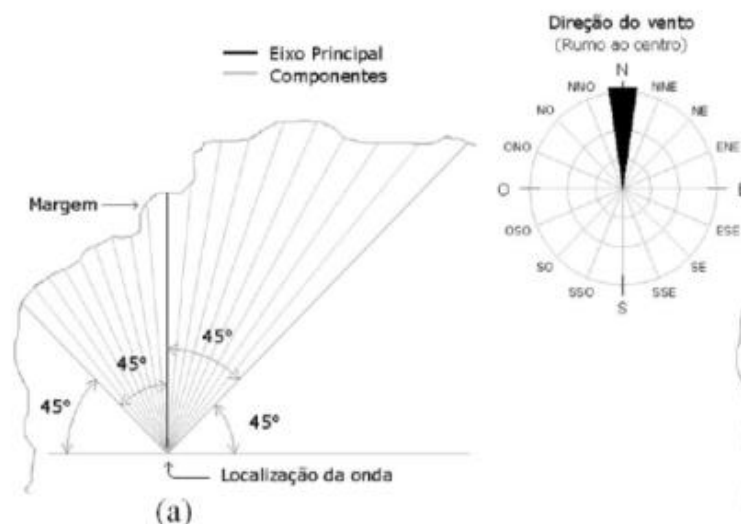


Figura 8: Ilustração demonstrativa para o Método de Saville. Fonte: Marques (2013).

Com a aplicação de uma topologia do tipo potência no diagrama de *Fetch* adimensional (gF/U^2) versus altura da onda adimensional (gH/U^2), é possível obter uma equação paramétrica que possibilite a correlação entre intensidade do vento, dado existente, com o *Fetch*, dado gerado pelo ONDACAD, para a obtenção da energia da onda.

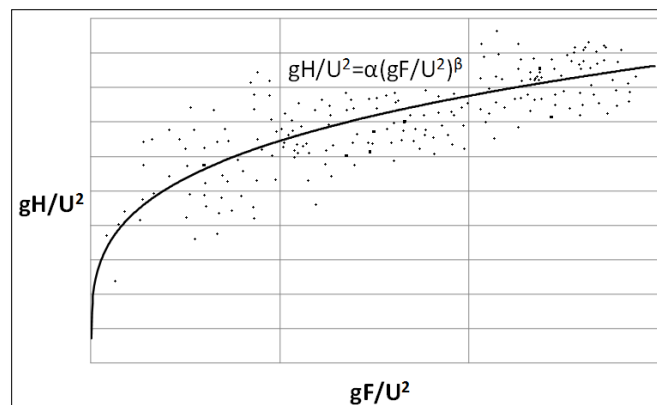


Figura 9: Diagrama adimensional de correlação entre *Fetch* e altura de onda. Fonte: MARQUES, 2013.

Ao isolar a altura na equação gerada pela tipologia do diagrama adimensional de correlação entre *Fetch* e altura de onda (Figura 9) e a substituindo na equação (1), resulta:

$$E = \frac{1}{8} \frac{\rho}{g} \alpha^2 U^4 \left(\frac{gF}{U^2} \right)^{2\beta} \quad (5)$$

Como para o presente trabalho não será realizado um diagrama com os dados do reservatório, serão utilizados os coeficientes α e β do trabalho de Sverdrup & Munk (1947), nos respectivos valores de 0,0016 e 0,5.

3.3 LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO E ANÁLISES DE PERFIL.

Durante trabalho de campo foi realizado levantamento topográfico de seções das margens do reservatório, a partir do uso de estação total e GPS de precisão para georreferenciamento. Durante o trabalho de campo o reservatório estava relativamente baixo, devido à falta de chuvas do verão de 2013/2014.

No presente trabalho a hipótese de que as ondas seriam o fator erosivo decisivo fez com que o trecho da margem a ser analisadas as taxas de erosão seria o da faixa de depleção. Ou seja, o intervalo da cota máxima (845,37m em

21/01/1997) ao de cota mínima da série histórica até o início do levantamento (830,2m em 28/07/2000). Desta forma, para todos os perfis levantados projetou-se a margem atual linearmente até a cota de 830,2m (Equações 6 a 8).

$$Z_n = \left[(X_n - X_m) * \left(\frac{\Delta Z_m}{\Delta X_m} \right) \right] + Z_m \quad (6)$$

$$\Delta Z_m = Z_f - Z_m \quad (7)$$

$$\Delta X_m = X_f - X_m \quad (8)$$

Onde Z_n é a cota projetada para a margem abaixo da linha da água; X_n é a coordenada X do ponto a ser projetada, sendo esta arbitrada; X_m e Z_m são a cota e a coordenada X do primeiro ponto da margem; e X_f e Z_f são a cota e coordenada X da linha da água.

Da mesma forma foi projetada linearmente a encosta, logo acima da cota máxima, até a cota mínima. Por se tratar de uma escala de detalhe a projeção linear para o perfil original da encosta se mostrou condizente com características topográficas locais (Equações 9 a 11).

$$Z_p = \left[(X_n - X_q) * \left(\frac{\Delta Z_q}{\Delta X_q} \right) \right] + Z_q \quad (9)$$

$$\Delta Z_q = Z_r - Z_q \quad (10)$$

$$\Delta X_q = X_r - X_q \quad (11)$$

Onde Z_p é a cota projetada para a encosta, acima da margem atual; X_p é a coordenada X do ponto a ser projetada, sendo esta arbitrada; X_q e Z_q são a cota e a coordenada X do ponto médio da encosta atual; e X_r e Z_r são a cota e coordenada X da margem projetada para além da atual linha da água.

Com a obtenção desses “paleoperfis”, ou perfis pré-processos erosivos, pode se estabelecer os valores erodidos (Equação 11).

$$V_e = \left[(Z_p - Z_n) + \left(\frac{Z_{p+1} - Z_{n+1}}{2} \right) \right] * (X_n - X_{n+1}) \quad (12)$$

Onde V_e é o volume erodido estimado; Z_p é a cota projetada para a encosta, acima da margem atual; Z_n é a cota medida na margem atual; e X_n é a coordenada X do ponto Z_n .

Esta técnica de levantamento topográfico de seções representativas se assemelha a sugerida por Gatto (1988), com a diferença de que o autor sugere um monitoramento da borda do reservatório, porém em virtude do regime do reservatório em questão a área de estudo não está exposta por tempo suficiente para um monitoramento contínuo. Sendo assim, este método visa a aplicação de uma técnica simples e rápida para momentos excepcionais em que o nível do reservatório esteja reduzido. Obviamente, em reservatórios com levantamento topográfico detalhado anterior ao enchimento, sem a necessidade de reconstituição desta informação, os resultados serão mais robustos.

Com os valores erodidos ao longo da seção foi possível avaliar a correlação com a permanência da cota do reservatório. Esta análise tem por objetivo avaliar a dependência do processo erosivo à presença do nível da água em determinada posição da seção.

3.4 EXPERIMENTAÇÃO COM PSEUDO-ARTEFATOS

Como descrito anteriormente, este trabalho procurou analisar de forma holística as possíveis alterações em registros arqueológicos localizados nas margens de reservatórios hidrelétricos. Os estudos experimentais e matemáticos de transporte de sedimentos são muito complexos e grandes simplificações costumam ser realizadas, por exemplo, a consideração dos

sedimentos com a forma esférica, para facilitar compreensão das forças atuantes. Futuramente faz-se necessária a maior compreensão do transporte hídrico de sedimentos de grande porte, para uma aproximação com os artefatos arqueológicos.

As diversidades de formas e materiais são assim especificidades dos estudos com artefatos arqueológicos. A escolha pela experimentação nesta pesquisa, bem como as bases desta foram retiradas do trabalho de Will e Clark (1996), na bacia do Rio Maine – EUA. Neste artigo os autores relatam um experimento de campo com o uso de gradeamento e pseudo-artefatos na faixa de depleção de um lago.

Segundo o estudo, apesar da grande importância da erosão local para a modificação dos registros arqueológicos, parte do material foi encontrada em áreas extremamente descontextualizadas o que evidencia grandes deslocamentos entre margens do reservatório. Os autores colocam ainda que fatores como tempo de influência do reservatório, os tipos de solos e sedimentos da margem e a orientação da linha da margem em relação aos ventos predominantes definem a estabilidade ou não do material arqueológico na margem.

Na ocasião os autores relataram uma grande variedade de movimentos dos artefatos e a necessidade de novos estudos. Por se tratar de uma área de clima ártico, a presença do gelo é um fator importante e que pode apresentar discrepâncias nos resultados aqui encontrados.

3.4.1 Escolha e preparação dos pseudo artefatos

A escolha dos materiais para o gradeamento partiu da disponibilidade de materiais similares aos artefatos encontrados na região, como conchas, ossos, lascas e outros fragmentos de rocha. Estes materiais foram catalogados e registrados com uma identificação específica do projeto (Figura 10).



Figura 10: Foto do pseudo artefato CCA40, detalhe para marcações com o código para futura identificação.

Foram registradas também as características físicas dos pseudo-artefatos, como dimensões e peso, com objetivo de futuramente compreender a forma como tais materiais se movimentaram. Como foi colocado anteriormente nos estudos de transporte de sedimentos simplificações são realizadas, entre elas a aproximação dos sedimentos a esferas. Para tal, coeficientes de formas são utilizados como a esfericidade e o *shape factor*, que comparam a área do material à área de uma esfera (Tabela 1).

O gradeamento foi realizado com a ajuda de uma grade colocada na margem do reservatório, na linha da água do dia 13 de junho de 2014 (Figura 12). A grade consiste numa malha de 1,5 m por 0,75 m dividida em 50 áreas (Figura 11). Os pseudo artefatos pré-selecionados em laboratório foram colocados de forma aleatória, apenas com a preocupação de não ocorrer concentrações dos mesmos materiais num dado setor do gradeamento. Durante a colocação do material foi obtido sua localização a partir do laser da estação total (Figura 13). Esta informação é fundamental para compreender posteriormente os possíveis deslocamentos sofridos por estes (Figura 14 e Figura 15).

Tabela 1: Informações dos pseudo artefatos utilizados no experimento de gradeamento.

| Posição na grade | ID | Tipo | Medidas (cm) | | | Peso (gr) | Shape Factor | Esfericidade |
|------------------|-------|----------|--------------|-------|-------|-----------|--------------|--------------|
| | | | a | b | c | | | |
| 1 | CCA40 | lítico | 10,761 | 9,193 | 3,745 | 326,7 | 0,3765 | 1,0432 |
| 2 | CCA28 | cerâmica | 11,362 | 9,513 | 1,283 | 133,7 | 0,1234 | 1,0328 |
| 3 | CCA66 | osso | 4,152 | 3,224 | 1,898 | 9,8 | 0,5188 | 0,9946 |
| 4 | CCA59 | vidro | 2,784 | 2,31 | 0,915 | 6,4 | 0,3608 | 1,0281 |

| Posição na grade | ID | Tipo | Medidas (cm) | | | Peso (gr) | Shape Factor | Esfericidade |
|--------------------|-------|----------|--------------|--------|-------|-----------|--------------|--------------|
| Continuação | | | | | | | | |
| 5 | CCA42 | lítico | 5,672 | 4,899 | 2,064 | 52,3 | 0,3916 | 1,0489 |
| 6 | CCA24 | cerâmica | 4,652 | 3,263 | 1,254 | 16,5 | 0,3219 | 0,9453 |
| 7 | CCA05 | lítico | 10,915 | 6,325 | 3,708 | 346,3 | 0,4463 | 0,8592 |
| 8 | CCA68 | osso | 8,433 | 1,039 | 0,855 | 6,5 | 0,2888 | 0,3962 |
| 9 | CCA08 | lítico | 6,348 | 3,362 | 1,74 | 38,4 | 0,3766 | 0,8214 |
| 10 | CCA35 | cerâmica | 8,696 | 8,126 | 1,196 | 63,6 | 0,1423 | 1,0910 |
| 11 | CCA74 | osso | 5,163 | 3,302 | 1,061 | 8,8 | 0,2570 | 0,9026 |
| 12 | CCA41 | lítico | 5,728 | 4,175 | 0,711 | 19,9 | 0,1454 | 0,9636 |
| 13 | CCA82 | concha | 4,33 | 2,103 | 0,677 | 4,6 | 0,2243 | 0,7866 |
| 14 | CCA02 | lítico | 14,835 | 5,505 | 3,621 | 428,4 | 0,4007 | 0,6875 |
| 15 | CCA26 | cerâmica | 12,868 | 10,874 | 1,09 | 178,6 | 0,0921 | 1,0375 |
| 16 | CCA13 | lítico | 6,755 | 5,788 | 2,485 | 141,5 | 0,3974 | 1,0448 |
| 17 | CCA61 | concha | 9,4 | 6,016 | 4,904 | 35,5 | 0,6521 | 0,9029 |
| 18 | CCA67 | osso | 7,542 | 0,682 | 0,478 | 2,1 | 0,2108 | 0,3394 |
| 19 | CCA30 | cerâmica | 10,947 | 5,66 | 1,046 | 81,5 | 0,1329 | 0,8116 |
| 20 | CCA03 | lítico | 9,004 | 7,608 | 5,095 | 573,7 | 0,6156 | 1,0375 |
| 21 | CCA39 | cerâmica | 7,707 | 7,703 | 1,073 | 57,3 | 0,1393 | 1,1284 |
| 22 | CCA53 | lítico | 3,065 | 1,812 | 1,067 | 4,3 | 0,4528 | 0,8678 |
| 23 | CCA64 | osso | 4,261 | 3,501 | 1,94 | 9,9 | 0,5023 | 1,0231 |
| 24 | CCA09 | lítico | 6,547 | 6,247 | 0,979 | 43,7 | 0,1531 | 1,1025 |
| 25 | CCA80 | concha | 5,807 | 1,63 | 1,6 | 8,1 | 0,5201 | 0,5980 |
| 26 | CCA27 | cerâmica | 12,965 | 2,576 | 1,218 | 106,2 | 0,2108 | 0,5031 |
| 27 | CCA07 | lítico | 5,663 | 5,093 | 2,506 | 96,9 | 0,4666 | 1,0704 |
| 28 | CCA72 | osso | 8,024 | 2,326 | 1,029 | 20,4 | 0,2382 | 0,6077 |
| 29 | CCA86 | osso | 5,407 | 3,876 | 0,817 | 5,7 | 0,1785 | 0,9556 |
| 30 | CCA23 | lítico | 5,685 | 2,6 | 1,8 | 32,4 | 0,4682 | 0,7633 |
| 31 | CCA70 | osso | 6,839 | 0,709 | 0,7 | 3,2 | 0,3179 | 0,3634 |
| 32 | CCA21 | lítico | 5,404 | 4,192 | 3,074 | 88,5 | 0,6459 | 0,9941 |
| 33 | CCA33 | cerâmica | 9,158 | 8,417 | 0,996 | 91,6 | 0,1134 | 1,0820 |
| 34 | CCA50 | lítico | 2,958 | 2,139 | 0,711 | 3,3 | 0,2827 | 0,9598 |
| 35 | CCA52 | lítico | 3,335 | 2,316 | 1,297 | 6,1 | 0,4667 | 0,9406 |
| 36 | CCA15 | lítico | 4,542 | 1,235 | 0,839 | 6,5 | 0,3542 | 0,5885 |
| 37 | CCA34 | cerâmica | 8,872 | 4,774 | 1,626 | 53,1 | 0,2498 | 0,8279 |
| 38 | CCA19 | lítico | 5,223 | 5,128 | 2,64 | 75,6 | 0,5101 | 1,1184 |
| 39 | CCA62 | osso | 3,001 | 2,46 | 1,558 | 6,6 | 0,5734 | 1,0219 |
| 40 | CCA79 | concha | 4,485 | 2,274 | 0,723 | 3,3 | 0,2264 | 0,8037 |

| Posição na grade | ID | Tipo | Medidas (cm) | | | Peso (gr) | Shape Factor | Esfericidade |
|--------------------|-------|----------|--------------|-------|-------|-----------|--------------|--------------|
| | | | a | b | c | | | |
| Continuação | | | | | | | | |
| 41 | CCA10 | lítico | 10,689 | 3,142 | 0,982 | 47,7 | 0,1694 | 0,6119 |
| 42 | CCA32 | cerâmica | 9,264 | 5,981 | 1,701 | 71,7 | 0,2285 | 0,9069 |
| 43 | CCA75 | osso | 4,514 | 2,723 | 1,196 | 3,6 | 0,3411 | 0,8766 |
| 44 | CCA84 | concha | 4,441 | 2,871 | 0,784 | 9 | 0,2196 | 0,9075 |
| 45 | CCA14 | lítico | 6,834 | 2,288 | 1,072 | 24,1 | 0,2711 | 0,6531 |
| 46 | CCA69 | osso | 9,083 | 0,902 | 0,598 | 4,5 | 0,2089 | 0,3557 |
| 47 | CCA60 | concha | 5,477 | 4,775 | 0,717 | 13,3 | 0,1402 | 1,0539 |
| 48 | CCA83 | concha | 3,1 | 2,435 | 0,214 | 3,2 | 0,0779 | 1,0003 |
| 49 | CCA81 | concha | 4,875 | 2,36 | 0,593 | 5,3 | 0,1748 | 0,7853 |
| 50 | CCA76 | osso | 4,33 | 1,732 | 1,221 | 7,8 | 0,4459 | 0,7138 |

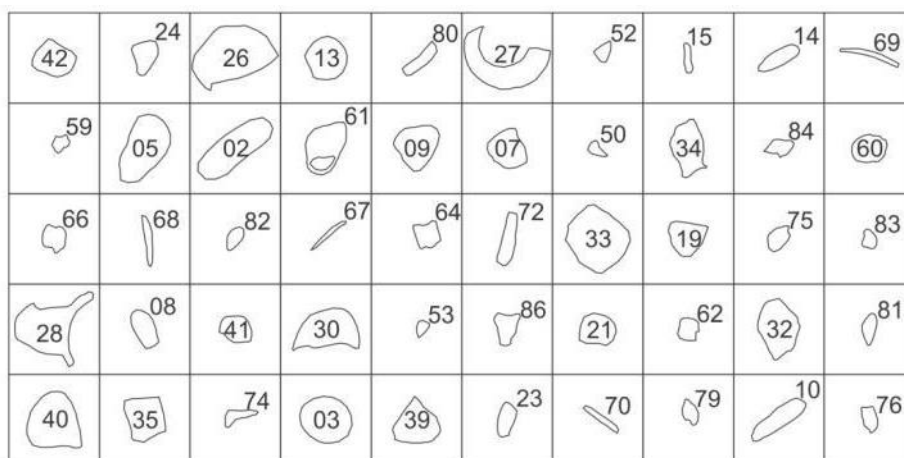


Figura 11: Imagem esquemática do gradeamento com pseudo artefatos, localizados no perfil transversal 3 da margem leste da UHE Capivari-Cachoeira.



Figura 12: Colocação da grade na margem do reservatório.



Figura 14: Distribuição dos pseudo artefatos no gradeamento as margens do reservatório.



Figura 13: Colocação dos pseudo artefatos no gradeamento.



Figura 15: Pseudo-artefatos as margens do reservatório já sem a grade de controle.

3.5 ANÁLISE DAS OCORRÊNCIAS ARQUEOLÓGICAS COM OS CAMPOS DE *FETCH*.

Como dito anteriormente o presente trabalho teve como base a dissertação de Rucirene Miguel, realizada no ano de 2000, ano em que reservatório também esteve bastante deplecionado. Durante a pesquisa desenvolvida naquele ano, foram registradas ocorrências arqueológicas e descrições da geomorfologia local. A partir das descrições das ocorrências e dos dados de energia (Apêndice 6), campo de *Fetch* e comparando com perfis de características semelhantes foi possível reavaliar tais registros.

Com o objetivo de deixar a tabela (Apêndice 7) mais simplificada foi criada uma legenda para as principais informações contidas na pesquisa de MIGUEL (2001):

Para catalogar os tipos de encostas foram adotadas as letras I, S, M, B e E, como abaixo:

I - encostas íngremes;

S - Áreas de encosta suave;

M - Áreas de encostas mistas;

B - Áreas planas baixas (fundos de vales);

E - Áreas elevadas ou ilhas (interflúvios).

Com relação às interpretações geomorfológicas locais da autora, foram estabelecidas dez descrições síntese dos tipos de processos geomorfológicos incidentes sobre os registros arqueológicos:

1 Denudação do solo provocado pela remoção da cobertura vegetal e pelo subsequente escoamento superficial difuso;

2. Impermeabilização parcial do solo, formando crosta, por ação de impacto de chuva;

3. Presença de sulcos, calhas e ravinas por efeito do escoamento superficial concentrado, preferencialmente nas porções baixas da encosta e em áreas de deposição de areia nos setores côncavos da encosta;

4. Sedimentação de argilas em áreas embaciadas e de areia em setores côncavos da encosta, ocorrendo em alguns pontos, horizontais superficiais orgânicos.

5. Sedimentação de argilas em áreas embaciadas e setores planos ou subplanos, ocorrendo em alguns pontos, amplos horizontes superficiais orgânicos;

6. Escalonamentos semi marcantes provocados por solapamentos e deposição de sedimentos, por efeito da ação de marolas;

7. Desmoronamentos e deslizamentos por ação de embate de marolas ou solapamento devido a ação antrópica;

8. Desmoronamentos na porção emersa superior da encosta, por ação de embate de marolas ou solapamento devido a ação antrópica;

9. Presença de fendas de contração por efeitos de saturação e ressecamentos de argilas em áreas embaciada rasas.

10. Migração do canal fluvial sobre sedimentação recente do reservatório; reincisão do canal em vales fechados formando barrancos em períodos de nível baixo;

Ainda durante a pesquisa MIGUEL (2001), obteve inferências de ações diretas das condicionantes ambientais sobre o registro arqueológico, sendo elas classificadas em doze classes, sendo:

- a.** Exposição do material arqueológico a processos erosivos e intempéricos; pouca movimentação lateral e vertical, com tendência a descida;
- b.** Incrustação sem movimentação de materiais, favorecendo no entanto, a exposição aos agentes intempéricos e a fragmentação;
- c.** Maior movimentação vertical e linear de artefatos para a baixa encosta, sendo maior a competência para ravinas do que sulcos ou calhas; diferenças de retrabalhamento de material arqueológico da alta para a baixa encosta;
- d.** Movimentações verticais com maior tendência a descida dos materiais; movimentos laterais no sentido das frentes de ondas, das marolas, maior visibilidade nas zonas entre degraus; tendências de deposição em faixa paralelas às curvas de nível;
- e.** Pequena migração radial e deposição nas áreas abaciadas, baixa visibilidade de materiais, áreas passíveis de preservação de estruturas;
- f.** Pequena migração radial e deposição nas áreas embaciadas; baixa visibilidade de materiais; maior movimentação em ravinas, sulcos e calhas existentes nos setores côncavos, a deposição de areais nas partes côncavas sugere migração de material para essas áreas;
- g.** Grande remobilização ou destruição de vestígios ou sítios arqueológicos situados em qualquer posição da faixa de depleção, com movimentos verticais abaixo;
- h.** Grande remobilização ou destruição de vestígios ou sítios arqueológicos situados em qualquer posição da faixa de depleção, com movimentações laterais e principalmente verticais abaixo.
- i.** Zona de grande mobilidade de destruição de vestígios.
- j.** Movimentações verticais com maior tendência a descida dos materiais; movimentos laterais no sentido das frentes de ondas, das marolas, maior visibilidade nas zonas entre degraus; tendências de deposição em faixa paralelas às curvas de nível;
- k.** Deslocamento ou remobilização de material para abaixo e acima, notadamente para cima; tendência de deposição em faixas paralelas as curvas de nível;

I. Exposição do material arqueológico a processos erosivos e intempéricos; pouca movimentação lateral e vertical, com tendência a descida.

Nas demais colunas, são descritas as informações obtidas pela modelagem dos campos de *Fetch* e os cálculos de energia para a localização, aproximada de cada ocorrência arqueológica (OC). Destaca-se que as coordenadas presentes no trabalho de MIGUEL (2001) apresentam grandes imprecisões e que as observações sobre os possíveis processos erosivos são genéricas.

4 RESULTADOS

4.1 CAMPOS DE *FETCH* E ENERGIA DE ONDAS NO RESERVATÓRIO

A partir da aplicação do Modelo ONDACAD, para o reservatório da UHE Capivari-Cachoeira foram geradas imagens que demonstram de forma gráfica os campos de *Fetch* (Figura 16 e APÊNDICE 1) e a tabela com os valores máximos de *Fetch* para cada direção. Cada imagem representa o campo de pista no qual o vento, de uma dada direção incide sobre a água. Segundo Marques (2013), o campo de *Fetch* pode representar o potencial de transferência de energia do vento para a água. A escala abaixo da imagem indica o tamanho da pista para cada pixel. Nos pontos em vermelho estão identificados os 19 perfis analisados. A escolha dos pontos partiu da busca por uma diversidade de campos de *Fetch* e pela facilidade de acesso. Sendo a área central do reservatório, com maiores campos de *Fetch* tratados de forma mais intensiva (Tabela 2).

