

**VISIBILIDADE DE VESTÍGIOS ARQUEOLÓGICOS E SUA RELAÇÃO COM A  
MORFODINÂMICA DUNAR – ESTUDO DE CASO DO SÍTIO RS-LC: 73**  
VISIBILITY OF ARCHAEOLOGICAL TRACES AND ITS RELATION WITH DUNE  
MORPHODYNAMICS – RESEARCH OF THE SITE RS-LC: 73

Cleiton Silva da Silveira  
Christian Garcia Serpa

Vol. XII | n°23 | 2015 | ISSN 2316 8412



# Visibilidade de Vestígios Arqueológicos e sua Relação com a Morfodinâmica Dunar

## – Estudo de caso do sítio RS-LC: 73

Cleiton Silva da Silveira<sup>1</sup>  
Christian Garcia Serpa<sup>2</sup>

**Resumo:** Diversos fatores perturbam o registro arqueológico, entre eles está a movimentação das massas de areia no sítio e o tráfego de pessoas e animais pela região. Esta pesquisa tem por objetivo auxiliar na compreensão da dinâmica dunar que influi na visibilidade dos vestígios arqueológicos do sítio RS - LC: 73 através da aplicação de ferramentas da Geodésia e da Topografia. Buscou-se identificar a relação existente entre os padrões de intensidade e direção do vento durante o período de estudo e a movimentação das dunas que nos dias atuais compõem uma parte do sítio arqueológico. Desta forma possibilitou um maior entendimento sobre o comportamento do sítio e a realização de considerações dedutivas sobre seu aspecto no futuro.

**Palavras-chave:** Geoarqueologia, Topografia, Sítios em Dunas.

**Abstract:** Several factors disturb the archaeological registry such as the movement of sand masses and the traffic of people and animals in the area. This research aims to assist about the comprehension of the dune dynamics impacts on the visibility of the archaeological marks of the site RS - LC: 73 through the application of Geodesy and Topography tools. This work have sought to identify the relation between the intensity measures and wind directions during the period of study and the movement of dunes that nowadays set up part of the archaeological site. Thus, it enabled wide understanding of the site behavior and the achievement of deductive considerations about its aspects in the future.

**Keywords:** Geoarchaeology, Topography, Sites in dunes.

### O SÍTIO RS - LC: 73

O objeto de estudo deste trabalho é o sítio arqueológico RS - LC: 73, registrado no Laboratório de Ensino e Pesquisa em Arqueologia e Antropologia – LEPAN da Universidade Federal do Rio Grande – FURG no ano de 2013. O sítio encontra-se em uma área de dunas livres, próxima a Lagoa dos Patos nas coordenadas  $-31^{\circ} 58' 22,28''$ ,  $-52^{\circ} 1' 11,43''$ <sup>3</sup>, município de São José do Norte/RS (Figura 1).

<sup>1</sup> Bacharel em Arqueologia pela Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Brasil. E-mail: arqueo.cleiton@gmail.com.

<sup>2</sup> Doutor em Oceanologia física, química e geológica. Professor adjunto da Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Brasil. E-mail: christianserpa@yahoo.com.br.

<sup>3</sup> Coordenadas no sistema UTM: 22 J 403640,00 m E 6462119,00 m S.



**Figura 1:** Localização do município. Fonte: IBGE.

Sítios com estas características são chamados de: *sítios sobre dunas*, *sítios erodidos sobre dunas*, *sítios dunares*, *sítios eólicos*, conforme consta na bibliografia consultada (ETCHEVARNE, 1992; PESTANA, 2006, 2007; RIBEIRO *et al.*, 1997, 2004; SILVA, 2003; TALGIANI *et al.*, 2000; THIESEN, 2011, entre outros).

De acordo com Etchevarne (1992, p. 61), que trata de sítios dunares do rio São Francisco:

Outra característica que os identifica [os sítios dunares] é a marcada setorização dos vestígios, compondo um conjunto de manchas arqueológicas, alternadas por espaços de relevo dunar. Em síntese, cada sítio arqueológico está composto pela unidade geomorfológica (dunas) que o define e pela totalidade dos setores ocorrentes.

Entendeu-se neste caso que o sítio RS – LC: 73 está em uma relação entre as áreas de dunas e os afloramentos de vestígios arqueológicos, e estas cobrem e descobrem diferentes áreas com material arqueológico ao longo do tempo. Pode-se dizer, portanto, que o sítio em estudo é envolto por dunas e apresenta setores com material arqueológico visível, que são expostos em *blowouts*, ou seja, áreas de depressão em meio às dunas.

O material encontrado no sítio coincide com os da tradição arqueológica Tupiguarani, com abundantes fragmentos de cerâmica com decoração corrugada além de ossos, conchas, coquinhos calcinados e também abundantes materiais líticos de diferentes matérias primas. Neste breve texto não será possível descrever em detalhe a totalidade do material arqueológico encontrado, ficando aberta a possibilidade (e a necessidade) de mais trabalhos no sítio.