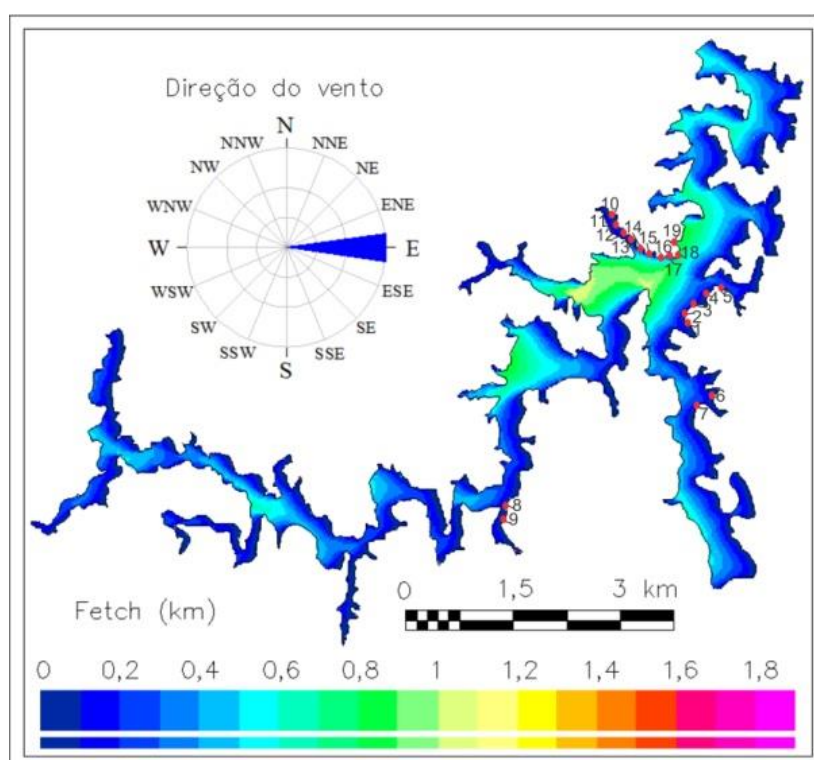


Figura 16: campo de *Fetch* para a direção E; com localização dos perfis analisados.

Tabela 2: Valores máximos de *Fetch* para o reservatório da UHE Capivari-Cachoeira

| DIREÇÃO DO VENTO | E | ENE | NE | NNE | N | NNW | NW | WNW |
|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| FETCH (m) | 1098,4 | 1118,0 | 1185,6 | 1227,6 | 1211,1 | 1138,8 | 1057,0 | 1282,5 |
| DIREÇÃO DO VENTO | W | WSW | SW | SSW | S | SSE | SE | ESE |
| FETCH (m) | 1290,8 | 1298,9 | 1270,6 | 1158,4 | 1183,7 | 1058,4 | 1222,7 | 1221,4 |

4.2 EROÇÃO NOS PERFIS TRANSVERSAIS.

Foram levantados dezenove perfis transversais em diferentes compartimentos do reservatório (Figura 5). O método de análise topográfica, descrito no tópico 3.3, foi aplicado a todos os perfis transversais. A Figura 17 mostra quatro perfis representativos do reservatório.

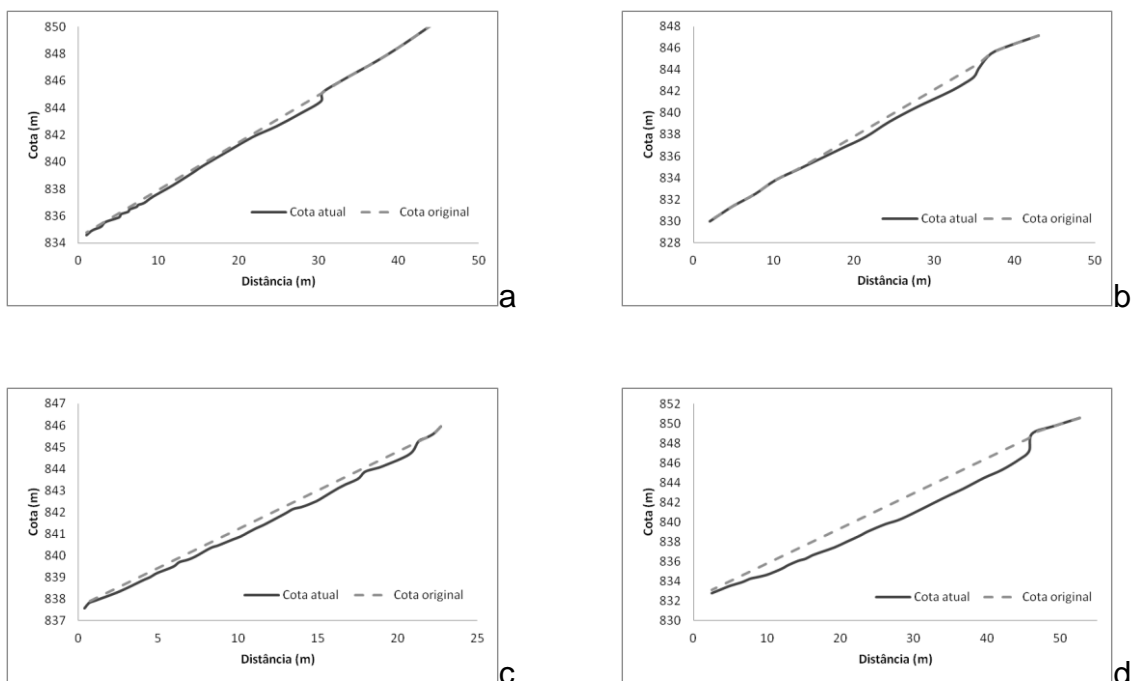


Figura 17: Perfil transversais – a) perfil 3 representativo da margem leste do reservatório, e local do gradeamento arqueológico; b) perfil14, representativo da margem oeste do reservatório; c) perfil 7, representativo de um compartimento mais protegido do reservatório; d) perfil 17, representativo da margem oeste do reservatório com valores mais elevados de *Fetch*.

Os resultados detalhados constam do Apêndice 2. A Tabela 3 mostra o volume total erodido em cada perfil e os valores relativos de erosão por faixa de cota ao longo do perfil transversal.

4.3 PERMANÊNCIA ESPECÍFICA DO NÍVEL E EROÇÃO LOCAL

Os volumes unitários por faixa de cota foram avaliados frente à permanência específica do nível do reservatório. A influência da presença do nível do reservatório sobre o volume erodido em escala local, apresentou correlação entre 37% e 92% (Figura 18 e apêndice 3). Quando analisados conjuntamente, observa-se que a erosão local dos perfis transversais é 64% explicada pela permanência específica do nível (Figura 19).

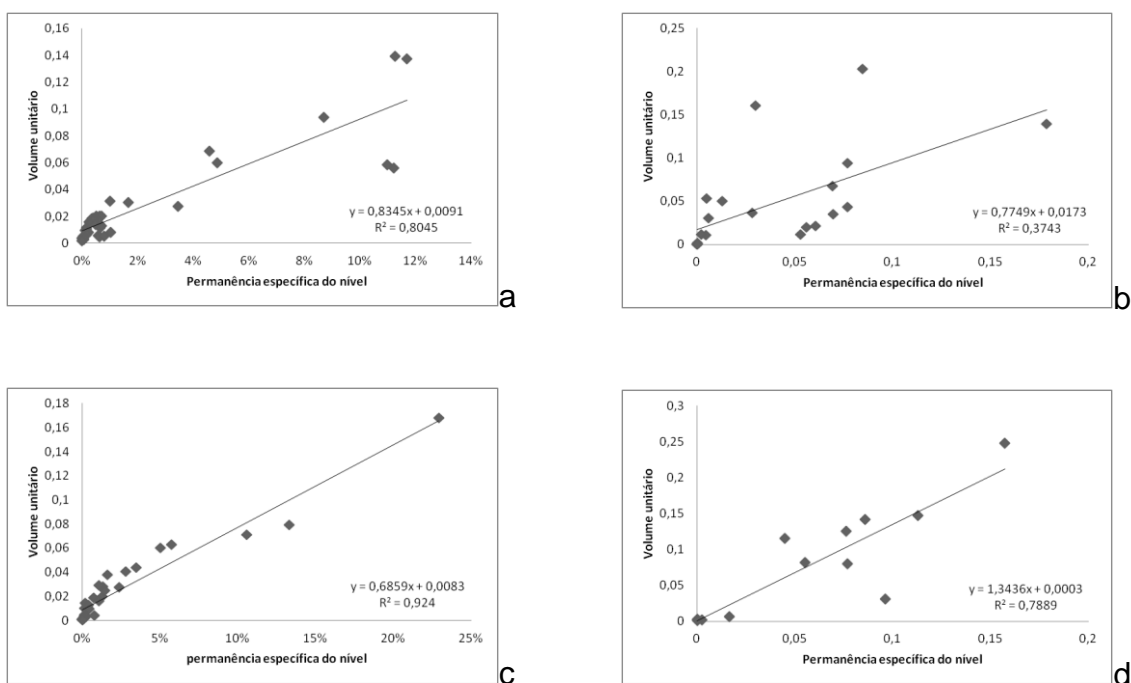


Figura 18: Análise de correlação entre o volume unitário e a permanência específica para alguns perfis transversais – a) perfil 3; b) perfil 15; c) perfil 7; d) perfil 14.

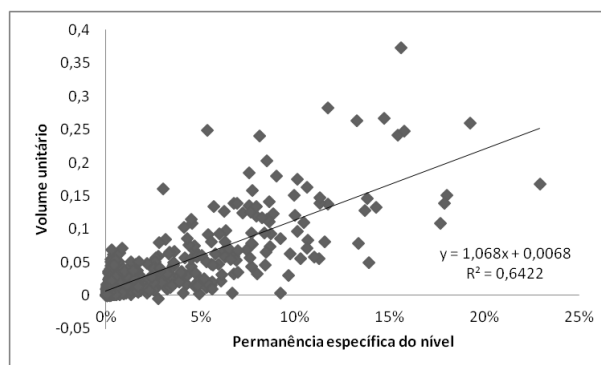


Figura 19: Relação da curva de permanência das cotas com o volume erodido para todos os perfis levantados.

4.4 CORRELAÇÃO COM A ENERGIA DA ONDA (EROSÃO ESPACIAL)

Como uma forma de mensurar o papel das ondas nos volumes erodidos foi testada relações diretas, como a multiplicação do *Fetch* pela frequência e intensidades dos ventos (Figura 20), mas esse tipo de correlação não teria uma justificativa física para representar os processos de erosão por onda.

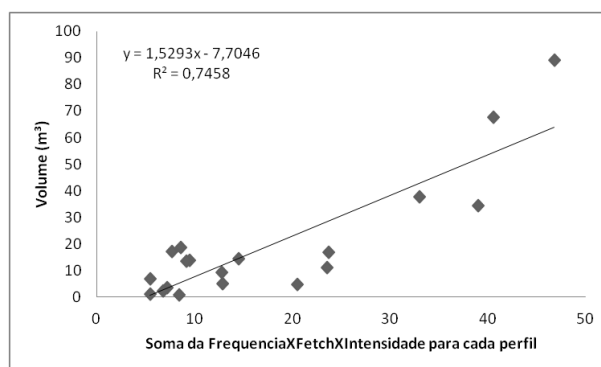


Figura 20: Gráfico de correlação entre a soma dos coeficientes (frequência X *Fetch* X intensidade) para cada perfil.

Sendo assim, foi adota a fórmula de energia que leva em consideração a viscosidade da água, a força de gravidade, o *Fetch* e a velocidade do vento. Desta forma foram gerados gráficos de correlação de energia de onda para uma direção de vento e o volume erodido do perfil (Figura 76 a Figura 91). Logicamente os gráficos que apresentaram melhor correlação foram daquelas direções que afetam de forma mais acentuada os perfis com maior volume erodido (perfil 17 e 18); dentre as dezesseis direções analisadas a com melhor correlação foi a SSW com um R^2 igual a 0,7399 (Figura 21).

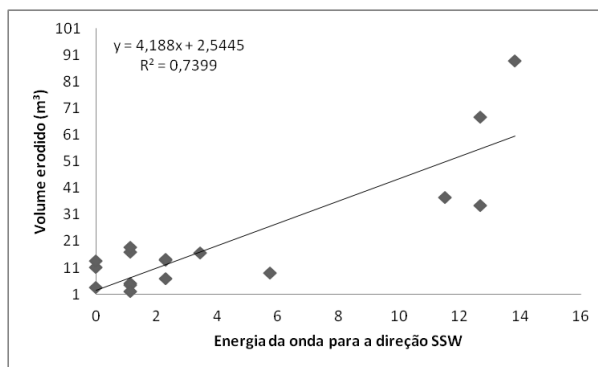


Figura 21: Gráfico de correlação entre o volume erodido pela energia de onda para a direção SSW.

Buscando incluir a influência da frequência do vento nas análises, esta foi ponderada no somatório das energias. Ou seja, o valor de energia de cada direção foi multiplicado pela frequência do vento na dada direção, e a soma de todas as direções foram correlacionadas aos volumes erodidos nos perfis (Figura 22). O resultado mostra que a energia da onda, ponderada pela frequência do vento em todas as direções, explica pouco mais de 66% do processo erosivo das margens nos locais analisados (Tabela 4 e Tabela 5).

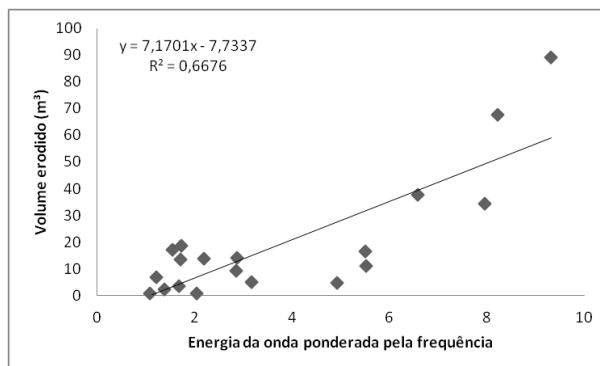


Figura 22: Gráfico de correlação entre o volume erodido e a soma das energias de onda ponderada pela frequência das direções.

Estes resultados de energia da onda ponderada pela frequência do vento em todas as direções (Figura 22) mostram ainda que valores de energia de onda inferiores a uma unidade não geram erosão representativa na margem. Por outro lado, valores energia de onda superior a cinco parecem estabelecer um patamar a partir do qual a correção com o volume erodido fica melhor definida.

Tabela 4: Síntese os dados dos perfis com informações de *Fetch* e volume.

| FETCH | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|--------|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| Direção | Volume | E | ENE | NE | NNE | N | NNW | NW | WNW | W | WSW | SW | SSW | S | SSE | SE | ESE |
| Frequência (%) | | 9 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 | 1 | 4 | 5 | 4 | 4 | 5 | 10 | 15 | 15 |
| Intensidade (m/s) | | 6 | 4 | 4 | 6 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| Perfil 1 | 5,07 | 0 | 100 | 0 | 0 | 400 | 1000 | 800 | 500 | 500 | 200 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 | 0 |
| Perfil 2 | 16,66 | 0 | 200 | 700 | 1100 | 1100 | 1100 | 900 | 800 | 700 | 500 | 500 | 300 | 200 | 0 | 0 | 0 |
| Perfil 3 | 11,1 | 0 | 300 | 700 | 1000 | 1000 | 1100 | 1000 | 900 | 900 | 600 | 500 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Perfil 4 | 4,63 | 0 | 200 | 200 | 500 | 600 | 700 | 1100 | 1000 | 1000 | 800 | 600 | 100 | 100 | 0 | 0 | 0 |
| Perfil 5 | 3,52 | 0 | 100 | 100 | 200 | 100 | 200 | 500 | 400 | 200 | 300 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| Perfil 6 | 0,76 | 0 | 100 | 0 | 0 | 200 | 300 | 500 | 400 | 500 | 300 | 200 | 200 | 100 | 0 | 0 | 0 |
| Perfil 7 | 9,15 | 0 | 200 | 300 | 400 | 500 | 500 | 500 | 300 | 200 | 200 | 300 | 500 | 500 | 0 | 0 | 0 |
| Perfil 8 | 13,77 | 0 | 0 | 300 | 500 | 400 | 400 | 300 | 300 | 300 | 300 | 100 | 200 | 100 | 0 | 0 | 0 |
| Perfil 9 | 6,84 | 0 | 0 | 300 | 300 | 300 | 200 | 200 | 100 | 100 | 100 | 100 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Perfil 10 | 0,89 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 200 | 200 | 100 | 100 |
| Perfil 11 | 2,18 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 200 | 100 | 100 | 100 | 100 | 200 | 200 | 200 | 100 |
| Perfil 12 | 17,02 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 200 | 100 | 100 | 100 | 100 | 200 | 200 | 200 | 200 |
| Perfil 13 | 18,7 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 200 | 100 | 100 | 100 | 100 | 200 | 200 | 300 | 200 |
| Perfil 14 | 14,25 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 200 | 200 | 100 | 200 | 200 | 300 | 400 | 300 | 600 |
| Perfil 15 | 37,65 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 100 | 200 | 400 | 400 | 700 | 1000 | 900 | 1000 | 1000 | 700 |
| Perfil 16 | 34,35 | 400 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 100 | 300 | 700 | 1000 | 1100 | 1100 | 1000 | 1000 | 1000 | 700 |
| Perfil 17 | 67,69 | 500 | 100 | 100 | 0 | 0 | 100 | 0 | 500 | 700 | 1000 | 1100 | 1100 | 1000 | 1000 | 1000 | 800 |
| Perfil 18 | 89,04 | 800 | 900 | 900 | 900 | 200 | 100 | 0 | 400 | 800 | 1100 | 1200 | 1200 | 1000 | 1000 | 800 | 700 |
| Perfil 19 | 13,5 | 400 | 200 | 200 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 200 | 200 | 300 |

Tabela 5: Síntese os dados dos perfis com informações de energia e energia ponderada pela frequência.

| Energia | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|--------------------------------------|
| Direção | E | ENE | NE | NNE | N | NNW | NW | WNW | W | WSW | SW | SSW | S | SSE | SE | ESE | Energia ponderada pela frequência |
| Frequência (%) | 9 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 | 1 | 4 | 5 | 4 | 4 | 5 | 10 | 15 | 15 | |
| Perfil 1 | 0 | 0,512 | 0 | 0 | 8,192 | 20,48 | 16,384 | 10,24 | 10,24 | 4,096 | 1,152 | 1,152 | 1,152 | 1,152 | 0 | 0 | 3,17824 |
| Perfil 2 | 0 | 1,024 | 3,584 | 12,672 | 22,528 | 22,528 | 18,432 | 16,384 | 14,336 | 10,24 | 5,76 | 3,456 | 2,304 | 0 | 0 | 0 | 5,5104 |
| Perfil 3 | 0 | 1,536 | 3,584 | 11,52 | 20,48 | 22,528 | 20,48 | 18,432 | 18,432 | 12,288 | 5,76 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5,53216 |
| Perfil 4 | 0 | 1,024 | 1,024 | 5,76 | 12,288 | 14,336 | 22,528 | 20,48 | 20,48 | 16,384 | 6,912 | 1,152 | 1,152 | 0 | 0 | 0 | 4,93824 |
| Perfil 5 | 0 | 0,512 | 0,512 | 2,304 | 2,048 | 4,096 | 10,24 | 8,192 | 4,096 | 6,144 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,152 | 1,68576 |
| Perfil 6 | 0 | 0,512 | 0 | 0 | 4,096 | 6,144 | 10,24 | 8,192 | 10,24 | 6,144 | 2,304 | 2,304 | 1,152 | 0 | 0 | 0 | 2,04928 |
| Perfil 7 | 0 | 1,024 | 1,536 | 4,608 | 10,24 | 10,24 | 10,24 | 6,144 | 4,096 | 4,096 | 3,456 | 5,76 | 5,76 | 0 | 0 | 0 | 2,86336 |
| Perfil 8 | 0 | 0 | 1,536 | 5,76 | 8,192 | 8,192 | 6,144 | 6,144 | 6,144 | 6,144 | 1,152 | 2,304 | 1,152 | 0 | 0 | 0 | 2,20416 |
| Perfil 9 | 0 | 0 | 1,536 | 3,456 | 6,144 | 4,096 | 4,096 | 2,048 | 2,048 | 2,048 | 1,152 | 2,304 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,23264 |
| Perfil 10 | 1,152 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,048 | 2,048 | 2,048 | 1,152 | 1,152 | 2,304 | 2,304 | 1,152 | 1,152 | 1,09184 |
| Perfil 11 | 1,152 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,048 | 4,096 | 2,048 | 2,048 | 1,152 | 1,152 | 2,304 | 2,304 | 2,304 | 1,152 | 1,38752 |
| Perfil 12 | 1,152 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,048 | 4,096 | 2,048 | 2,048 | 1,152 | 1,152 | 2,304 | 2,304 | 2,304 | 2,304 | 1,56032 |
| Perfil 13 | 1,152 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,048 | 4,096 | 2,048 | 2,048 | 1,152 | 1,152 | 2,304 | 2,304 | 3,456 | 2,304 | 1,73312 |
| Perfil 14 | 1,152 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,048 | 4,096 | 4,096 | 2,048 | 2,304 | 2,304 | 3,456 | 4,608 | 3,456 | 6,912 | 2,8864 |
| Perfil 15 | 2,304 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,048 | 2,048 | 4,096 | 8,192 | 8,192 | 8,064 | 11,52 | 10,368 | 11,52 | 11,52 | 8,064 | 6,58176 |
| Perfil 16 | 4,608 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,048 | 2,048 | 6,144 | 14,336 | 20,48 | 12,672 | 12,672 | 11,52 | 11,52 | 11,52 | 8,064 | 7,95776 |
| Perfil 17 | 5,76 | 0,512 | 0,512 | 0 | 0 | 2,048 | 0 | 10,24 | 14,336 | 20,48 | 12,672 | 12,672 | 11,52 | 11,52 | 11,52 | 9,216 | 8,21888 |
| Perfil 18 | 9,216 | 4,608 | 4,608 | 10,368 | 4,096 | 2,048 | 0 | 8,192 | 16,384 | 22,528 | 13,824 | 13,824 | 11,52 | 11,52 | 9,216 | 8,064 | 9,3184 |
| Perfil 19 | 4,608 | 1,024 | 1,024 | 2,304 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,304 | 2,304 | 3,456 | 1,71648 |

4.5 EXPERIMENTO COM PSEUDO-ARTEFATOS

No histórico de operação do reservatório a cota em que o gradeamento foi instalado, permanece 73% do tempo submersa, o que indica que em momentos futuros será possível a avaliação do experimento em novas circunstâncias de influência do reservatório.

No perfil em que o gradeamento foi instalado, foi obtido historicamente um volume erodido total de 11,10 m³, sendo que para a cota 840m, onde localiza-se o experimento, concentra-se 5,8% do volume total erodido do perfil.

No entanto, desde a instalação do gradeamento em 13 de junho de 2014, o experimento com artefatos permaneceu submerso apenas nos primeiros três dias, ficando o restante do período sem influência direta do nível do reservatório, o qual encontra-se em patamar inferior (cota 828m). Ou seja, a movimentação observada dos artefatos resulta de um período muito curto com influência direta do reservatório, que apesar do potencial erosivo local, pode ser decorrente de outros fatores.

No levantamento realizado no dia 26 de agosto de 2014 a maior parte dos materiais havia sido movimentada, sendo que alguns artefatos não encontrados, com localização indisponível (Figura 23 e Figura 24 e APÊNDICE 5).

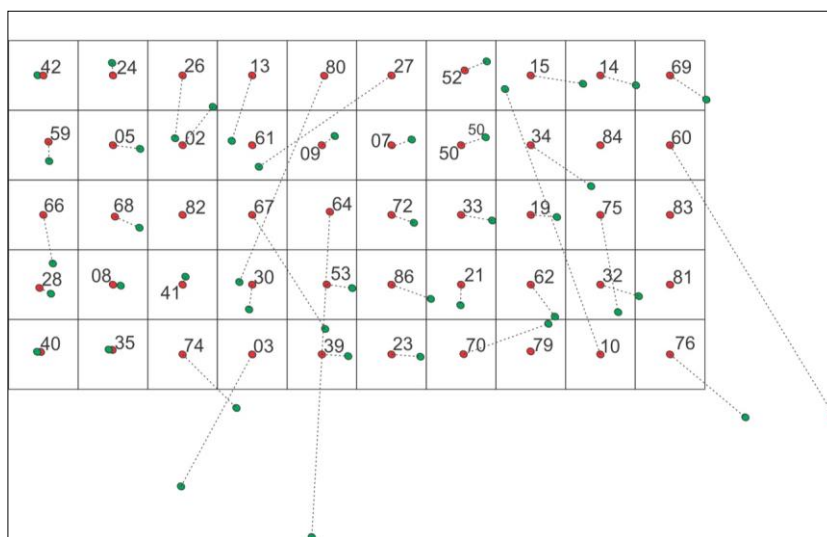

























Figura 23: Imagem esquemática do gradeamento com pseudo artefatos localizados na Seção A da UHE Capivari-Cachoeira no dia 26 de agosto de 2014. Os pontos vermelhos são a localização inicial do material e os pontos verdes os identificados nesta data.



Figura 24: Imagem dos pseudo artefatos na Seção A da UHE Capivari-Cachoeira, no dia 26 de agosto de 2014.

Tabela 6: Movimentação dos pseudo artefatos no gradeamento da Seção A da UHE Capivari-Cachoeira.

| Posição na grade | ID | Tipo | Medidas (cm) | | | Peso (gr) | Movimento | Direção do Movimento |
|------------------|-------|----------|--------------|--------|-------|-----------|---------------|----------------------|
| | | | a | b | c | | | |
| 1 | CCA42 | lítico | 5,672 | 4,899 | 2,064 | 52,3 | Sem movimento | |
| 2 | CCA59 | vidro | 2,784 | 2,31 | 0,915 | 6,4 | 4,85cm | ↓ |
| 3 | CCA66 | osso | 4,152 | 3,224 | 1,898 | 9,8 | 12,46cm | ↓ |
| 4 | CCA28 | cerâmica | 11,362 | 9,513 | 1,283 | 133,7 | 3,23cm | ↘ |
| 5 | CCA40 | lítico | 10,761 | 9,193 | 3,745 | 326,7 | Sem movimento | |
| 6 | CCA24 | cerâmica | 4,652 | 3,263 | 1,254 | 16,5 | 2cm | ↓ |
| 7 | CCA05 | lítico | 10,915 | 6,325 | 3,708 | 346,3 | 6,9cm | → |
| 8 | CCA68 | osso | 8,433 | 1,039 | 0,855 | 6,5 | 6,77cm | ↘ |
| 9 | CCA08 | lítico | 6,348 | 3,362 | 1,74 | 38,4 | Sem movimento | |
| 10 | CCA35 | cerâmica | 8,696 | 8,126 | 1,196 | 63,6 | Sem movimento | |
| 11 | CCA74 | osso | 5,163 | 3,302 | 1,061 | 8,8 | 19,13cm | ↘ |
| 12 | CCA41 | lítico | 5,728 | 4,175 | 0,711 | 19,9 | Sem movimento | |
| 13 | CCA82 | concha | 4,33 | 2,103 | 0,677 | 4,6 | X | |
| 14 | CCA02 | Lítico | 14,835 | 5,505 | 3,621 | 428,4 | 12,31cm | ↗ |
| 15 | CCA26 | cerâmica | 12,868 | 10,874 | 1,09 | 178,6 | 15,93cm | ↓ |
| 16 | CCA13 | Lítico | 6,755 | 5,788 | 2,485 | 141,5 | 17,27cm | ↙ |
| 17 | CCA61 | concha | 9,4 | 6,016 | 4,904 | 35,5 | X | |
| 18 | CCA67 | Osso | 7,542 | 0,682 | 0,478 | 2,1 | 34,09cm | ↘ |
| 19 | CCA30 | cerâmica | 10,947 | 5,66 | 1,046 | 81,5 | 6,28cm | ↓ |
| 20 | CCA03 | Lítico | 9,004 | 7,608 | 5,095 | 573,7 | 37,78cm | ↙ |
| 21 | CCA39 | cerâmica | 7,707 | 7,703 | 1,073 | 57,3 | 6,65cm | → |
| 22 | CCA53 | Lítico | 3,065 | 1,812 | 1,067 | 4,3 | 6,47cm | → |
| 23 | CCA64 | osso | 4,261 | 3,501 | 1,94 | 9,9 | 82,03cm | ↓ |

| Posição na grade | ID | Tipo | Medidas (cm) | | | Peso (gr) | Movimento | Direção do Movimento |
|------------------|-------|----------|--------------|-------|-------|-----------|-----------|---|
| | | | a | b | c | | | |
| | | | | | | | | Continuação |
| 24 | CCA09 | lítico | 6,547 | 6,247 | 0,979 | 43,7 | 3,98cm |  |
| 25 | CCA80 | concha | 5,807 | 1,63 | 1,6 | 8,1 | 56,19cm |  |
| 26 | CCA27 | cerâmica | 12,965 | 2,576 | 1,218 | 106,2 | 40,59cm |  |
| 27 | CCA07 | lítico | 5,663 | 5,093 | 2,506 | 96,9 | 5,51cm |  |
| 28 | CCA72 | osso | 8,024 | 2,326 | 1,029 | 20,4 | 5,9cm |  |
| 29 | CCA86 | osso | 5,407 | 3,876 | 0,817 | 5,7 | 10,54cm |  |
| 30 | CCA23 | lítico | 5,685 | 2,6 | 1,8 | 32,4 | 7,3cm |  |
| 31 | CCA70 | osso | 6,839 | 0,709 | 0,7 | 3,2 | 22,7cm |  |
| 32 | CCA21 | lítico | 5,404 | 4,192 | 3,074 | 88,5 | 5,16cm |  |
| 33 | CCA33 | cerâmica | 9,158 | 8,417 | 0,996 | 91,6 | 7,9cm |  |
| 34 | CCA50 | lítico | 2,958 | 2,139 | 0,711 | 3,3 | 6,5cm |  |
| 35 | CCA52 | lítico | 3,335 | 2,316 | 1,297 | 6,1 | 5,9cm |  |
| 36 | CCA15 | lítico | 4,542 | 1,235 | 0,839 | 6,5 | 13,34cm |  |
| 37 | CCA34 | cerâmica | 8,872 | 4,774 | 1,626 | 53,1 | 18,38cm |  |
| 38 | CCA19 | lítico | 5,223 | 5,128 | 2,64 | 75,6 | 6,6cm |  |
| 39 | CCA62 | osso | 3,001 | 2,46 | 1,558 | 6,6 | 10,08cm |  |
| 40 | CCA79 | concha | 4,485 | 2,274 | 0,723 | 3,3 | X | |
| 41 | CCA10 | lítico | 10,689 | 3,142 | 0,982 | 47,7 | 71cm |  |
| 42 | CCA32 | cerâmica | 9,264 | 5,981 | 1,701 | 71,7 | 10,1cm |  |
| 43 | CCA75 | osso | 4,514 | 2,723 | 1,196 | 3,6 | 24,88cm |  |
| 44 | CCA84 | concha | 4,441 | 2,871 | 0,784 | 9 | X | |
| 45 | CCA14 | lítico | 6,834 | 2,288 | 1,072 | 24,1 | 9,30 |  |
| 46 | CCA69 | osso | 9,083 | 0,902 | 0,598 | 4,5 | 11cm |  |
| 47 | CCA60 | concha | 5,477 | 4,775 | 0,717 | 13,3 | 79,48cm |  |
| 48 | CCA83 | concha | 3,1 | 2,435 | 0,214 | 3,2 | X | |
| 49 | CCA81 | concha | 4,875 | 2,36 | 0,593 | 5,3 | X | |
| 50 | CCA76 | osso | 4,33 | 1,732 | 1,221 | 7,8 | 24,74cm |  |

4.6 ANÁLISES DAS OCORRÊNCIAS ARQUEOLÓGICAS COM OS CAMPOS DE FETCH.

Na ocasião do levantamento realizado por Rucirene Miguel no ano de 2000, inúmeros impactos aos registros arqueológicos foram identificados. Considerando não apenas sua posição na vertente, bem como na morfologia

de contorno do lago, ou seja, margens côncavas e convexas. A descrição dos impactos, especialmente erosivos foi realizada considerando aspectos locais das ocorrências arqueológicas, como formações de sulcos, ravinas e concreções. Inferências entre a ação direta do reservatório são resultados da presente pesquisa, cuja correlação entre os dados dos modelos de *Fetch* e erosivos deram as bases para a compreensão das caracterizações realizadas por Miguel (2000).

Partindo da forma de organização da autora, foram mantidos os registros arqueológicos identificados na ocasião, bem como a padronização dos códigos por ela utilizado. As análises foram acrescidas a tabela com descrições dos dados de onda e erosão, bem como observações sobre os possíveis processos envolvidos e sua relação com a morfologia do reservatório (Apêndice 7).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos pela presente pesquisa demonstram que os processos associados à variação do nível da água na faixa de depleção de reservatórios hidrelétricos possuem elevado potencial de destruição e descaracterização de registros arqueológicos. Seja pelos processos erosivos que retiram camadas de material, com informações dos contextos arqueológicos, seja pelo próprio deslocamento de artefatos arqueológicos. Assim, estudos que estabeleçam modelos preditivos de impacto de empreendimentos deste tipo aos registros arqueológicos se fazem de extrema importância e são um relevante campo de pesquisa para a Geoarqueologia brasileira.

O uso do conceito de campo de *Fetch* para a compreensão de processos que envolvam ondas de corpos interiores, como reservatórios hidrelétricos, foi de grande utilidade neste trabalho. A facilidade de acesso deste tipo de informação, em que um parâmetro físico da onda, que não necessita a utilização de equipamentos sofisticados ou monitoramento, a usuários não especializados em processos hidrodinâmicos por trás das ondas, possibilitará o avanço de pesquisas em outras áreas, em especial aqui tratadas a geografia e a arqueologia. A compreensão do papel dos processos desencadeados pela formação de ondas e sua quantificação, ainda que parcial, pode auxiliar estudos em outras áreas.

A método proposto para determinação de volumes erodidos nas margens a partir de levantamento topográfico atual e a da recomposição da topográfica original em perfis transversais representativos é outro aspecto que merece destaque. Principalmente pela possibilidade de aquisição de dados em curto espaço de tempo, para os casos de indisponibilidade de monitoramento e/ou falta de informações pretéritas em escala adequada.

Stroosnijder (2005) ao analisar as técnicas atualmente adotadas e as dificuldades encontradas em campo na mensuração de processos erosivos, evidência as dificuldades de realizar medições com frequência e acurácia suficientes para caracterizar tais processos, além da complexidade destes métodos. Neste sentido, o método proposto possibilitou uma estimativa de

longo período e de fácil aplicação, que possibilita a investigação do processo de erosão em margens de reservatórios, com levantamentos topográficos que podem ser realizados com poucas visitas a campo em ocasiões com nível de água excepcionalmente baixo.

Não obstante a importância da temática de erosão em margens de reservatórios observa-se um grande número de trabalhos ligados à potencialidade de erosão, numa abordagem muito mais qualitativa do que quantitativa da questão (FERNANDEZ e FULFARO, 2000; GIBERTONI *et al*, 2011; RAMOS *et al.*, 2012; HERNÁNDEZ, 2014).

Com relação a distribuição dos volumes erodidos ao longo do perfil, denominada aqui de erosão local, os resultados indicam que a variação da permanência do nível do reservatório explica 64% da distribuição do volume erodido ao longo do perfil transversal. Ou seja, os resultados demonstram haver relação direta entre o tempo sobre influência do nível do reservatório e a localização dos processos erosivos nas margens ao longo do perfil transversal.

Os resultados obtidos pela avaliação dos volumes erodidos e dos campos de *Fetch*, evidenciam a importância no processo dos ventos predominantes, ou seja, de maior frequência. Mesmo em condições semelhantes de campos de *Fetch* médio e declividade da encosta, perfis transversais sob influência dos ventos dominantes, altas intensidades, tiveram valores menores de volume erodido, quando comparados com perfis transversais da margem oeste, sob efeito de ventos predominantes.

Buscando avaliar de forma objetiva a variação espacial dos volumes erodidos nas margens ao longo do reservatório, os mesmos foram comparados com a energia das ondas. O resultado mostra que a energia da onda, ponderada pela frequência do vento em todas as direções, explica pouco mais de 66% do processo erosivo das margens nos locais analisados. Mostra-se, portanto, uma ferramenta com grande potencial para avaliação da distribuição espacial dos processos erosivos em margens de reservatórios.

A experimentação com o gradeamento e pseudo-artefatos, ainda sem relatos de aplicação em pesquisas brasileiras, foi importante para demonstrar a variação ocorrida em registros arqueológicos localizados nas margens. Não obstante ao fato dos materiais estarem dispostos fora da matriz, o que facilitaria possíveis movimentações, não ocorreram apenas deslocamentos

verticais para cotas mais baixas devido a declividade das encostas (como seria o previsto para materiais líticos, por exemplo), o que evidencia a ação da água no reposicionamento do material. Por sua vez, materiais de baixa densidade, como ossos e conchas, sofrem retrabalhamento e perdas consideráveis por fluabilidade.

A confirmação de movimentos contrários à força da gravidade (principalmente para os líticos e cerâmicos), e o deslocamento lateral foram importante elemento de confirmação de alteração do registro arqueológico em sítios as margens de lagos e reservatórios. Outros fatores são os próprios processos erosivos que tendem a desestruturar a matriz pedológica e sedimentar dos sítios arqueológicos, promovendo descaracterização diferencial do potencial informativo desses registros ao longo da faixa de depleção. Uma das motivações iniciais da presente pesquisa foi a confirmação e comparação dos resultados encontrados com a pesquisa desenvolvida por Miguel (2000).

Os resultados da presente pesquisa evidenciam a necessidade de estudar com mais detalhe os sítios arqueológicos presentes nas futuras faixas de deplecionamento de reservatórios a serem instalados. Por serem áreas mais críticas, as faixas previstas de depleção devem ser objeto de mitigação específica por parte da arqueologia, e em especial, nas áreas que serão atingidas por campos de *Fetch* mais significativos. Para os casos de reservatórios já licenciados ou sem estudos prévios, as faixas de depleção ainda reservam grande potencial arqueológico sendo, porém necessário, avaliar o grau de integridade e modificação dos registros e, para sítios enterrados, estimativa do volume de matriz sedimentar-arqueológica erodida.

6. RECOMENDAÇÕES

Estudos mais detalhados das feições erosivas nas margens de reservatórios podem auxiliar na geração de coeficientes de correlação entre mapas de *Fetch*, tipo de solo, forma da margem e volume erodido, gerando assim dados ambientais de fundamental importância para estudos e processos de gestão.

As análises fundamentadas nos campos de *Fetch* demonstraram representar a variabilidade de intensidades dos impactos por ondas nas margens do reservatório. Este tipo de análise poderia, assim, ser aplicada a outros reservatórios, e auxiliar na compreensão dos processos de perda de solo nas margens, bem como impacto em sítios arqueológicos ali identificados.

Com a diminuição do nível de inúmeros reservatórios, em especial nas regiões sul e sudeste do Brasil, estudos desta natureza mostram-se de fundamental relevância. Bem como para o cumprimento da portaria nº 230 do IPHAN, que prevê o monitoramento de faixas de depleção em momentos de queda dos níveis da água.

Apesar dos avanços de utilizar a Geoarqueologia em estudos de impacto de reservatórios em sítios arqueológicos na faixa de depleção, a presente pesquisa ainda necessita de melhorias, principalmente com relação ao método de identificação do volume erodido. De qualquer forma o fato do mesmo método ter sido aplicado em diferentes setores do reservatório e as correlações darem significativas, faz deste um trabalho único, até o momento, e possibilita que novos estudos sejam feitos em ambientes semelhantes.

7. REFERÊNCIAS

ARAUJO, Astolfo Gomes de Mello. **As geociências e suas implicações em teoria e métodos arqueológicos.** Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia, São Paulo, suplemento 3, p. 35-45, 1999.

BINFORD, L. **Behavioral Archaeology and the Pompeii Premise.** Journal of Anthropological Research, 37: 195-208, 1981.

BINFORD, L. **Organization and Formations process: looking curated technologies.** In: L.R. Binford. Working at archaeology. New York, Academic Press, p. 269-286, 1983.

BINFORD, L. **Willow smoke and dog's tails: hunter-gatherer settlement system and archaeological site formation.** American Antiquity, V.45(1): 4-25, 1980.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.** Presidência da República. Casa Civil. Brasília. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/ConstituicaoCompilado.htm>. Acesso em Setembro de 2012.

BRASIL. **Lei 9433/1997.** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm>. Acesso em: 15 de novembro de 2009.

BRASIL. **Lei Federal 3.924, de 26 de julho de 1961.** Dispõe sobre os monumentos arqueológicos e pré-históricos. Presidência da República. Brasília. 1961. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1950-1969/L3924.htm>. Acesso em Setembro de 2012.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente - **Resolução CONAMA n.º 001, de 23 de janeiro de 1986.** Brasília. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1986/resolucao/001.htm>.

[//www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html](http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html)>. Acesso em Setembro de 2012.

BROWN, E.A., WU, C.H., MICKELSON, D.M., AND EDIL, T.B.. **Factors controlling rates of bluff recession at two sites on Lake Michigan**. Journal of Great Lakes Research 31, 306-321, 2005.

CARVALHO, G. F. et al. **Avaliação da concentração de metano no reservatório de Capivari**. XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Campo Grande – MS. 2009

DE BLASIS, P. A. D. **Bairro da Serra em três tempos arqueológicos, uso do espaço regional e continuidade cultural do médio vale do Ribeira**. Tese. USP. Apud MIGUEL, Rucirene. Estudos de Processos Erosivos-Acumulativos em Ocorrências Arqueológicas Impactadas por Reservatórios: UHE Capivari-Cachoeira. Tese. Universidade de São Paulo – USP. 2001.

ELÇI, Ş.; WORK, P. A.; HAYTER, E. J. **Influence of stratification and shoreline erosion on reservoir sedimentation patterns**. Journal of Hydraulic Engineering 133, no. 3, p. 255-266,(2007).

FENDRICH, Roberto. **Ondas em reservatórios**. Curitiba 1993.

FERNANDEZ, O. V. Q.; FULFARO V. J. **Rates and processes of bank erosion, Itaipu reservoir, Paraguay-Brasil border, South America**. 5th INTERNACIONAL SYMPOSIUM ON ENVIRONMENTAL GEOTECHNOLOGY AND GLOBAL SUSTAINABLE DEVELOPMENT. Belo Horizonte – MG. 2000.

GATTO, L. W. ;DOE III, W. W. **Bank conditions and erosion along selected reservoirs**." Environmental Geology and Water Sciences 9, no. 3, p. 143-154, 1987:

GATTO, L. W. **Techniques for measuring reservoir bank erosion**. Special Report 88-3, February, 1988.

GEOMORPHIC SOLUTIONS. **Modelling bluff erosion in the upper great lakes: model description**, 2011. Disponível em: <http://www.iugls.org/DocStore/ProjectArchive/CZN_CoastalZone/CZN08_ErosionImpactAnalysis/Reports/CZN08-R10_GeomorphicSolutions_BluffErosionModel.pdf>

GIBERTONI, R. F. C; et al. **Avaliação da estabilidade de bordas de reservatório**. XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Maceió – AL, 2011. Disponível em <http://www.abrh.org.br/sgcv3/UserFiles/Sumarios/5fcd110af5ffc3a0918ea9eb9ef066e1_f37bd4f91b09f3881866218eb898ee89.pdf>

HERNÁNDEZ, Jorge E. I. **Avaliação da fragilidade à erosão das margens do reservatório de Ilha Solteira – SP, utilizando as geotecnologias como ferramentas de análise ambiental**. Dissertação, UNESP – Rio Claro – SP, 2014.

HORTON, R.E. **Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology**. Geological Society of America Bulletin, v. 56, 1945, p. 807-813

IPHAN – INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL. **Portaria nº 28 de 31 de janeiro de 2003**. Disponível em: <<http://portal.iphan.gov.br/portal/baixaFcdAnexo.do?id=329>>

IPHAN – INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL. **Portaria nº 230 de 17 de dezembro de 2002**. Disponível em: <<http://portal.iphan.gov.br/baixaFcdAnexo.do?id=337>>

JÚNIOR, DAURY de Paula. **O MINISTÉRIO PÚBLICO E A PROTEÇÃO DO PATRIMÔNIO ARQUEOLÓGICO**. Disponível em <http://www.mp.sp.gov.br/portal/page/portal/cao_urbanismo_e_meio_ambiente/biblioteca_virtual/bv_teses_congressos/O%20Minist%C3%A9rio%20P%C3%BAblico%20e%20a%20prote%C3%A7%C3%A3o%20do%20patrim%C3%B4nio%20arq.htm> Acesso em outubro de 2012.

LACTEC – Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento. **Atlas do Potencial Eólico do Paraná**. Curitiba, 2007

MARQUES, Marcelo, *et al.* **Estudo comparativo da distribuição do *Fetch* em reservatórios**. XXV CONGRESSO LATINOAMERICANO DE HIDRÁULICA SAN JOSÉ, COSTA RICA, 9 AL 12 DE SETIEMBRE DE 2012.

MARQUES, Marcelo. **Modelagem paramétrica bidimensional para simulação de ondas em águas continentais**. Tese. Doutorado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental. Universidade Federal do Paraná. 2013.

MARQUES, Marcelo; ANDRADE, F. O. ; GUETTER, A. K. **Conceito do Campo de *Fetch* e sua Aplicação ao Reservatório de Itaipu**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 18, p. 243-253, 2013.

MCGREAL, W.S. **Factors promoting coastal slope instability in southeast County Down, N. Ireland**. Zeitschrift fur Geomorphologie 23, 76-90, 1979.

MIGUEL, Rucirene. **Estudos de Processos Erosivos-Acumulativos em Ocorrências Arqueológicas Impactadas por Reservatórios: UHE Capivari-Cachoeira**. Tese. Universidade de São Paulo – USP. 2001.

MINEROPAR – Minerais do Paraná. **Atlas Geomorfológico do Estado do Paraná – Escala Base 1: 250.000, Modelos Reduzidos 1: 500.000**. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2006. Pg 50 e 51.

MORGAN, R. P.C. **Soil erosion and conservation**. 3ª ed. Editora Blackwell Publishing. 2005.

RAMOS, Y. S; *et al.* **Degradação física das áreas de entorno do reservatório da usina hidrelétrica Luiz Gonzaga/ PE Brasil**. Revista Verde(Mossoró – RN), v. 7, n. 5, p. 132-139, dezembro de 2012 (edição Especial). 2012.

ROSENHAGEN, Anton Georg Johannes. **Aplicação de uma fórmula de transporte de sedimentos considerando ondas e correntes em um modelo hidro-sedimentológico**. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2013.

RUGGIERO, P., KOMAR, P.D., MCDOUGAL, W.G., AND MARRA, J.J. **Wave runup, extreme water levels and the erosion of properties backing beaches**. Journal of Coastal Research 17, 407-419, 2001.

SALLENGER, A.H. JR., KRABILL, W., BROCK, J., SWIFT, R., MANIZADE, S., AND STOCKDON, H. **Sea-cliff erosion as a function of beach changes and extreme wave runup during the 1997-1998 El Nino**. Marine Geology 187, 279-297, 2002.

SCHIFFER M.B. **Formation Processes of the Archaeological Record**. Albuquerque, University of New Mexico Press, p. 3-23, 1987.

SCHIFFER, M.B. **Archaeological Context and Systemic Context**. American Antiquity, 37(2) : 156-165, 1972.

SCHIFFER, M.B. **Archaeology as Behavioral Science**. American Anthropologist, 77: 836-48, 1975.

SOULSBY, R. L. **Dynamics of marine sands**. London, Thomas Telford Publications, 1997.

STEIN, Julie. **A review of site formation processes and their relevance to Geoarchaeology**. P. Goldberg, V. T. Holliday & C. R. Ferring (Eds.), Earth Sciences and Archaeology. Kluwer Academic, Plenum Publishers. New York. Pg. 37-51.

STROOSNIJDER, Leo. **Measurement of erosion: Is it possible?** Catena, 64, pg. 162-173. 2005.

SVERDRUP, H.U. & MUNK, W.H. **Wind, sea and swell: Theory of relations for forecasting**. Publication 601, Hydrographic Office, U.S. Navy, 50 pp.; 1947.

SWENSON, M.J., WU, C.H., EDIL, T.B., AND MICKELSON, D.M. **Bluff recession rates and wave impact along the Wisconsin coast of Lake Superior.** Journal of Great Lakes Research 32, 512-530, 2006.

VILLAGRÁN, Ximena Suárez. **Análise de arqueofácies na camada preta do sambaqui Jaboticabeira II.** Dissertação. Programa de Pós Graduação em Arqueologia do Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São Paulo. 2008.

WILL R., CLARK J. **Stone Artifact Movement on Impoundment Shorelines: a Case Study From Maine.** American Antiquity, 61(3), 1996, pp. 499-519..

APÊNDICE

APÊNDICE 1 - CAMPOS DE *FETCH* PARA DIFERENTES DIREÇÕES DE VENTO

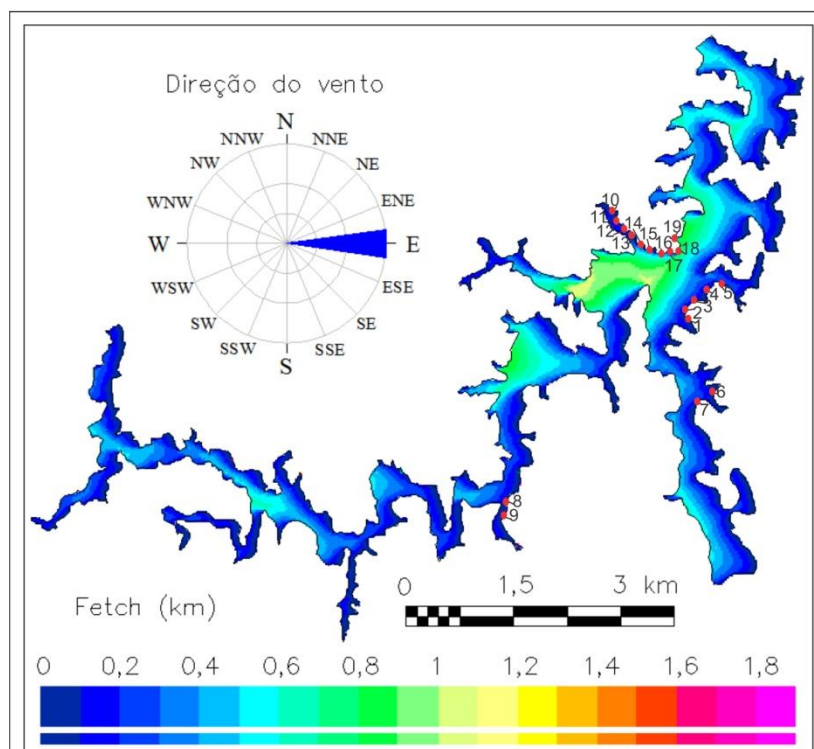


Figura 25: Campo de *Fetch* para a direção E; com os perfis analisados.

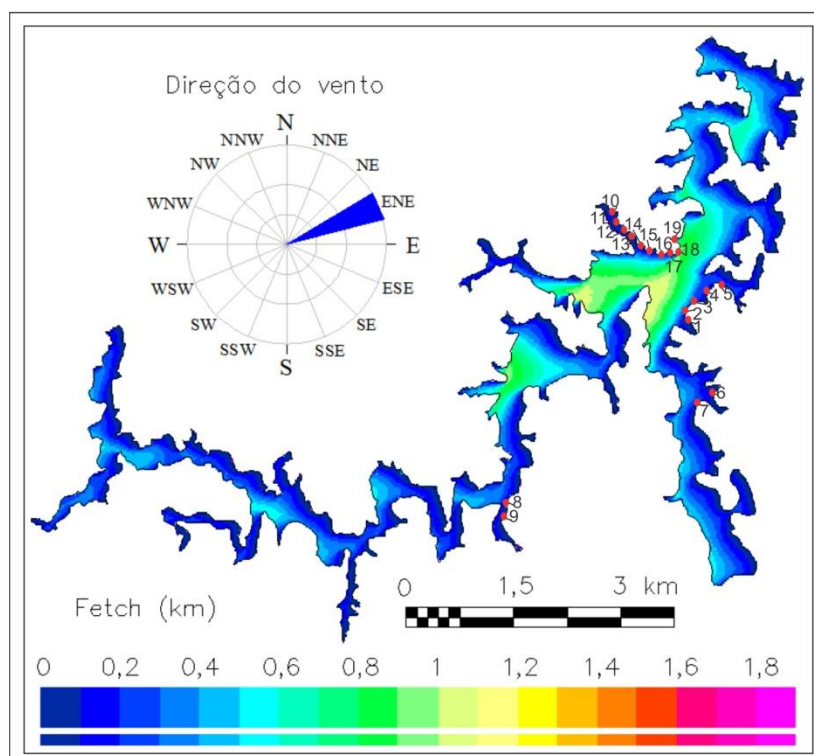


Figura 26: Campo de *Fetch* para a direção ENE; com os perfis analisados.

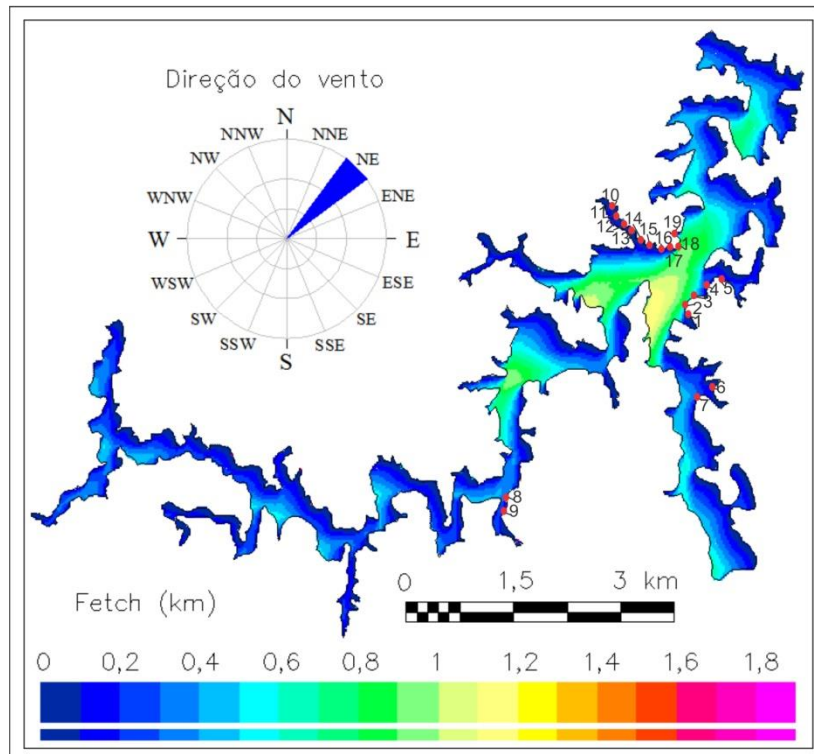


Figura 27: Campo de *Fetch* para a direção NE; com os perfis analisados.

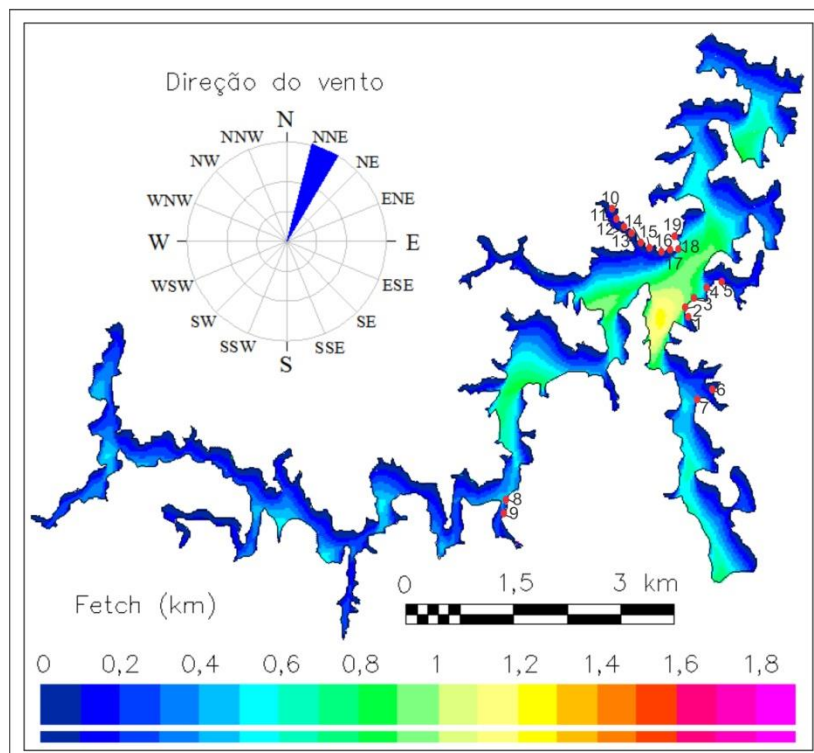


Figura 28: Campo de *Fetch* para a direção NNE; com os perfis analisados.

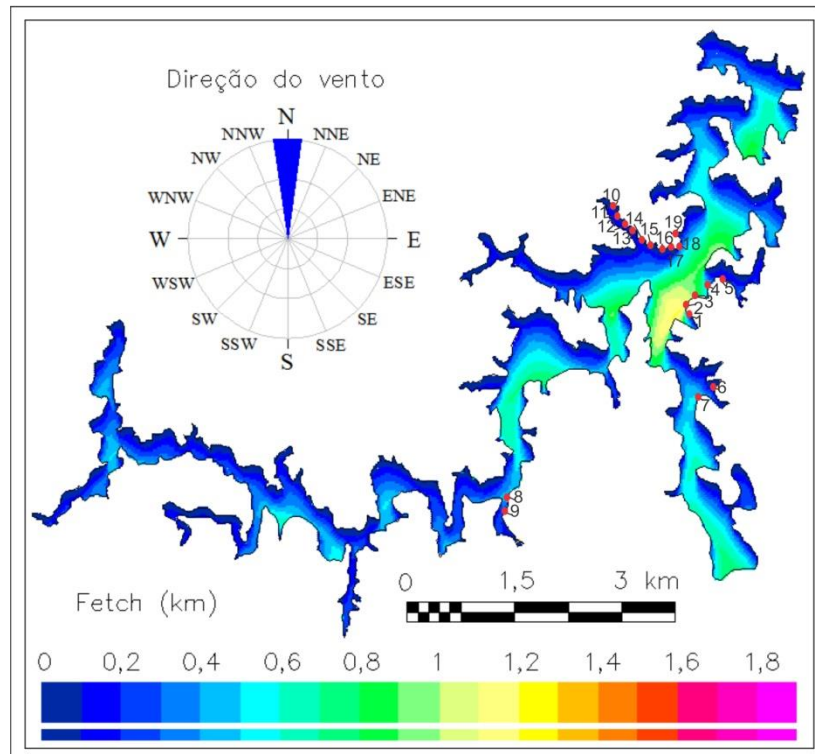


Figura 29: Campo de *Fetch* para a direção N; com os perfis analisados.

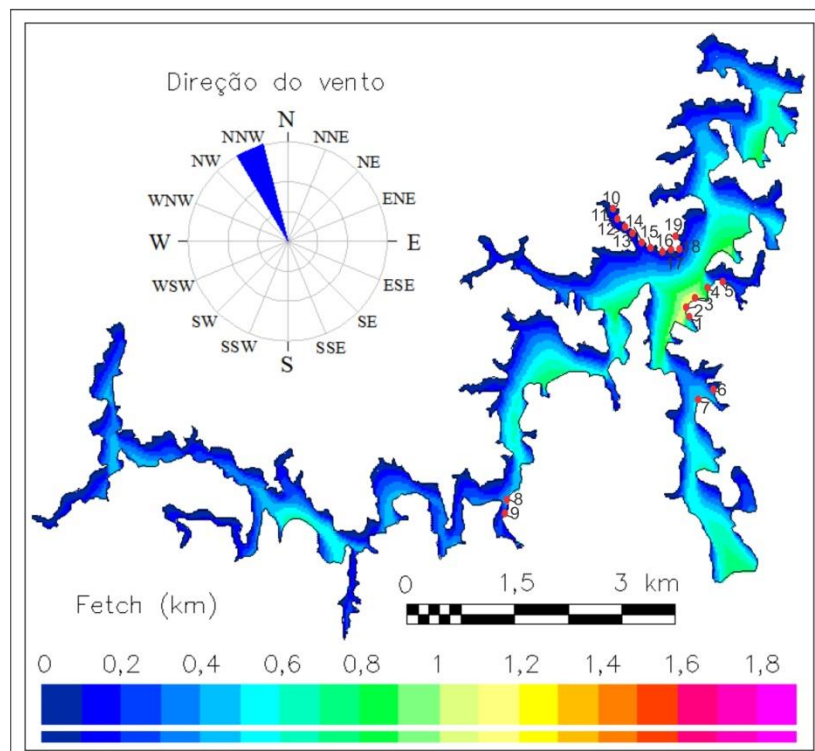


Figura 30: Campo de *Fetch* para a direção NNW; com os perfis analisados.

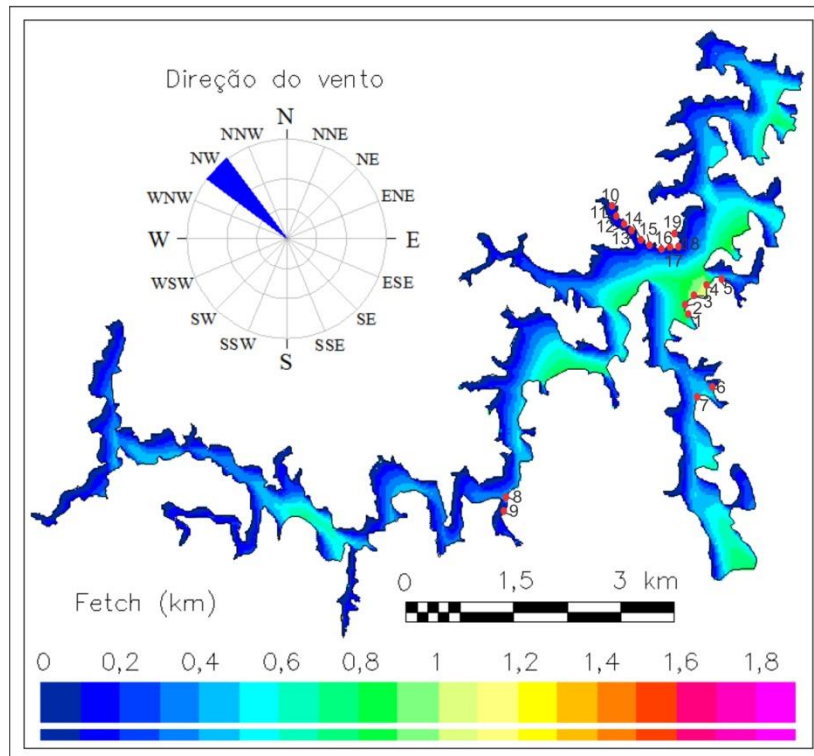


Figura 31: Campo de *Fetch* para a direção NW; com os perfis analisados.

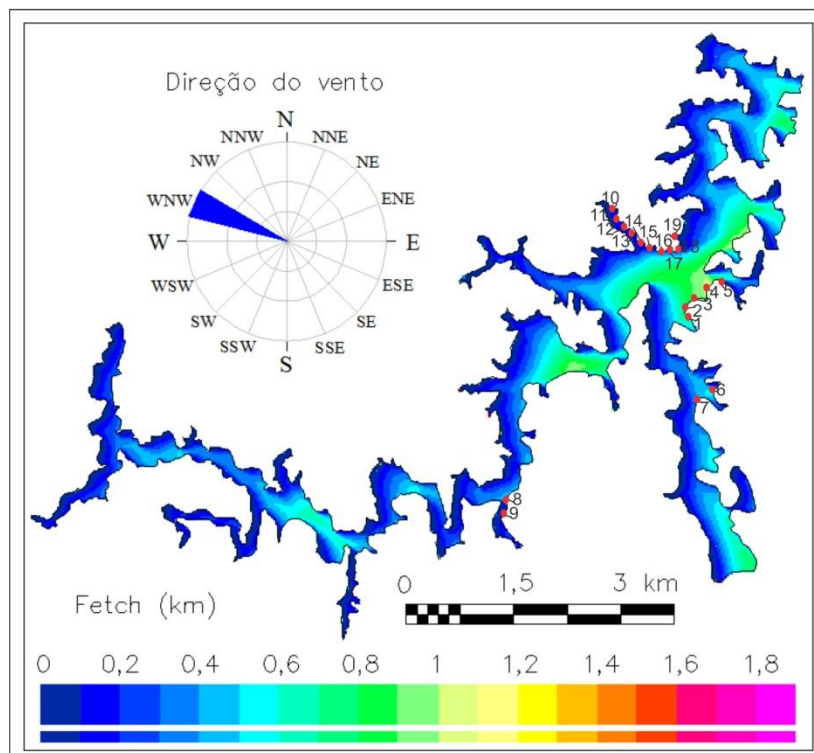


Figura 32: Campo de *Fetch* para a direção WNW; com os perfis analisados.

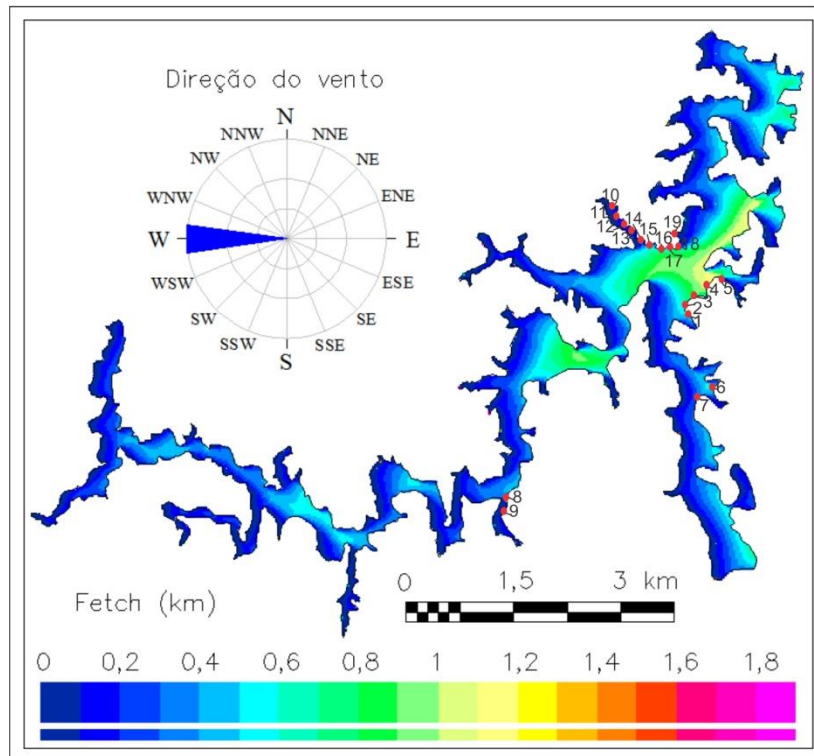


Figura 33: Campo de *Fetch* para a direção W; com os perfis analisados.

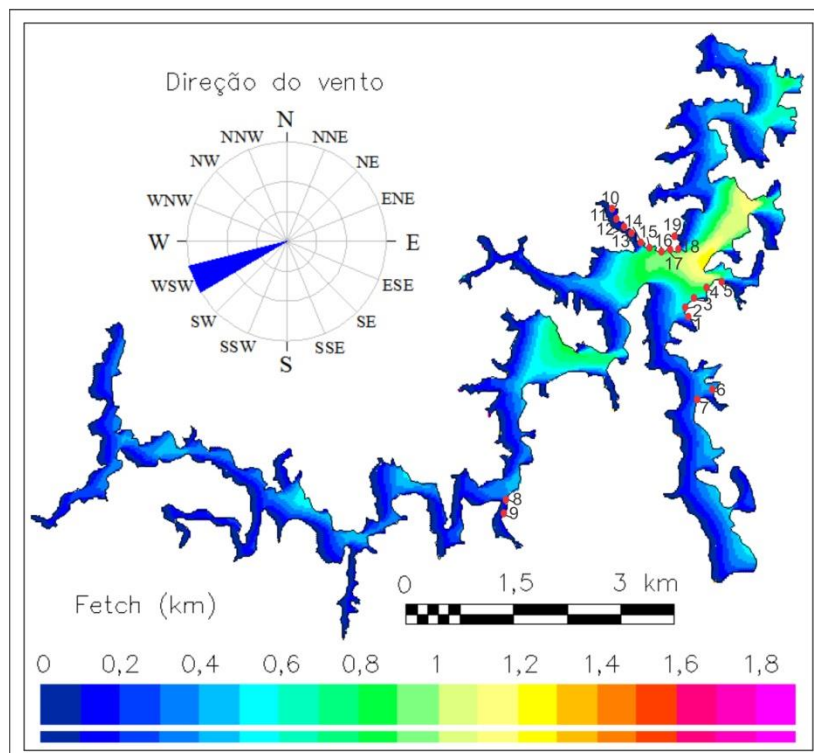


Figura 34: Campo de *Fetch* para a direção WSW; com os perfis analisados.

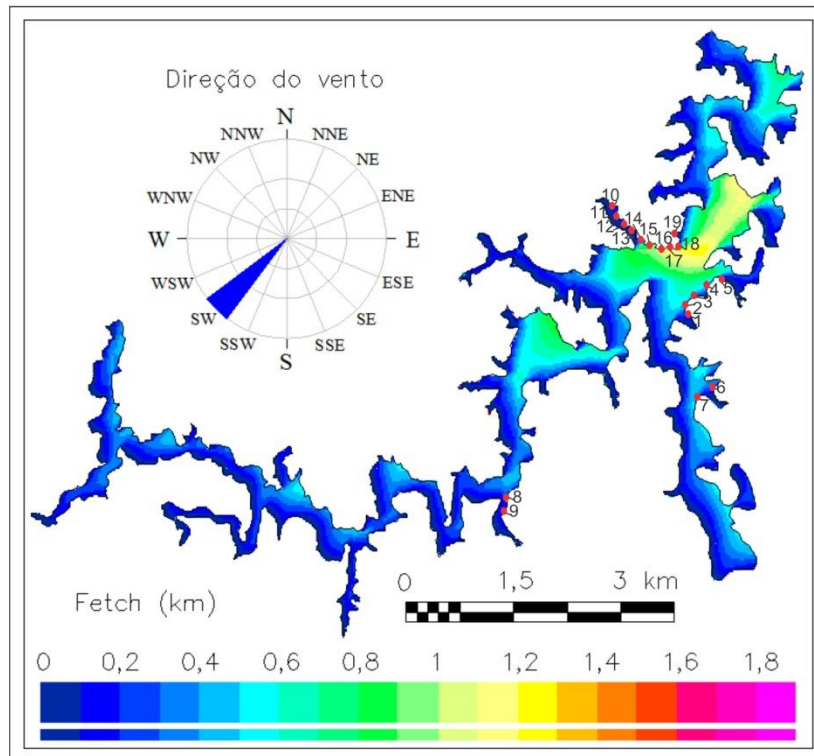


Figura 35: Campo de *Fetch* para a direção SW; com os perfis analisados.

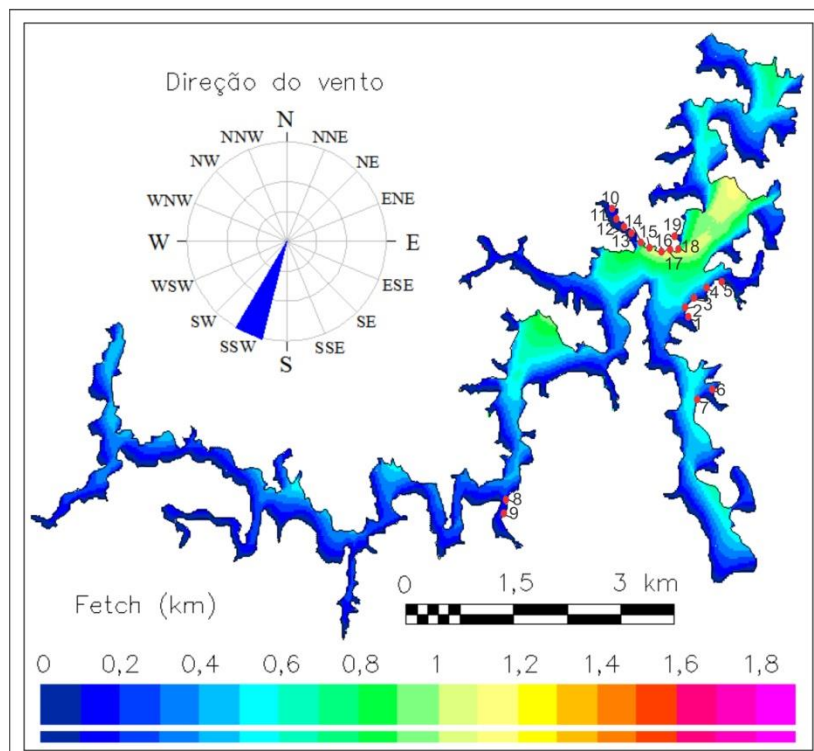


Figura 36: Campo de *Fetch* para a direção SSW; com os perfis analisados.

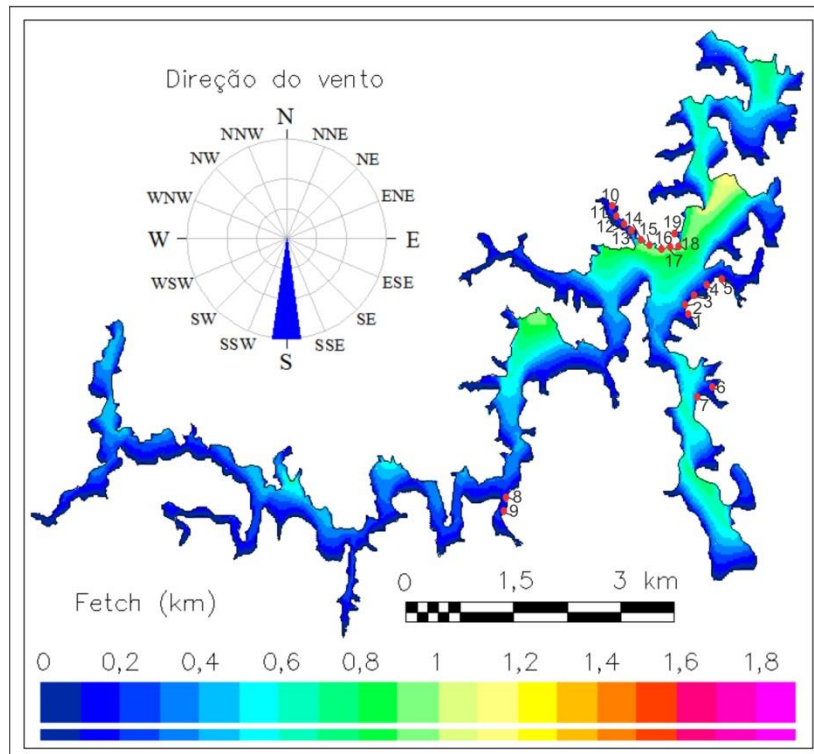


Figura 37: Campo de *Fetch* para a direção S; com os perfis analisados.

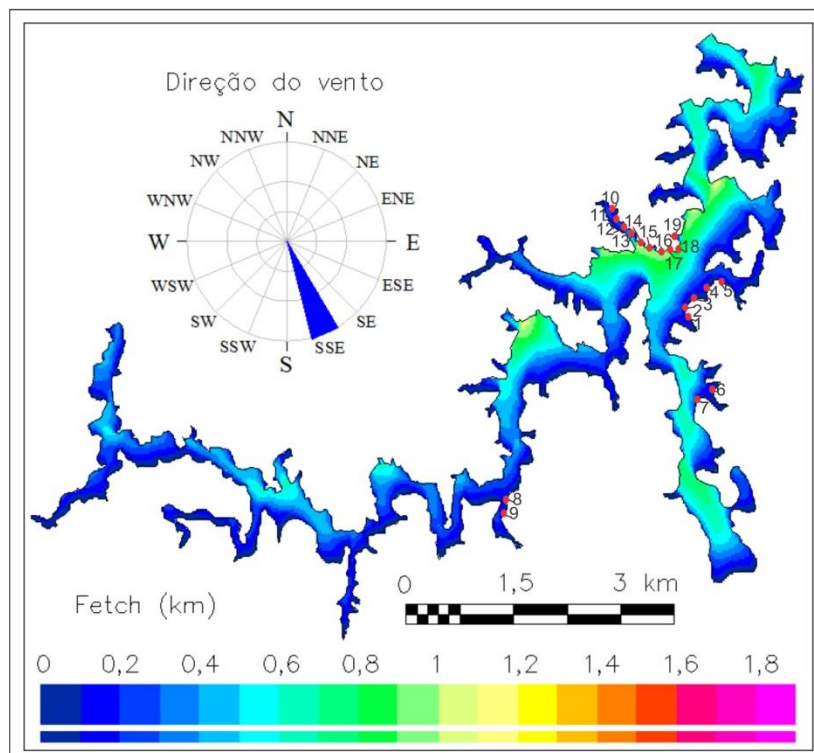


Figura 38: Campo de *Fetch* para a direção SSE; com os perfis analisados.

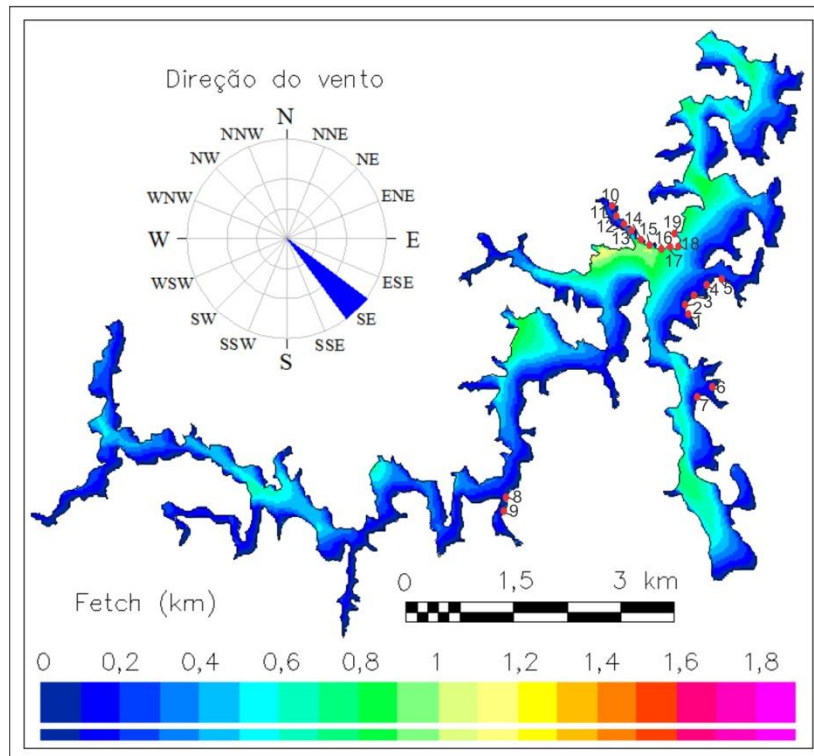


Figura 39: Campo de *Fetch* para a direção SE; com os perfis analisados.

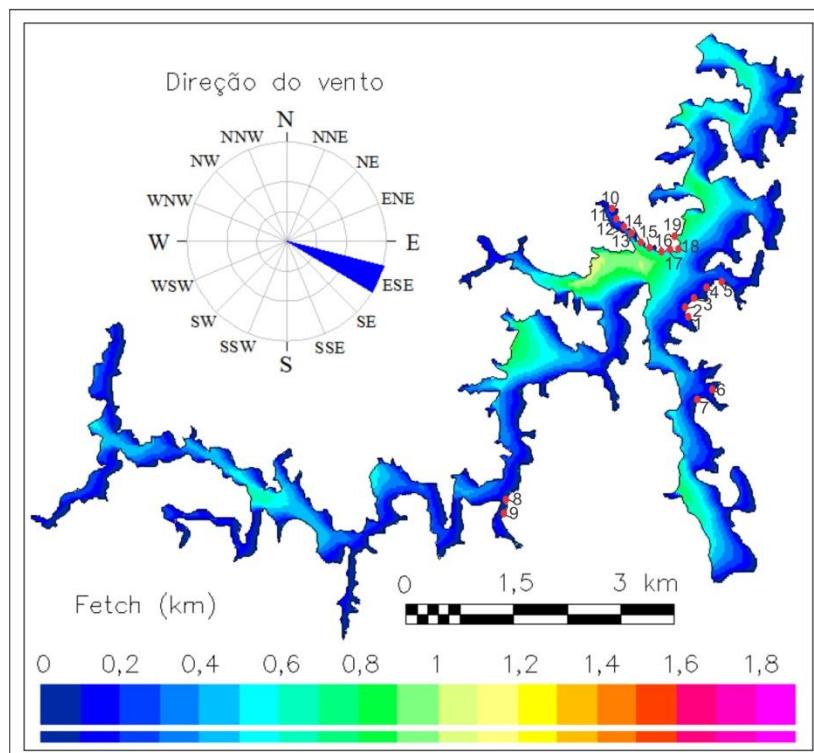


Figura 40: Campo de *Fetch* para a direção ESSE; com os perfis analisados.

APÊNDICE 2 – PERFIS DE EROÇÃO DAS MARGENS DO RESERVATÓRIO

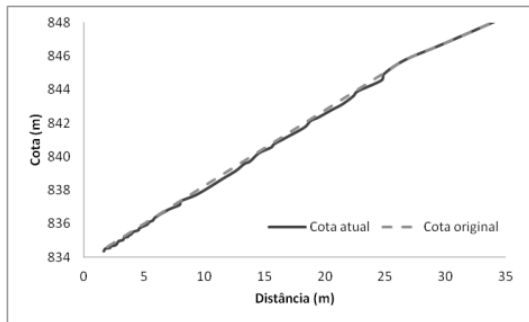


Figura 41: Análise topográfica do perfil transversal 1.

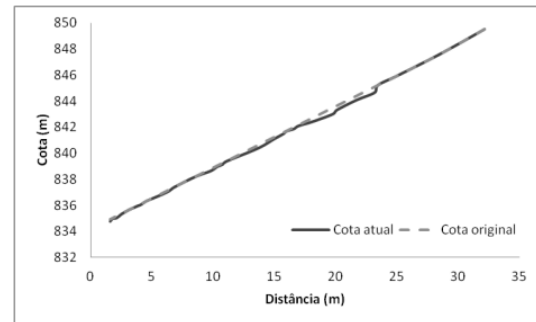


Figura 44: Análise topográfica do perfil transversal 4.

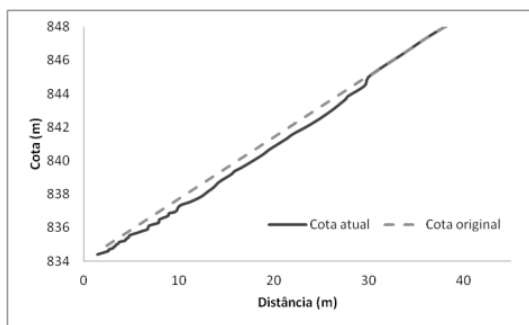


Figura 42 Análise topográfica do perfil transversal 2.

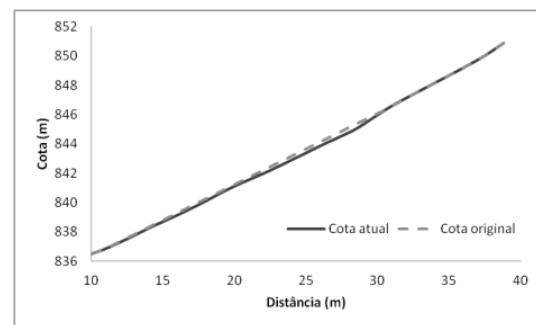


Figura 45: Análise topográfica do perfil transversal 5.

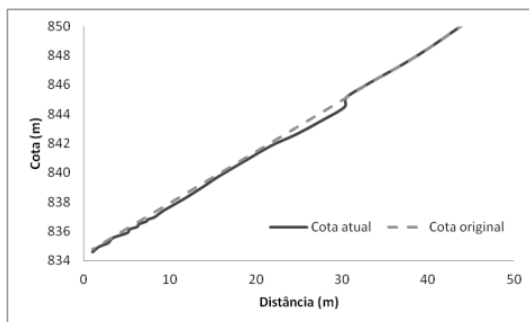


Figura 43: Análise topográfica do perfil transversal 3.

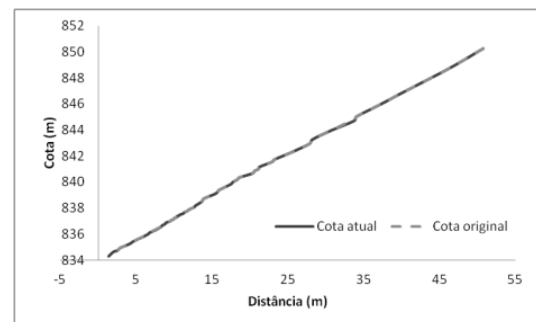


Figura 46: Análise topográfica do perfil transversal 6.

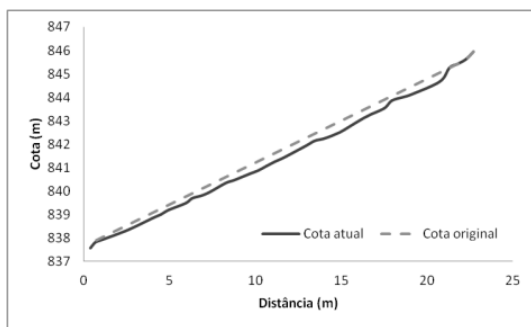


Figura 47: Análise topográfica do perfil transversal 7.

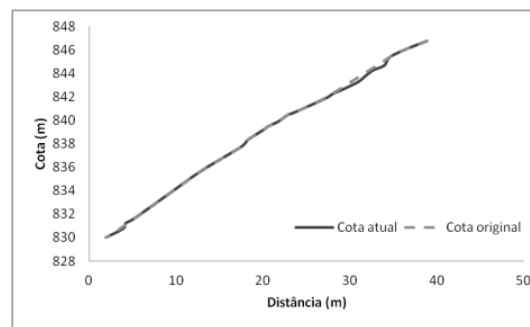


Figura 51: Perfil 11 - análise topográfica.

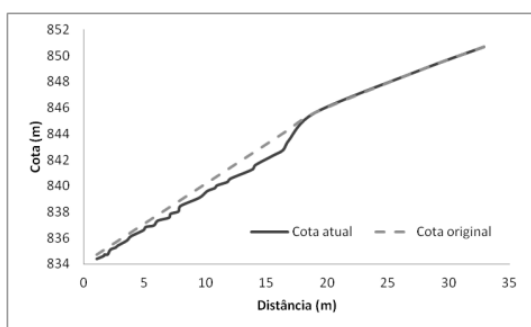


Figura 48: Análise topográfica do perfil transversal 8.

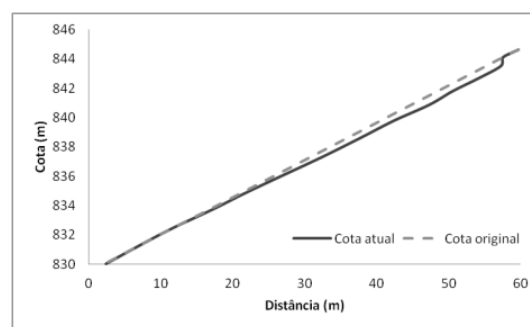


Figura 52: Análise topográfica do perfil transversal 12.

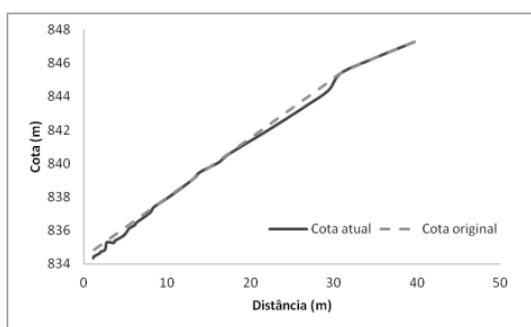


Figura 49 Análise topográfica do perfil transversal 9.

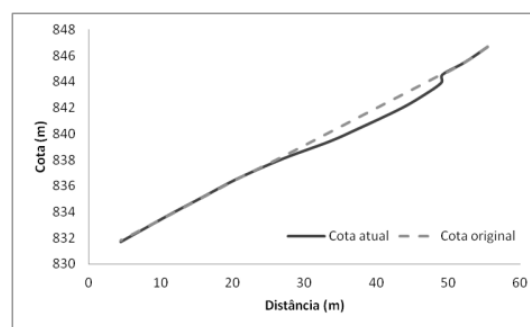


Figura 53: Análise topográfica do perfil transversal 13.

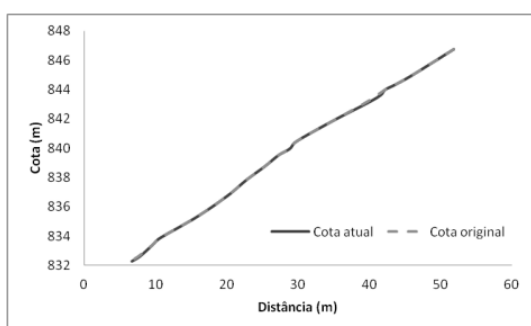


Figura 50: Análise topográfica do perfil transversal 10.

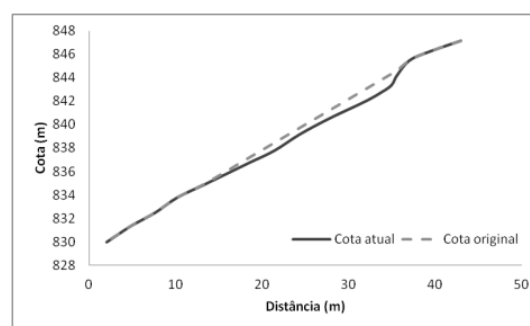


Figura 54: Análise topográfica do perfil transversal 14.

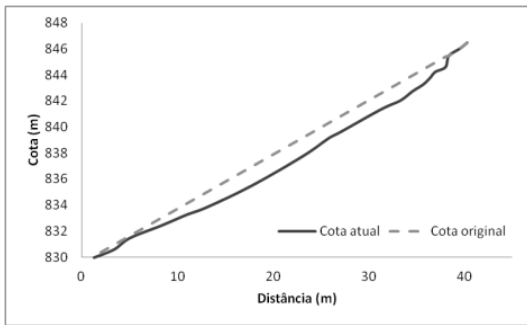


Figura 55: Análise topográfica do perfil transversal 15.

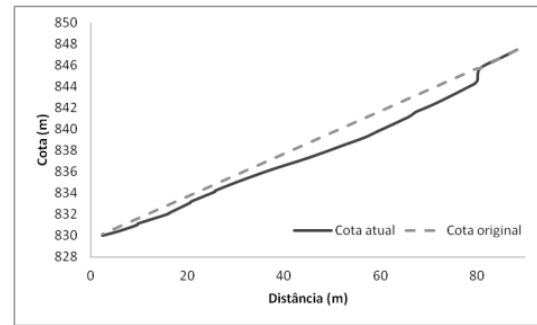


Figura 58: Análise topográfica do perfil transversal 18.

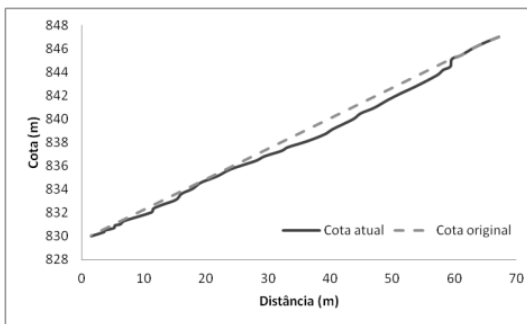


Figura 56: Análise topográfica do perfil transversal 16.

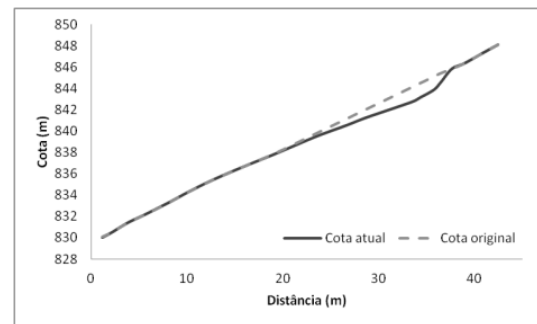


Figura 59: Análise topográfica do perfil transversal 19.

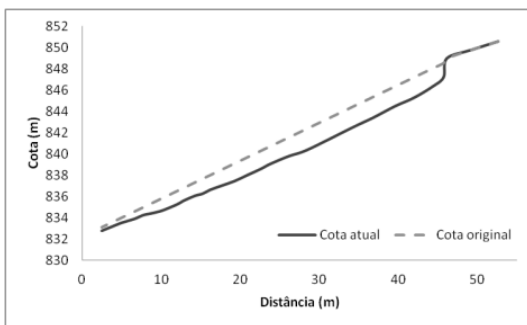


Figura 57 Análise topográfica do perfil transversal 17.

APÊNDICE 3 – RELAÇÃO ENTRE PERMANÊNCIA ESPECÍFICA DO NÍVEL E VOLUME ERODIDO NOS PERFIS TRANSVERSAIS

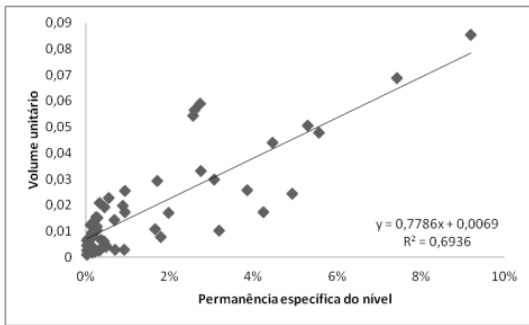


Figura 60: Perfil 1 - Relação da Permanência específica do nível pelo volume erodido.

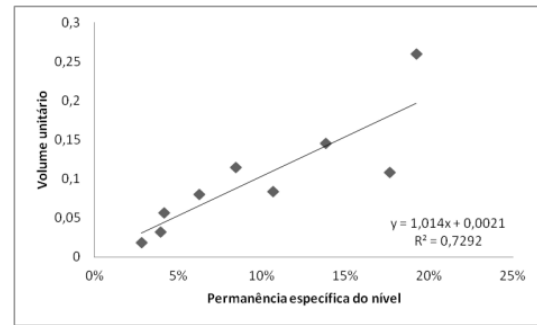


Figura 63: Perfil 5 - Relação da Permanência específica do nível pelo volume erodido.

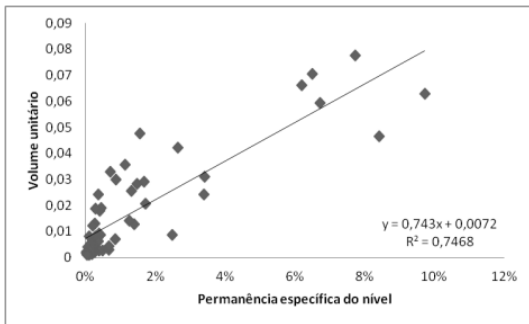


Figura 61: Perfil 2 - Relação da Permanência específica do nível pelo volume erodido.

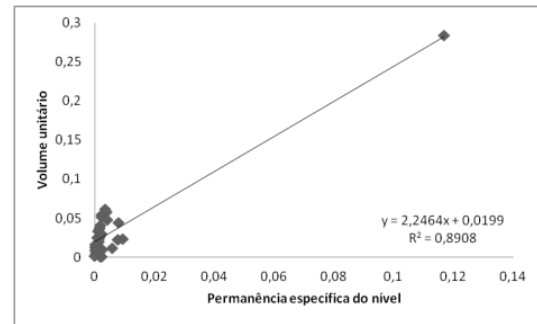


Figura 64: Perfil 6 - Relação da Permanência específica do nível pelo volume erodido.

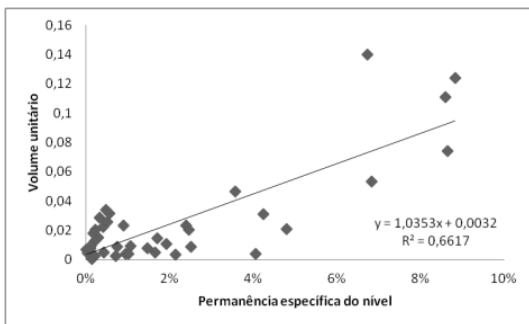


Figura 62: Perfil 4 - Relação da Permanência específica do nível pelo volume erodido.

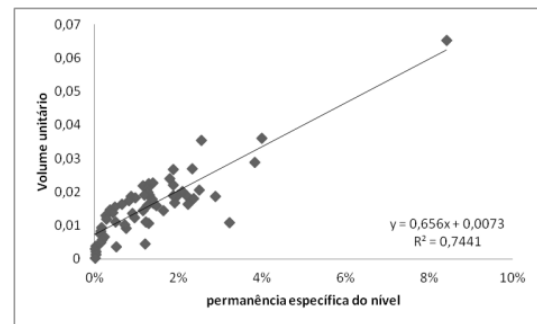


Figura 65: Perfil 7 - Relação da Permanência específica do nível pelo volume erodido.

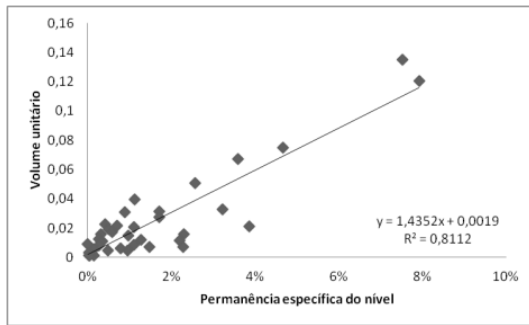


Figura 66: Perfil 8 - Relação da Permanência específica do nível pelo volume erodido.

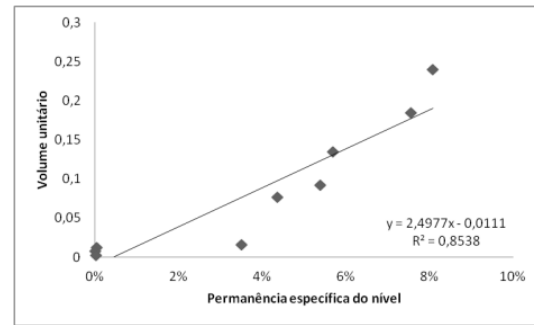


Figura 69: Perfil 11 - Relação da Permanência específica do nível pelo volume erodido.

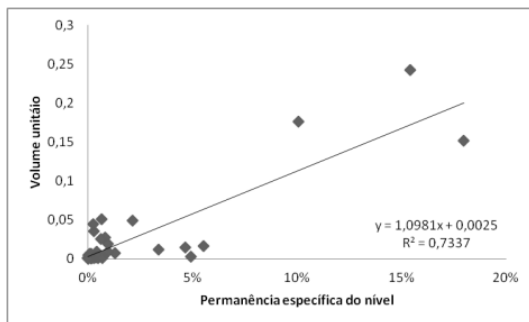


Figura 67: Perfil 9 - Relação da Permanência específica do nível pelo volume erodido.

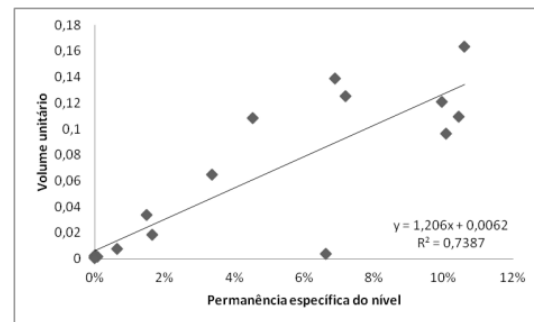


Figura 70: Perfil 12 - Relação da Permanência específica do nível pelo volume erodido.

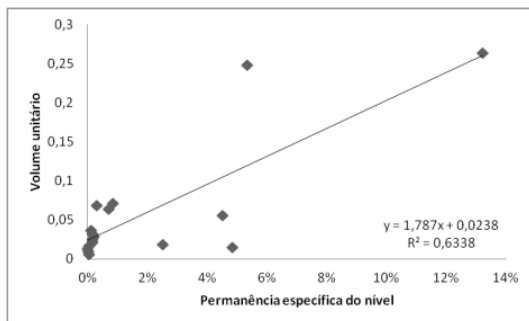


Figura 68: Perfil 10 - Relação da Permanência específica do nível pelo volume erodido.

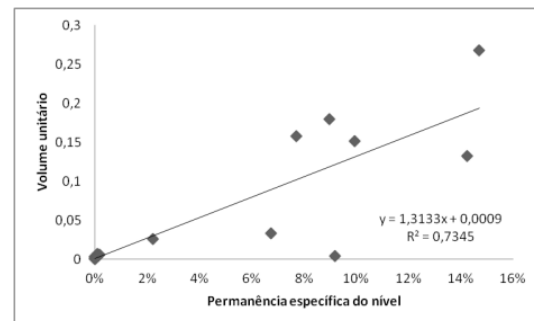


Figura 71: Perfil 13 - Relação da Permanência específica do nível pelo volume erodido.

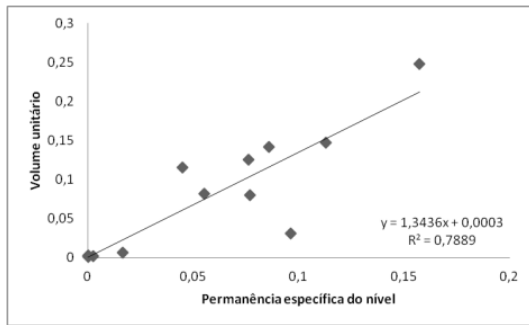


Figura 72: Perfil 14 - Relação da Permanência específica do nível pelo volume erodido.

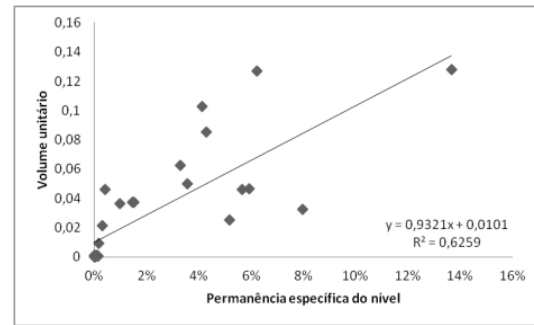


Figura 74: Perfil 18 - Relação da Permanência específica do nível pelo volume erodido.

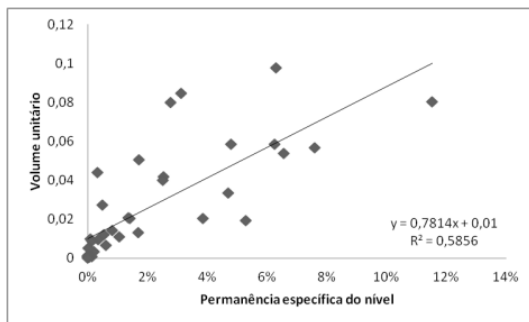


Figura 73: Perfil 16 - Relação da Permanência específica do nível pelo volume erodido.

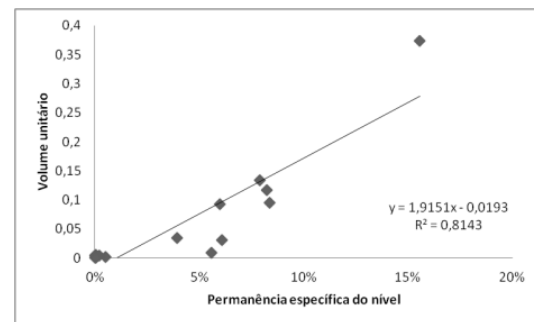


Figura 75: Perfil 19 - Relação da Permanência específica do nível pelo volume erodido

APÊNDICE 4 – RELAÇÃO ENTRE VOLUME ERODIDO TOTAL DO PERFIL E ENERGIA DA ONDA PARA DIFERENTES DIREÇÕES DE VENTO

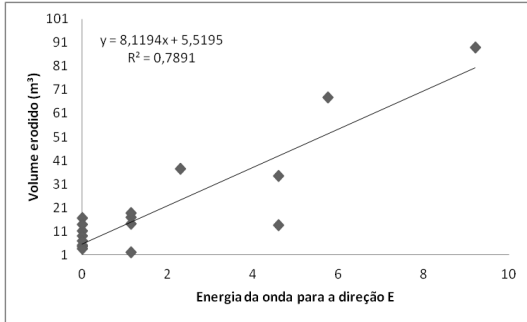


Figura 76: Relação entre o volume erodido em cada perfil e a energia de onda resultante para a direção E.

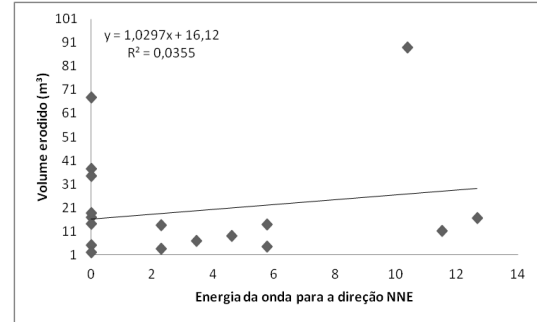


Figura 79: Relação entre o volume erodido em cada perfil e a energia de onda resultante para a direção NNE.

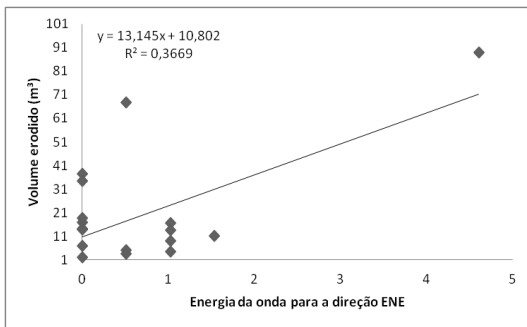


Figura 77: Relação entre o volume erodido em cada perfil e a energia de onda resultante para a direção ENE.

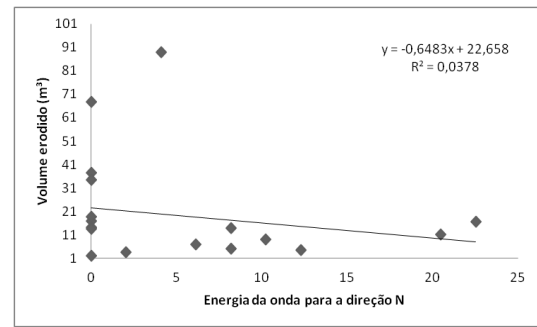


Figura 80: Relação entre o volume erodido em cada perfil e a energia de onda resultante para a direção N.

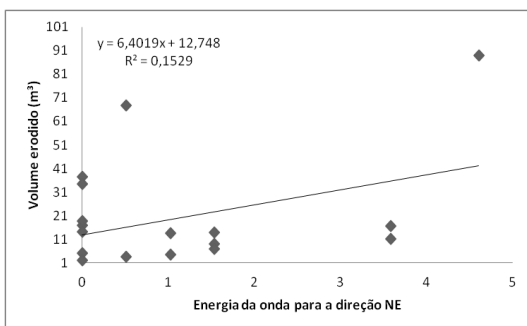


Figura 78: Relação entre o volume erodido em cada perfil e a energia de onda resultante para a direção NE.

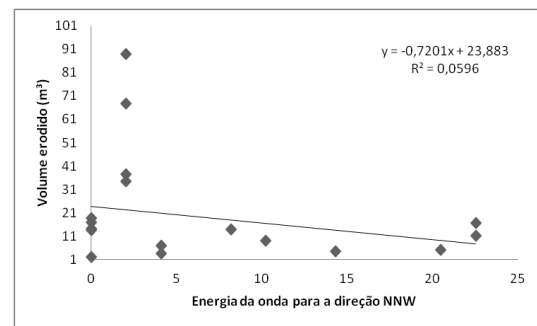


Figura 81: Relação entre o volume erodido em cada perfil e a energia de onda resultante para a direção NNW.

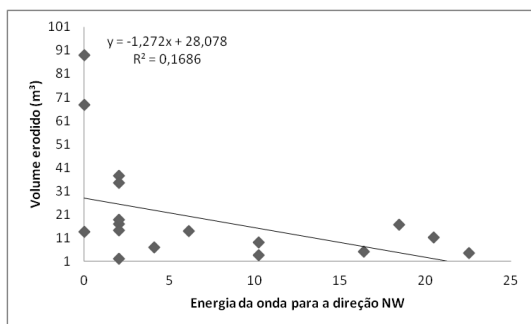


Figura 82: Relação entre o volume erodido em cada perfil e a energia de onda resultante para a direção NW.

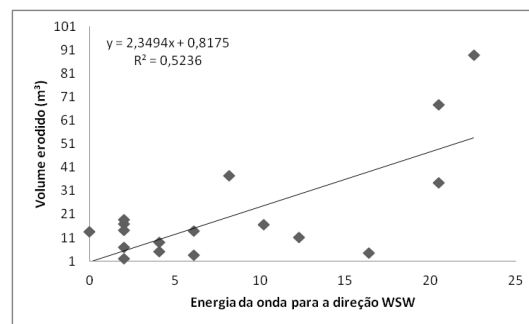


Figura 85: Relação entre o volume erodido em cada perfil e a energia de onda resultante para a direção WSW.

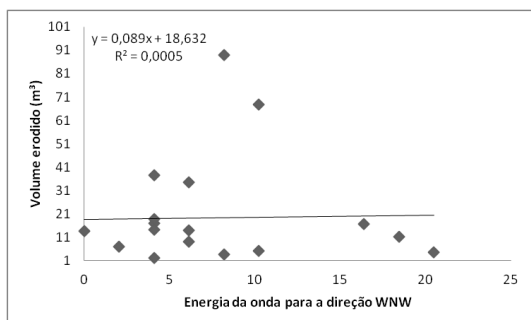


Figura 83: Relação entre o volume erodido em cada perfil e a energia de onda resultante para a direção WNW.

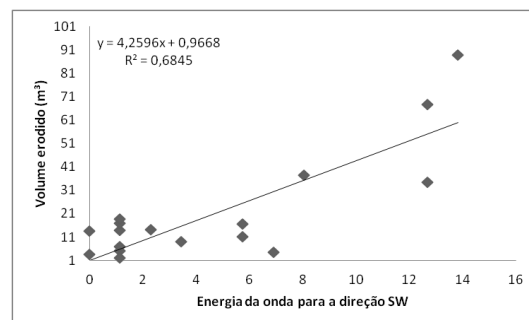


Figura 86: Relação entre o volume erodido em cada perfil e a energia de onda resultante para a direção SW.

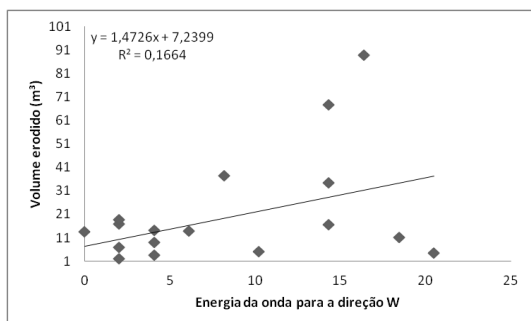


Figura 84: Relação entre o volume erodido em cada perfil e a energia de onda resultante para a direção W.

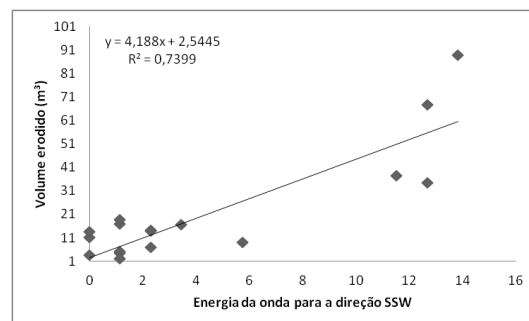


Figura 87: Relação entre o volume erodido em cada perfil e a energia de onda resultante para a direção SSW.

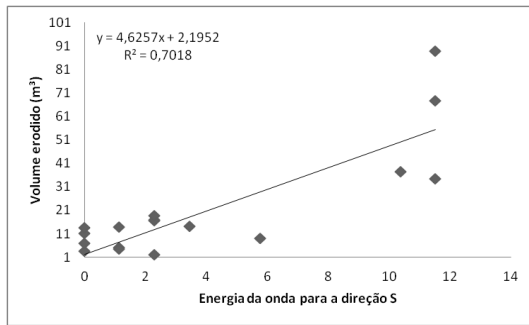


Figura 88: Relação entre o volume erodido em cada perfil e a energia de onda resultante para a direção S.

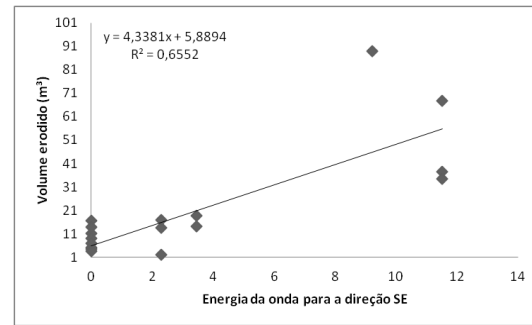


Figura 90: Relação entre o volume erodido em cada perfil e a energia de onda resultante para a direção SE.

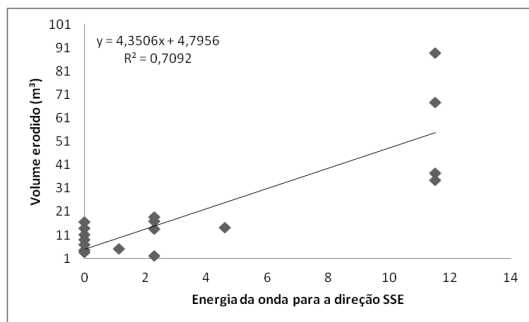


Figura 89: Relação entre o volume erodido em cada perfil e a energia de onda resultante para a direção SSE.

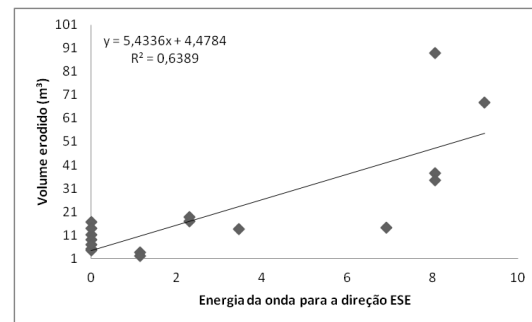


Figura 91: Relação entre o volume erodido em cada perfil e a energia de onda resultante para a direção ESE

APÊNDICE 5 – DESCRIÇÃO DO DESLOCAMENTO DOS ARTEFATOS ARQUEOLÓGICOS

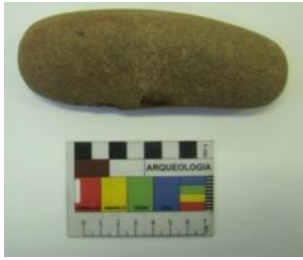


Figura 92: Pseudo artefato CCA02, teve um movimento ascendente em relação a linha da água.



Figura 93: Pseudo artefato CCA03, teve um movimento descendente em relação a linha da água.



Figura 94: Pseudo artefato CCA05, teve um movimento descendente em relação a linha da água.



Figura 95: Pseudo artefato CCA07, teve um movimento descendente em relação a linha da água.



Figura 96: Pseudo artefato CCA08, não teve movimento.



Figura 97: Pseudo artefato CCA09, teve um movimento ascendente em relação a linha da água.



Figura 98: Pseudo artefato CCA10, teve um movimento ascendente em relação a linha da água.



Figura 99: Pseudo artefato CCA13, teve um movimento descendente em relação a linha da água.



Figura 100: Pseudo artefato CCA14, teve um movimento descendente em relação a linha da água.



Figura 101: Pseudo artefato CCA19, teve um movimento descendente em relação a linha da água.



Figura 102: Pseudo artefato CCA21, teve um movimento descendente em relação a linha da água.



Figura 103: Pseudo artefato CCA23, teve um movimento descendente em relação a linha da água.



Figura 104: Pseudo artefato CCA24, teve um movimento ascendente em relação a linha da água.



Figura 105: Pseudo artefato CCA26, teve um movimento descendente em relação a linha da água.



Figura 106: Pseudo artefato CCA27, teve um movimento descendente em relação a linha da água.



Figura 107: Pseudo artefato CCA28, teve um movimento descendente em relação a linha da água.



Figura 108: Pseudo artefato CCA30, teve um movimento descendente em relação a linha da água.



Figura 109: Pseudo artefato CCA32, teve um movimento descendente em relação a linha da água.

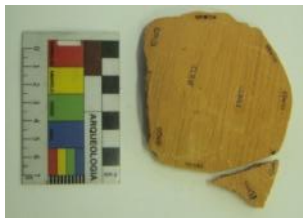


Figura 110: Pseudo artefato CCA33, teve um movimento descendente em relação a linha da água.

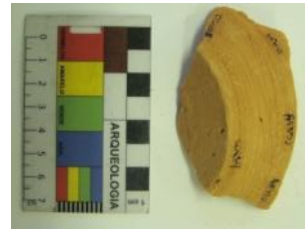


Figura 111: Pseudo artefato CCA34, teve um movimento descendente em relação a linha da água.



Figura 112: Pseudo artefato CCA35, não teve movimento.



Figura 113: Pseudo artefato CCA39, teve um movimento descendente em relação a linha da água.



Figura 114: Pseudo artefato CCA40, não teve movimento.



Figura 115: Pseudo artefato CCA42, não teve movimento.

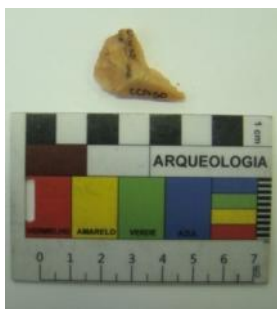


Figura 116: Pseudo artefato CCA50, teve um movimento ascendente em relação a linha da água.



Figura 117: Pseudo artefato CCA52, teve um movimento ascendente em relação a linha da água.



Figura 118: Pseudo artefato CCA59, teve um movimento descendente em relação a linha da água.



Figura 119: Pseudo artefato CCA60, teve um movimento descendente em relação a linha da água.



Figura 120: Pseudo artefato CCA61, sua localização não foi identificada.



Figura 121: Pseudo artefato CCA62, teve um movimento descendente em relação a linha da água.



Figura 122: Pseudo artefato CCA64, teve um movimento descendente em relação a linha da água.



Figura 123: Pseudo artefato CCA66, teve um movimento descendente em relação a linha da água.



Figura 124: Pseudo artefato CCA67, teve um movimento descendente em relação a linha da água.



Figura 125: Pseudo artefato CCA68, teve um movimento descendente em relação a linha da água.



Figura 126: Pseudo artefato CCA69, teve um movimento descendente em relação a linha da água.



Figura 127: Pseudo artefato CCA70, teve um movimento descendente em relação a linha da água.



Figura 128: Pseudo artefato CCA72, teve um movimento descendente em relação a linha da água.



Figura 129: Pseudo artefato CCA74, teve um movimento descendente em relação a linha da água.



Figura 130: Pseudo artefato CCA75, teve um movimento descendente em relação a linha da água.



Figura 131: Pseudo artefato CCA76, teve um movimento descendente em relação a linha da água.



Figura 132: Pseudo artefato CCA79, sua localização não foi identificada.



Figura 133: Pseudo artefato CCA80, teve um movimento descendente em relação a linha da água.

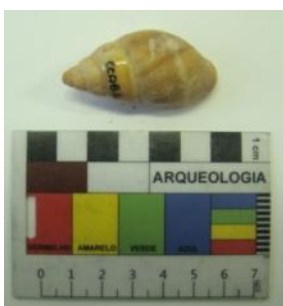


Figura 134: Pseudo artefato CCA81, sua localização não foi identificada.



Figura 135: Pseudo artefato CCA82, sua localização não foi identificada.



Figura 136: Pseudo artefato CCA83, sua localização não foi identificada.



Figura 137: Pseudo artefato CCA84, sua localização não foi identificada.

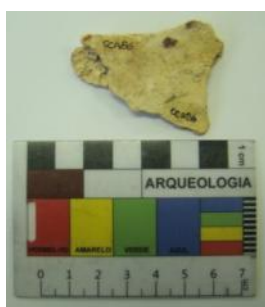


Figura 138: Pseudo artefato CCA86, teve um movimento descendente em relação a linha da água.



Figura 139: Pseudo artefato CCA15, teve um movimento descendente em relação a linha da água.

APÊNDICE 6 – ILUSTRAÇÃO DOS CAMPOS DE *FETCH* NOS LOCAIS DE OCORRÊNCIA ARQUEOLÓGICA

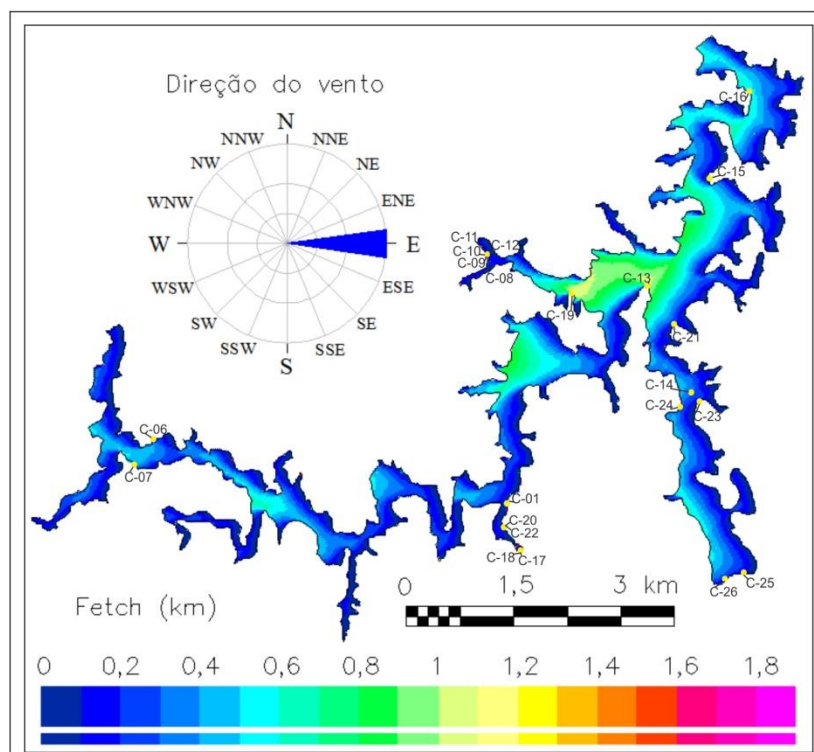


Figura 140: Campo de *Fetch* para a direção E; com ocorrências arqueológicas.

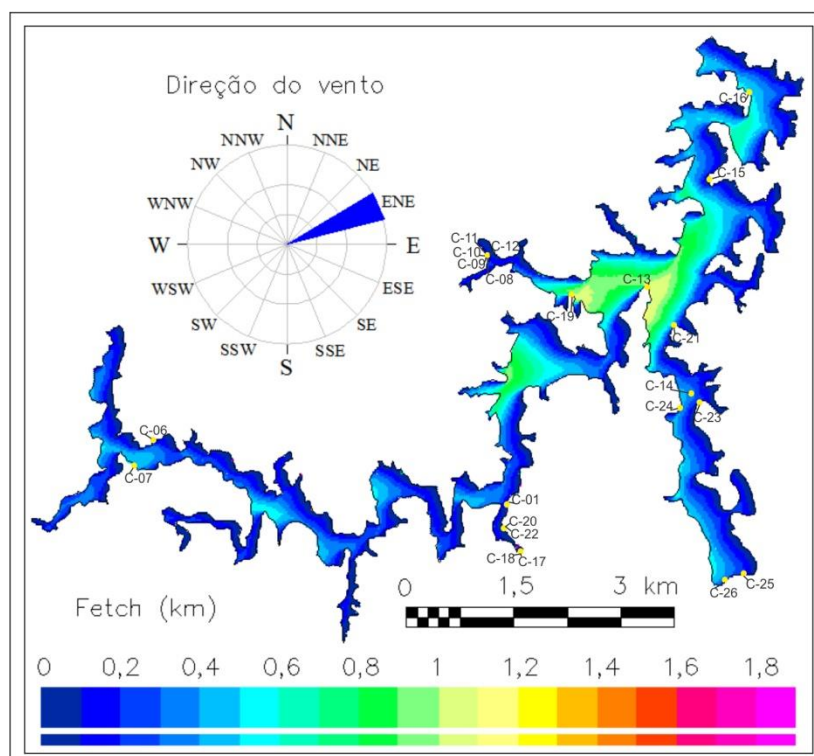


Figura 141: Campo de *Fetch* para a direção ENE; com ocorrências arqueológicas.

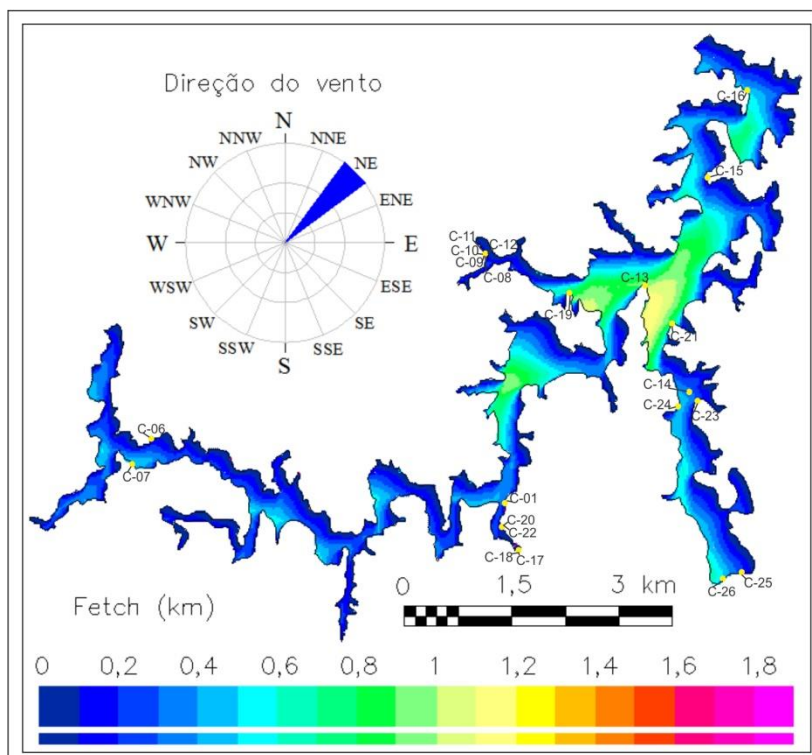


Figura 142: Campo de *Fetch* para a direção NE; com ocorrências arqueológicas.

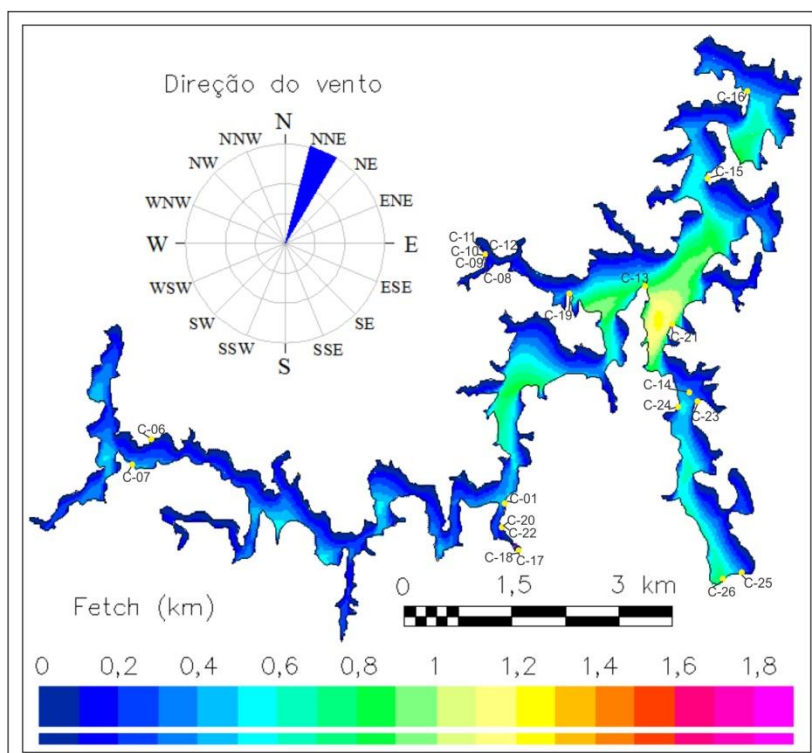


Figura 143: Campo de *Fetch* para a direção NNE; com ocorrências arqueológicas.

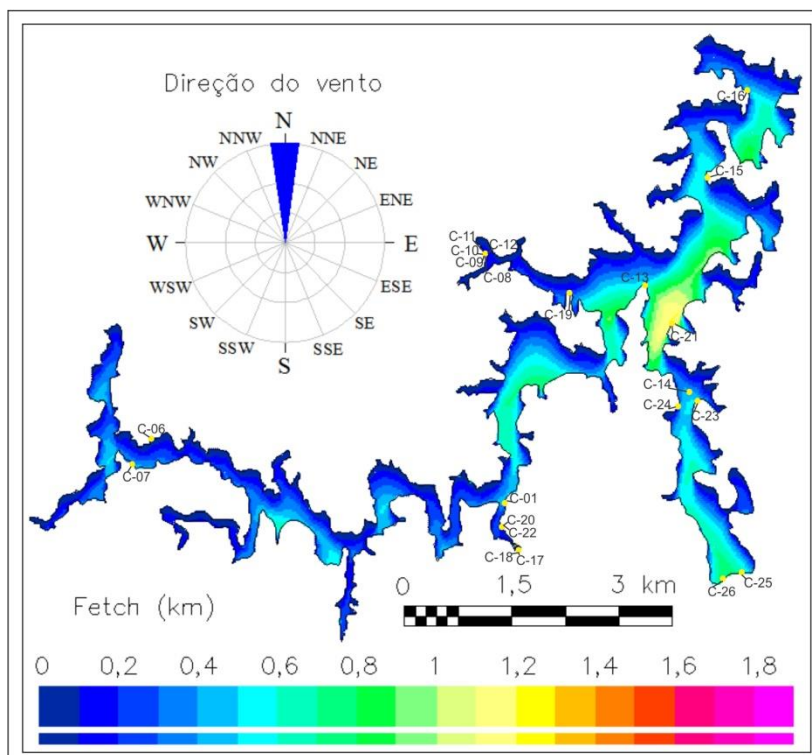


Figura 144: Campo de *Fetch* para a direção N; com ocorrências arqueológicas.

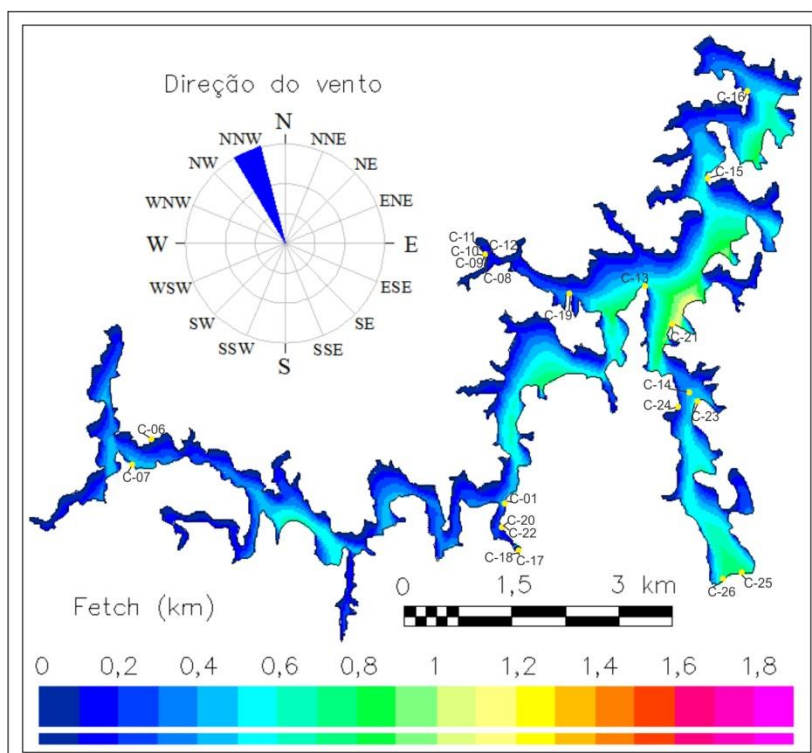


Figura 145: Campo de *Fetch* para a direção NNW; com ocorrências arqueológicas.

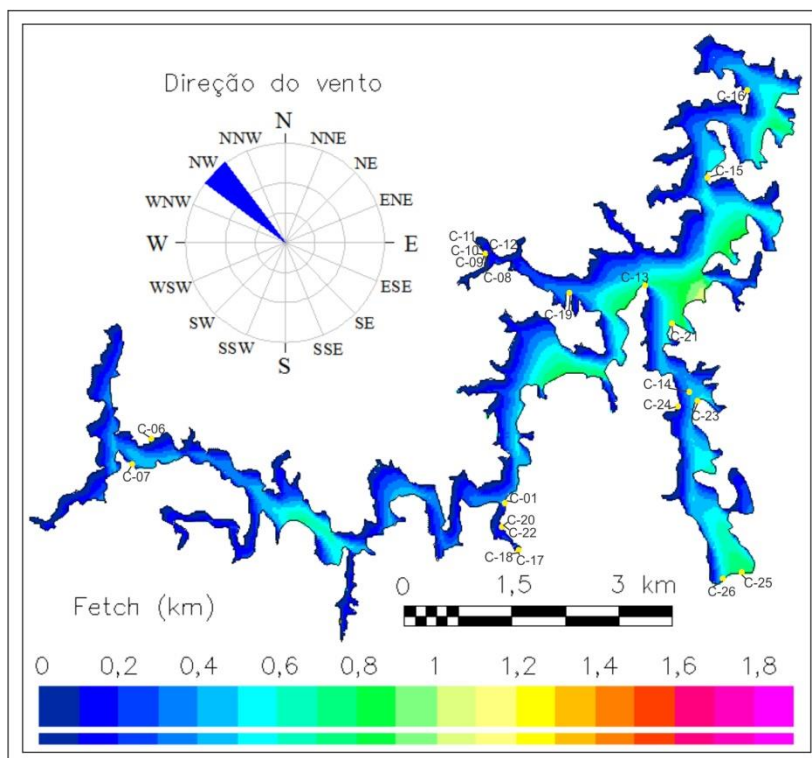


Figura 146: Campo de *Fetch* para a direção NW; com ocorrências arqueológicas.

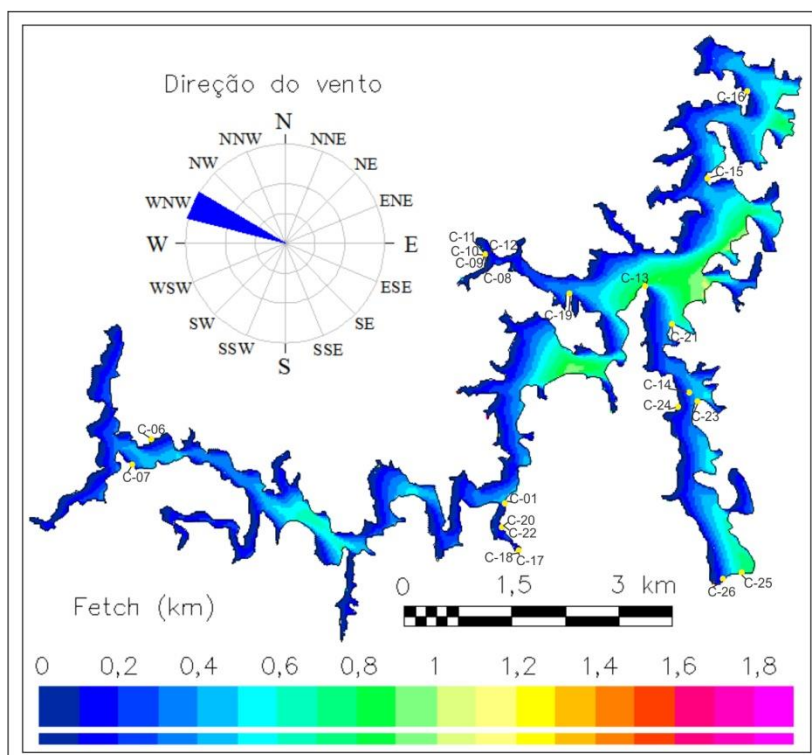


Figura 147: Campo de *Fetch* para a direção WNW; com ocorrências arqueológicas.

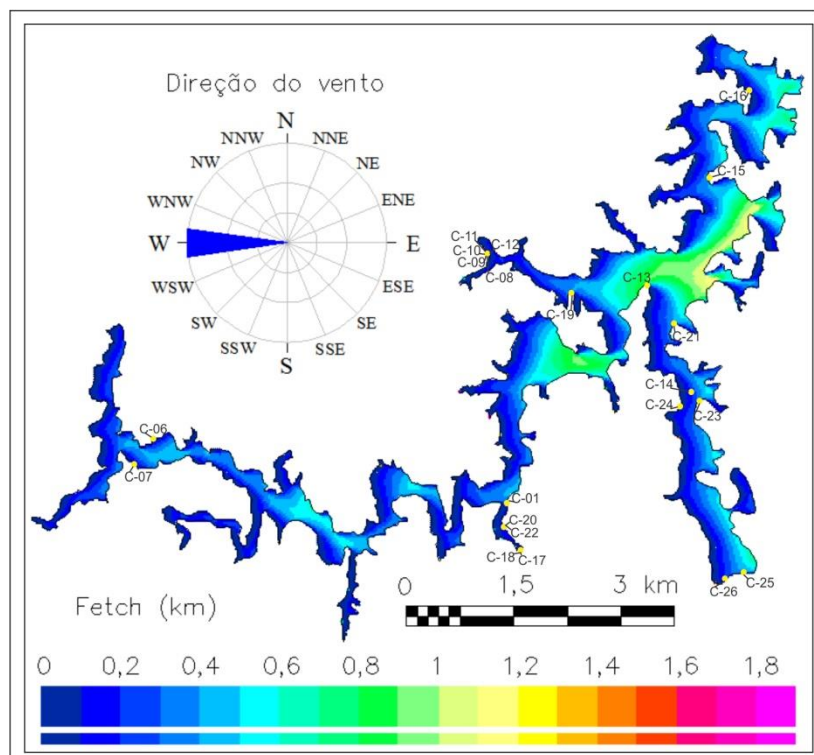


Figura 148: Campo de *Fetch* para a direção W; com ocorrências arqueológicas.

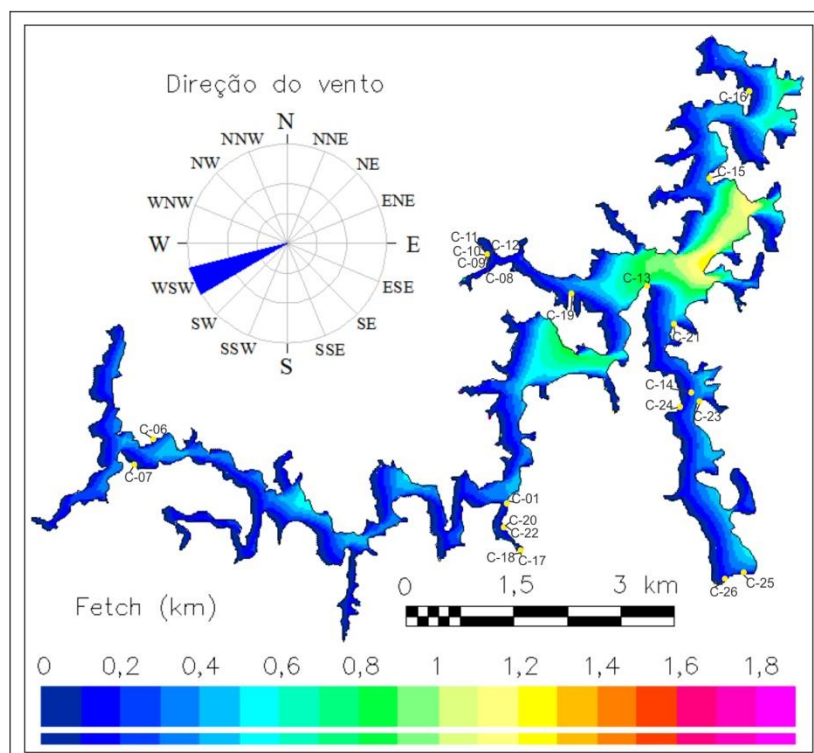


Figura 149: Campo de *Fetch* para a direção WSW; com ocorrências arqueológicas.

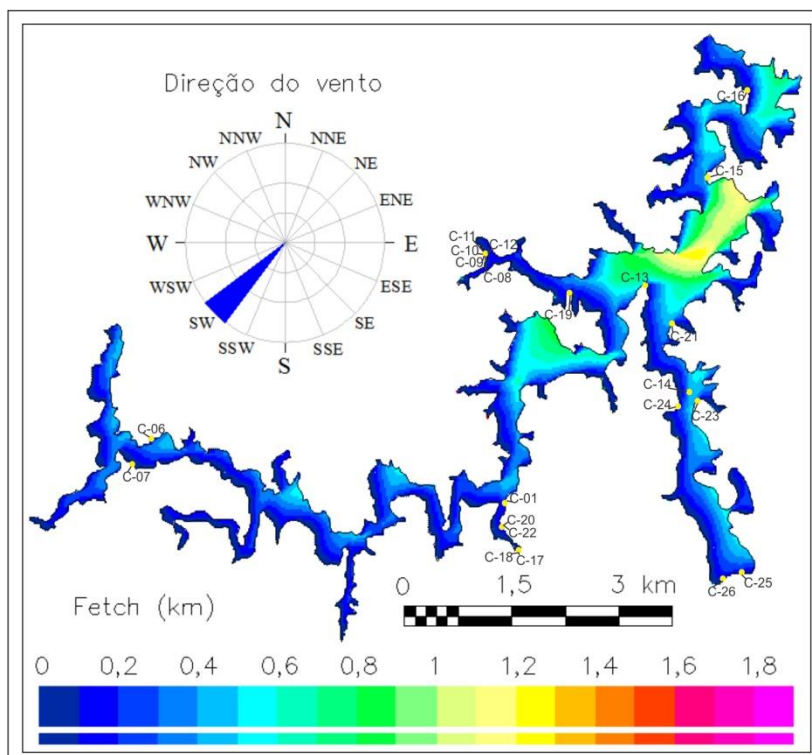


Figura 150: Campo de *Fetch* para a direção SW; com ocorrências arqueológicas.

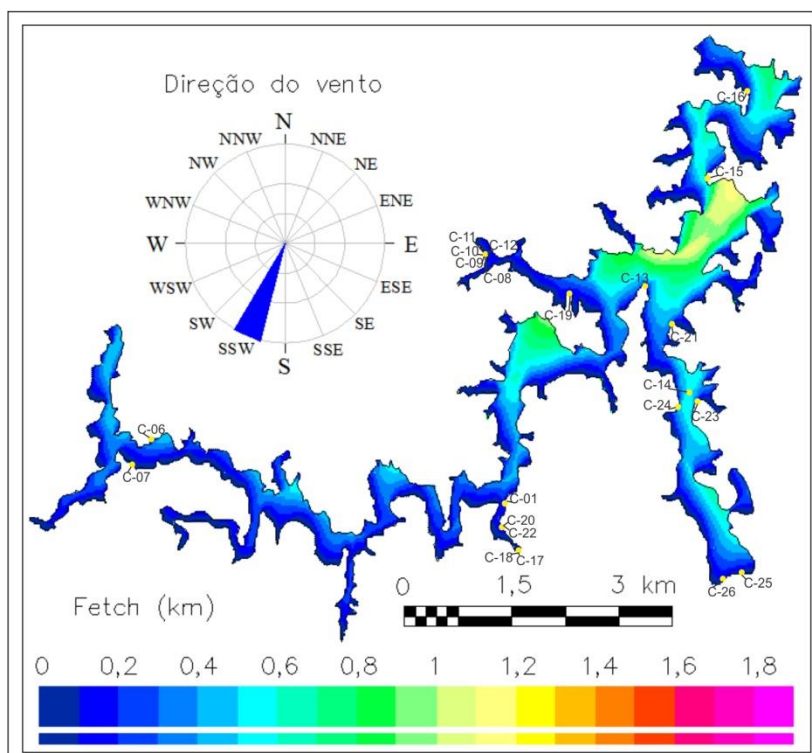


Figura 151: Campo de *Fetch* para a direção SSW; com ocorrências arqueológicas.

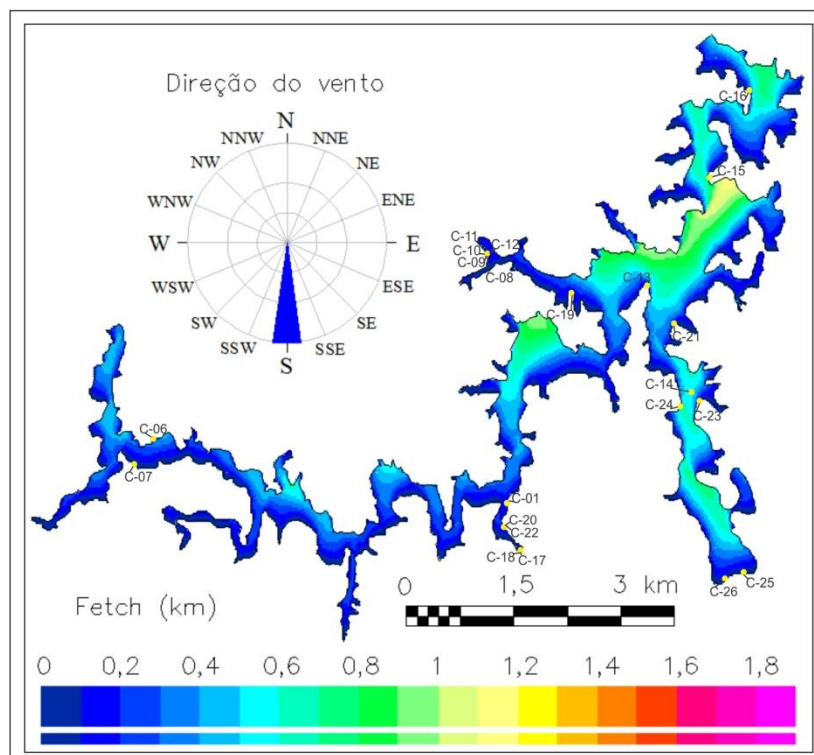


Figura 152: Campo de *Fetch* para a direção S; com ocorrências arqueológicas.

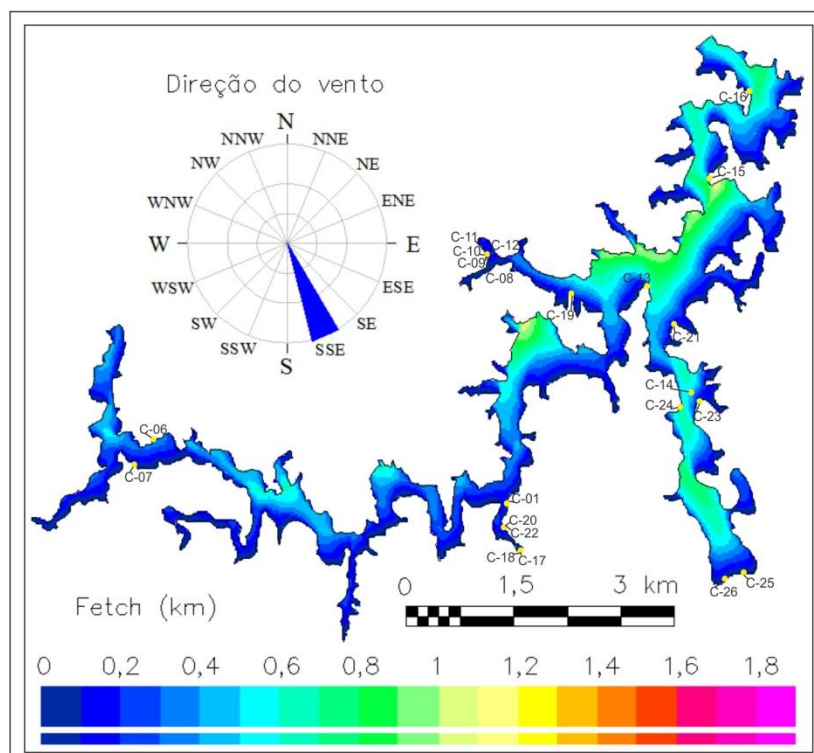


Figura 153: Campo de *Fetch* para a direção SSE; com ocorrências arqueológicas.

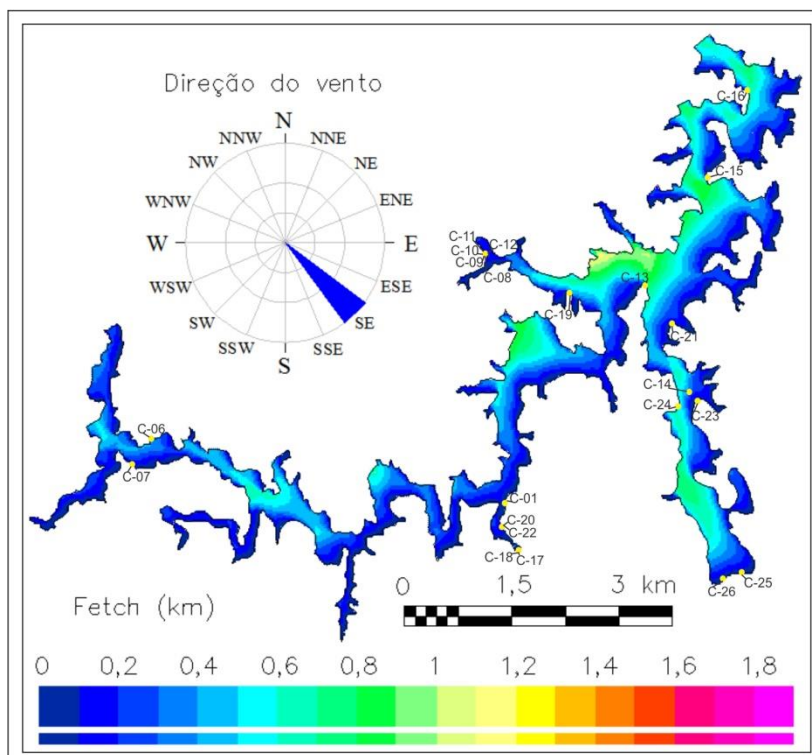


Figura 154: Campo de *Fetch* para a direção SE; com ocorrências arqueológicas.

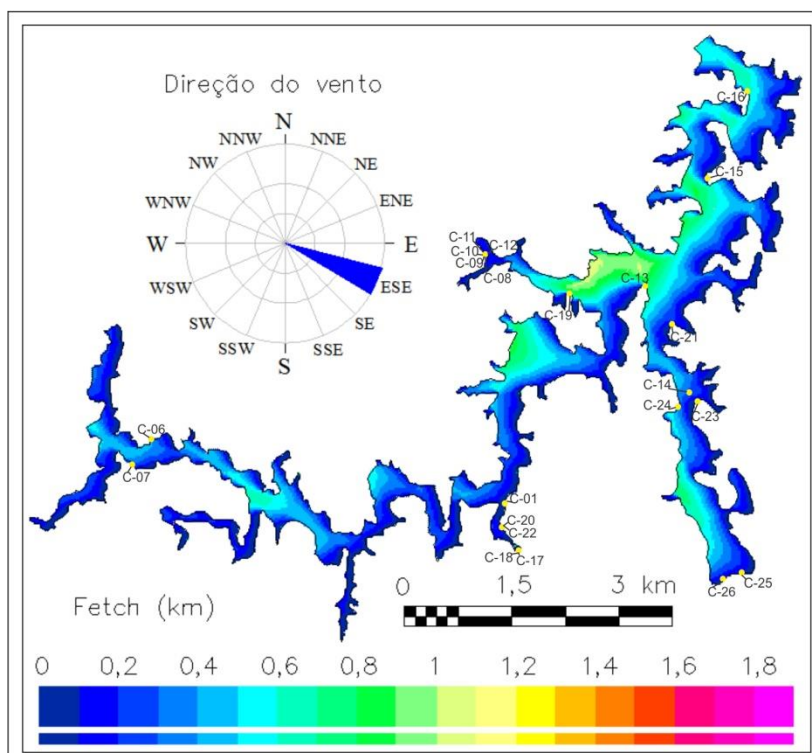


Figura 155: Campo de *Fetch* para a direção ESE; com ocorrências arqueológicas.

APÊNDICE 7 – CONTEXTUALIZAÇÃO DAS OCORRÊNCIAS DE REGISTROS ARQUEOLÓGICOS

| Detalhamento do Registro | Tipo da encosta | Feições e processo erosivos encontrados | Consequências gerais (Material arqueológico) | Dados de <i>Fetch</i> e energia | Observações |
|--|-----------------|---|--|--|--|
| C-01 Cerâmicas ligadas a colonização europeia. | M | | | Localizada em um compartimento mais protegido do reservatório, no qual o campo de <i>Fetch</i> médio é de aproximadamente 200 metros, e o maior campo de <i>Fetch</i> é na direção NNE com cerca de 0,5 km. Todavia a energia máxima de onda está relacionada a direção NNW, vento dominante, com um valor de 8,192. Com relação a energia média o valor ponderado com as frequências é de 2,2. | A ocorrência está localizada próxima ao perfil 8, pelas análises este perfil teve um volume erodido na ordem de 13,77 m ³ . Demonstrando desta forma a presença de processos erosivos representativos para a conservação do registro arqueológico. |
| C-02 Cerâmicas ligadas a grupos indígenas. | I | 1, 3, 6, 8 e 11 | a, c, g e j | | |
| C-03 Líticos e cerâmicas ligadas a grupos indígenas, materiais dispersos com cacos cerâmicos e uma lamina de machado polida. | S | 1, 2, 3, 4, 6 e 7 | a, b, c, e, k, e h | Localizada no principal compartimento do reservatório, com maiores campos de <i>Fetch</i> , no qual o campo de <i>Fetch</i> médio é de aproximadamente 0,412 km, e o maior campo de <i>Fetch</i> é na direção NNE com cerca de 1,1 km. Todavia a energia máxima de onda está relacionada a direção NNW, vento dominante, com um valor de 22,52. Com relação a energia média o valor ponderado com as frequências é de 4,64 | Esta ocorrência possui contexto semelhante ao perfil 4, os valores de campo de <i>Fetch</i> médio e energia ponderada se aproximam. Este perfil possui um valor aproximado de 4,6 m ³ de material erodido. Sua localização em compartimento semelhante ao do gradeamento, possibilita inferir que o registro pode sofrer deslocamento significativos. |

| | Tipo da encosta | Feições e processo erosivos encontrados | Consequências gerais (Material arqueológico) | Dados de <i>Fetch</i> e energia | Observações continuação |
|---|------------------------|--|---|---|--|
| C-04 Cerâmicas ligadas a grupos indígenas e colonização europeia. | E | 1, 2, 5 e 8 | a, b, e, h e k | Localizada em um compartimento mais protegido do reservatório, no qual o campo de <i>Fetch</i> médio é de aproximadamente 160 metros, e o maior campo de <i>Fetch</i> é na direção NW com cerca de 0,4 km. A energia máxima de onda está relacionada a mesma direção, com um valor de 8,192. Com relação a energia média o valor ponderado com as frequências é de 2,2. | Esta ocorrência foi registrada num topo de suave elevação e menor declividade com afloramentos de cascalhos e seixos. Apesar de localizada em compartimento bem distinto do perfil 14, seus dados de campo de <i>Fetch</i> e energia se assemelham, que apresenta um considerável valor de volume erodido, aproximadamente 14,2 m ³ . |
| C-05 Cerâmicas ligadas a grupos indígenas e colonização europeia. | | | | | |
| C-06 Líticos e cerâmicas ligadas a grupos indígenas. | M | | | Localizada em um compartimento mais protegido do reservatório, no qual o campo de <i>Fetch</i> médio é de aproximadamente 180 metros, e o maior campo de <i>Fetch</i> é na direção ENE com cerca de 0,5 km. Todavia a energia máxima de onda está relacionada a direção NNW, vento dominante, com um valor de 8,192. Com relação a energia média o valor ponderado com as frequências é de 2,4. | Esta ocorrência está localizada num dos compartimentos mais protegidos do reservatório, em momentos de grande estiagem, como a da presente pesquisa, não há nem mesmo presença de água. |

| | Tipo da encosta | Feições e processo erosivos encontrados | Consequências gerais (Material arqueológico) | Dados de <i>Fetch</i> e energia | Observações continuação |
|---|------------------------|--|---|--|---|
| <p>C-07</p> <p>Líticos e cerâmicas ligadas a grupos indígenas.</p> | M | | | Localizada em um compartimento mais protegido do reservatório, no qual o campo de <i>Fetch</i> médio é de aproximadamente 180 metros, e o maior campo de <i>Fetch</i> é na direção NE com cerca de 0,5 km. Todavia a energia máxima de onda está relacionada a direção NNW, vento dominante, com um valor de 8,192. Com relação a energia média o valor ponderado com as frequências é de 2,4. | Esta ocorrência está localizada num dos compartimentos mais protegidos do reservatório, em momentos de grande estiagem, como a da presente pesquisa, não há nem mesmo presença de água. |
| <p>C-08</p> <p>Líticos e cerâmicas ligadas a grupos indígenas.</p> | S | 1, 2, 3, 4, 6 e 7 | A, b, c, e, k, e h | Localizada em um dos compartimentos mais protegido do reservatório, no qual o campo de <i>Fetch</i> médio é de apenas 56 metros, e o maior campo de <i>Fetch</i> é na direção NNE com cerca de 0,2 km. Desta forma a energia máxima de onda está relacionada a esta direção é de 2,3. Com relação a energia média o valor ponderado com as frequências é de 0,8 | Numa das áreas mais protegidas das ondas, a ocorrência apresentava materiais incrustados no solo, superficialmente e junto a sedimentos dentro de ravinas. Identificada como uma encosta declividade média, possíveis processo erosivos sobre a ocorrência estariam relacionados à variação do nível e ao escoamento superficial. |

| | Tipo da encosta | Feições e processo erosivos encontrados | Consequências gerais (Material arqueológico) | Dados de <i>Fetch</i> e energia | Observações continuação |
|---|------------------------|--|---|---|---|
| <p>C-09</p> <p>Cerâmicas ligadas a colonização europeia e lascas de sílex, quartzo, artefatos líticos e pontas de flechas.</p> | S | 1, 2, 3, 4, 6 e 7 | a, b, c, e, k, e h | Localizada em um dos compartimentos mais protegido do reservatório, no qual o campo de <i>Fetch</i> médio é de apenas 56 metros, e o maior campo de <i>Fetch</i> é na direção NNE com cerca de 0,2 km. Desta forma a energia máxima de onda está relacionada a esta direção é de 2,3. Com relação a energia média o valor ponderado com as frequências é de 0,8 | <p>Numa das áreas mais protegidas das ondas, a ocorrência apresentava materiais em superfície. Identificada como uma encosta declividade média, possíveis processo erosivos sobre a ocorrência estariam relacionados à variação do nível e ao escoamento superficial.</p> |
| <p>C-10</p> <p>Cerâmica ligada a grupo indígena.</p> | | | | | |
| <p>C-11</p> <p>Líticos e cerâmicas ligadas a grupos indígenas.</p> | I | 1, 3, 6, 8 e 11 | a, c, g e j | Localizada no compartimento mais protegido do reservatório, no qual o campo de <i>Fetch</i> médio é de apenas 43 metros, e o maior campo de <i>Fetch</i> é na direção ENE com cerca de 0,2 km. Desta forma a energia máxima de onda está relacionada a esta direção é de 1,1. Com relação a energia média o valor ponderado com as frequências é de 0,5 | Ocupando uma área mais plana em uma encosta de declividade média a alta, a ocorrência apresentava deposição de sedimentos. Não obstante as poucas informações, a ocorrência ali identificada teria processos erosivos de baixa ou mediana magnitude. |

| | Tipo da encosta | Feições e processo erosivos encontrados | Consequências gerais (Material arqueológico) | Dados de <i>Fetch</i> e energia | Observações continuação |
|---|------------------------|--|---|--|---|
| <p>C-12</p> <p>Líticos e cerâmicas ligadas a grupos indígenas.</p> | S | 1, 2, 3, 4, 6 e 7 | a, b, c, e, k, e h | <p>Localizada no compartimento mais protegido do reservatório, no qual o campo de <i>Fetch</i> médio é de apenas 43 metros, e o maior campo de <i>Fetch</i> é na direção ENE com cerca de 0,2 km. Desta forma a energia máxima de onda está relacionada a esta direção é de 1,1. Com relação a energia média o valor ponderado com as frequências é de 0,5</p> | <p>Ocupando a meia encosta de suave declividade e características de terraço fluvial. Apresentava perturbações antrópicas e o material lítico estava esparso na encosta e no corte de barranco (estrada).</p> |
| <p>C-13</p> <p>Líticos e cerâmicas ligadas a grupos indígenas.</p> | E | 1, 2, 5 e 8 | a, b, e, h e k | <p>Localizada no principal compartimento do reservatório, no qual o campo de <i>Fetch</i> médio é de 0,656 km, e o maior campo de <i>Fetch</i> é na direção ENE com cerca de 1,1km. Todavia a energia máxima de onda está relacionada a direção NW, com um valor de 16,38. Com relação a energia média o valor ponderado com as frequências é de 8,46.</p> | <p>Esta ocorrência possui contexto semelhante ao perfil 17, os valores de campo de <i>Fetch</i> médio e energia ponderada se aproximam. Com um valor aproximado de 67,9 m³ de material erodido. O registro de muitos materiais em superfícies indicam o alto grau de alteração da ocorrência e os intensos processos erosivos e de transporte de sedimentos.</p> |

| | Tipo da encosta | Feições e processo erosivos encontrados | Consequências gerais (Material arqueológico) | Dados de <i>Fetch</i> e energia | Observações continuação |
|---|------------------------|--|---|--|--|
| <p>C-14</p> <p>Líticos e cerâmicas ligadas a grupos indígenas.</p> | E | 1, 2, 5 e 8 | a, b, e, h e k | Localizada em um compartimento intermediário do reservatório, no qual o campo de <i>Fetch</i> médio é de 293 metros, e o maior campo de <i>Fetch</i> é na direção S com cerca de 0,6 km. A energia máxima de onda está relacionada a direção NNW, com um valor de 8,192. Com relação a energia média o valor ponderado com as frequências é de 3,4. | A ocorrência está localizada no topo de uma antiga feição, emergindo apenas quando o reservatório apresenta baixas do nível. Sendo assim os processos envolvidos estão muito mais relacionados a perturbações em subsuperfície do que o impacto direto de ondas. |
| <p>C-15</p> <p>Líticos e cerâmicas ligadas a grupos indígenas.</p> | | | | Localizada no principal compartimento do reservatório, com maiores campos de <i>Fetch</i> , no qual o campo de <i>Fetch</i> médio é de aproximadamente 0,38 km, e o maior campo de <i>Fetch</i> é na direção SSE com cerca de 1 km. A energia máxima de onda está relacionada a mesma direção, com um valor de 12,28. Com relação a energia média o valor ponderado com as frequências é de 5,89 | |

| | Tipo da encosta | Feições e processo erosivos encontrados | Consequências gerais (Material arqueológico) | Dados de <i>Fetch</i> e energia | Observações continuação |
|--|------------------------|--|---|---|--|
| C-16 Líticos e cerâmicas ligadas a grupos indígenas. | | | | Localizada no compartimento mais protegido do reservatório, com maiores campos de <i>Fetch</i> , no qual o campo de <i>Fetch</i> médio é de aproximadamente 0,27 km, e o maior campo de <i>Fetch</i> é na direção SSE com cerca de 0,8 km. A energia máxima de onda está relacionada a mesma direção, com um valor de 9,2. Com relação a energia média o valor ponderado com as frequências é de 4,36 | |
| C-17 Cerâmicas ligadas a colonização europeia. | | | | Localizada em um dos compartimentos mais protegido do reservatório, no qual o campo de <i>Fetch</i> médio é de praticamente 5 metros, e o maior campo de <i>Fetch</i> é na direção ENE com cerca de 0,1km. Desta forma a energia máxima de onda está relacionada a esta direção é de 0,1. Com relação a energia média o valor ponderado com as frequências é de 0,01 | Ocupando uma área mais plana em uma encosta de declividade média a alta, a ocorrência apresentava deposição de sedimentos. Não obstante as poucas informações, a ocorrência ali identificada teria processos erosivos de baixa ou mediana magnitude. |

| | Tipo da encosta | Feições e processo erosivos encontrados | Consequências gerais (Material arqueológico) | Dados de <i>Fetch</i> e energia | Observações continuação |
|---|------------------------|--|---|---|--|
| <p>C-18</p> <p>Cerâmicas ligadas a colonização europeia.</p> | | | | <p>Localizada em um dos compartimentos mais protegido do reservatório, no qual o campo de <i>Fetch</i> médio é de praticamente 5 metros, e o maior campo de <i>Fetch</i> é na direção ENE com cerca de 0,1km. Desta forma a energia máxima de onda está relacionada a esta direção é de 0,1. Com relação a energia média o valor ponderado com as frequências é de 0,01</p> | <p>Ocupando uma área mais plana em uma encosta de declividade média a alta, a ocorrência apresentava deposição de sedimentos. Não obstante as poucas informações, a ocorrência ali identificada teria processos erosivos de baixa ou mediana magnitude.</p> |
| <p>C-19</p> <p>Líticos e cerâmicas ligadas a grupos indígenas.</p> | <p>M</p> | | | <p>Localizada no principal compartimento do reservatório, no qual o campo de <i>Fetch</i> médio é de 0,41 km, e o maior campo de <i>Fetch</i> é na direção ENE com cerca de 1,1km. A energia máxima de onda está relacionada a mesma direção, com um valor de 12,67 Com relação a energia média o valor ponderado com as frequências é de 5,17.</p> | <p>Esta ocorrência possui contexto semelhante ao perfil 17, os valores de campo de <i>Fetch</i> médio e energia ponderada se aproximam. Este perfil possui um valor aproximado de 67,9 m³ de material erodido. O registro de muitos materiais em superfícies indicam o alto grau de alteração da ocorrência e os intensos processos erosivos e de transporte de sedimentos.</p> |

| | Tipo da encosta | Feições e processo erosivos encontrados | Consequências gerais (Material arqueológico) | Dados de <i>Fetch</i> e energia | Observações continuação |
|---|-----------------|---|--|---|--|
| C-20 Cerâmicas ligadas a colonização europeia. | I | 1, 3, 6, 8 e 11 | a, c, g e j | Localizada em um compartimento mais protegido do reservatório, no qual o campo de <i>Fetch</i> médio é de aproximadamente 110 metros, e o maior campo de <i>Fetch</i> é na direção NNE com cerca de 0,3 km. Todavia a energia máxima de onda está relacionada a direção N, com um valor de 6,14. Com relação a energia média o valor ponderado com as frequências é de 1,23. | A ocorrência está localizada próxima ao perfil 9, pelas análises este perfil teve um volume erodido na ordem de 6,84 m ³ . Demonstrando desta forma a presença de processos erosivos representativos para a conservação do registro arqueológico. |
| C-21 Cerâmicas ligadas a colonização europeia | S e B | 1, 2, 3, 4, 6 e 7 5, 9 e 10 | a, b, c, e, k, e h, i | | |
| C-22 Líticos e cerâmicas ligadas a grupos indígenas. E fogueiras. | | | | | |
| C-23 Líticos e cerâmicas ligadas a grupos indígenas. | M | | | Localizada em um compartimento mais protegido do reservatório, no qual o campo de <i>Fetch</i> médio é de aproximadamente 270 metros, e o maior campo de <i>Fetch</i> é na direção NNW com cerca de 0,5 km. Todavia a energia máxima de onda está relacionada a direção N, com um valor de 10,24. Com relação a energia média o valor ponderado com as frequências é de 2,86. | A ocorrência está localizada próxima ao perfil 7, pelas análises este perfil teve um volume erodido na ordem de 9,15 m ³ . Demonstrando desta forma a presença de processos erosivos representativos para a conservação do registro arqueológico. |

| | Tipo da encosta | Feições e processo erosivos encontrados | Consequências gerais (Material arqueológico) | Dados de <i>Fetch</i> e energia | Observações continuação |
|--|------------------------|--|---|--|-----------------------------------|
| C-24 Líticos e cerâmicas ligadas a grupos indígenas. | | | | Localizada em um compartimento mais protegido do reservatório, no qual o campo de <i>Fetch</i> médio é de aproximadamente 260 metros, e o maior campo de <i>Fetch</i> é na direção NNW com cerca de 0,7 km. A energia máxima de onda está relacionada a mesma direção, com um valor de 14,33. Com relação a energia média o valor ponderado com as frequências é de 3,73. | |
| C-25 Cerâmicas ligadas a colonização europeia | B | 1, 2, 5, 9 e 10 | a, b, e e i | Esta ocorrência está localizada em um compartimento mais protegido do reservatório, no qual o campo de <i>Fetch</i> médio é de aproximadamente 250 metros, e o maior campo de <i>Fetch</i> é na direção NNE com cerca de 0,3 km. Todavia a energia máxima de onda está relacionada a direção N, com um valor de 6,14. Com relação a energia média o valor ponderado com as frequências é de 3,04 | |

| | Tipo da encosta | Feições e processo erosivos encontrados | Consequências gerais (Material arqueológico) | Dados de <i>Fetch</i> e energia | Observações continuação |
|--|------------------------|--|---|---|---|
| C-26 Cerâmicas ligadas a colonização europeia | B | 1, 2, 5, 9 e 10 | a, b, e e i | Localizada em um compartimento mais protegido do reservatório, no qual o campo de <i>Fetch</i> médio é de aproximadamente 250 metros, e o maior campo de <i>Fetch</i> é na direção NNE com cerca de 0,3 km. Todavia a energia máxima de onda está relacionada a direção N, com um valor de 6,14. Com relação a energia média o valor ponderado com as frequências é de 3,04 | |
| C-27 Líticos e cerâmicas ligadas a grupos indígenas. | | | | | |
| L-02 Lâmina de machado polida. | M | | | Localizada em um compartimento mais protegido do reservatório, no qual o campo de <i>Fetch</i> médio é de aproximadamente 180 metros, e o maior campo de <i>Fetch</i> é na direção ENE com cerca de 0,5 km. Todavia a energia máxima de onda está relacionada a direção NNW, vento dominante, com um valor de 8,192. Com relação a energia média o valor ponderado com as frequências é de 2,4. | Esta ocorrência está localizada num dos compartimentos mais protegidos do reservatório, em momentos de grande estiagem, como a da presente pesquisa, não há nem mesmo presença de água. |

| | Tipo da encosta | Feições e processo erosivos encontrados | Consequências gerais (Material arqueológico) | Dados de <i>Fetch</i> e energia | Observações continuação |
|--|------------------------|--|---|---|--|
| L-03 Raspadores e lascas de sílex. | S e B | 1, 2, 3, 4, 6 e 7 5, 9 e 10 | a, b, c, e, k, e h, i | Localizada em um compartimento mais protegido do reservatório, no qual o campo de <i>Fetch</i> médio é de aproximadamente 110 metros, e o maior campo de <i>Fetch</i> é na direção NNE com cerca de 0,3 km. Todavia a energia máxima de onda está relacionada a direção N, com um valor de 6,14. Com relação a energia média o valor ponderado com as frequências é de 1,23. | A ocorrência está localizada próxima ao perfil 9, pelas análises este perfil teve um volume erodido na ordem de 6,84 m ³ . Demonstrando assim a presença de processos erosivos representativos para a conservação do registro arqueológico. |
| L-04 Lâmina de machado polida. | S | 1, 2, 3, 4, 6 e 7 | a, b, c, e, k, e h | Localizada em um compartimento mais protegido do reservatório, no qual o campo de <i>Fetch</i> médio é de aproximadamente 180 metros, e o maior campo de <i>Fetch</i> é na direção ENE com cerca de 0,5 km. Todavia a energia máxima de onda está relacionada a direção NNW, vento dominante, com um valor de 8,192. Com relação a energia média o valor ponderado com as frequências é de 2,4. | Esta ocorrência está localizada num dos compartimentos mais protegidos do reservatório, em momentos de grande estiagem, como a da presente pesquisa, não há nem mesmo presença de água. |

| | Tipo da encosta | Feições e processo erosivos encontrados | Consequências gerais (Material arqueológico) | Dados de <i>Fetch</i> e energia | Observações continuação |
|--|------------------------|--|---|---|---|
| L-05 Fogueiras ligadas a grupos indígenas; | S e B | 1, 2, 3, 4, 6 e 7 5, 9 e 10 | a, b, c, e, k, e h, i | Localizada em um dos compartimentos mais protegido do reservatório, no qual o campo de <i>Fetch</i> médio é de apenas 56 metros, e o maior campo de <i>Fetch</i> é na direção NNE com cerca de 0,2 km. Desta forma a energia máxima de onda está relacionada a esta direção é de 2,3. Com relação a energia média o valor ponderado com as frequências é de 0,8 | Numa das áreas mais protegidas das ondas, a ocorrência apresentava materiais incrustados no solo, superficialmente e junto a sedimentos dentro de ravinas. Identificada como uma encosta declividade média, possíveis processo erosivos sobre a ocorrência estariam relacionados à variação do nível e ao escoamento superficial. |
| L-08 e L-09 | | | | Localizada em um compartimento mais protegido do reservatório, no qual o campo de <i>Fetch</i> médio é de aproximadamente 250 metros, e o maior campo de <i>Fetch</i> é na direção NNE com cerca de 0,3 km. Todavia a energia máxima de onda está relacionada a direção N, com um valor de 6,14. Com relação a energia média o valor ponderado com as frequências é de 3,04 | |

Fonte: adaptado de MIGUEL (2000).