Estima-se que o sítio ocupe ao menos 60.000 metros quadrados (m<sup>2</sup>), com aproximadamente 300 metros (m) de comprimento e 200m de largura. A dimensão do sítio é aproximada, pois a movimentação do campo de dunas altera a posição do material arqueológico visível. Na Figura 2 se observa grande quantidade e diversidade de materiais em meio à areia. Ossos e conchas tendem a ser os mais afetados pela intempérie e erosão causada pelo transporte eólico, sem mencionar a movimentação de pessoas e animais pelo local.



Figura 2: Imagem do sítio. Fonte: Autor.

### FATORES MORFOCLIMÁTICOS E O REGISTRO ARQUEOLÓGICO

O clima no Rio Grande do Sul é classificado como Subtropical Temperado, é afetado pelas massas de ar *South Atlantic Tropical Anticyclone* (SATA), *Polar Migratory Anticyclone* (PMA) e *West Low* (WL). O SATA é predominante nos meses quentes, primavera-verão, gradientes de pressão entre o SATA e WL geram ventos de E-NE (Leste – Nordeste). Durante as estações frias, outono-primavera o PMA é mais ativo, predominando os ventos ciclônicos (frentes frias) na direção S-SW (Sul – Sudoeste) (MARTINHO, 2008, p. 68-69). Para este trabalho foram utilizados dados climáticos do município de Rio Grande, localizado a 8 km de São José do Norte. Na região os ventos dominantes são Nordeste e Sudoeste, 22,3% e 13,5% respectivamente (*Idem*).

Martinho (2008) infere em sua tese que tanto o Potencial de Deriva de areia (DP), ou seja, a tendência que a areia possui de se movimentar devido a uma determinada força e direção de ventos,

quanto a Direção de Deriva Resultante (RDD), que é a provável direção para onde a duna vai se mover, tendem a mudar sazonalmente. Conhecendo os padrões climáticos seria possível estipular o comportamento do campo de dunas, e assim compreender as mudanças na visibilidade dos vestígios arqueológicos do sítio, ainda segundo Martinho (2008, p. 90)<sup>4</sup>:

In the passage from summer to fall the NE winds decrease in speed and frequency and the W winds increase. Months with the highest DP's are September, October and November, and the association with low values of precipitation in October and November makes spring the season with highest dune migration rates with RDD to the SW. The end of winter (August/September) is the period of the year with highest rainfall and low DP's during August making this season the lowest potential dune migration period.

Ambientes costeiros são marcados por possuírem frequentes mudanças tanto espaciais quanto temporais, resultando uma variedade de feições geomorfológicas e geológicas. Esse dinamismo é devido à ação das ondas, correntes de maré, correntes litorâneas e influências antrópicas (ROSSETI, 2008, p. 247). Sítios arqueológicos nestes ambientes sofrem processos deposicionais tais como o soterramento, erosão, abrasão, deslocamento de materiais, falta de evidência estratigráfica, etc., todos estes fatores desencadeados pelo vento atuando na movimentação das massas de areia que recobrem os sítios e suas redondezas (HERZ, GARRISON, 1998, p. 32; PESTANA, 2007, p. 18; SILVA, 2003, p. 52).

Sítios em áreas de dunas foram pouco estudados no sul do Brasil, não existindo uma ampla bibliografia sobre o tema, entretanto, sítios semelhantes foram encontrados no litoral nordeste do país e:

[...] são fortemente marcados pela dinâmica dunar que determinou sua conformação atual. Sofreram a ação de agentes naturais que provocaram grandes modificações pós-deposicionais, entre elas a movimentação horizontal e/ou vertical de artefatos e estruturas. Essas modificações são consequências dos processos de transporte e sedimentação atuantes na área de dunas (SILVA, 2003, p. 13).

Conhecer o clima (e o paleoclima) de uma determinada região é importante para entender o processo de formação do registro arqueológico, para perceber como o sítio se comporta frente à dinâmica

---

<sup>4</sup>Tradução livre: Na passagem do verão para o outono, ventos NE diminuem em velocidade e frequência e os ventos W aumentam. Meses com maior DP são Setembro, Outubro e Novembro, e a associação com baixos valores de precipitação em Outubro e Novembro, faz da primavera a estação com maiores taxas de migração de dunas com RDD para SW. O final do inverno (Agosto/Setembro) é o período do ano com mais chuvas e baixo DP durante agosto fazendo desta estação a com menor potencial de migração de dunas.

do ambiente e ainda como o arqueólogo pode usar estas informações para aumentar a eficácia de suas pesquisas.

## METODOLOGIA

### Dados Meteorológicos

Para este trabalho foram utilizados os dados meteorológicos de duas fontes distintas, a primeira é o livro “Normais Climatológicas Provisórias de 1991 a 2000 para Rio Grande, RS” (KRUSCHE *et al.*, 2002). A segunda fonte é o banco de dados da Estação Meteorológica de Observação de Superfície Automática<sup>5</sup> de Rio Grande (código A802), consultado através do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). Para cada período de análise foram criadas Rosas dos Ventos com o software WRPLOT<sup>®</sup>, utilizando os dados (horários) de direção e velocidade dos ventos, e precipitação. A estação automática de Rio Grande foi escolhida por ser a mais próxima da área do sítio arqueológico (18 quilômetros).

---

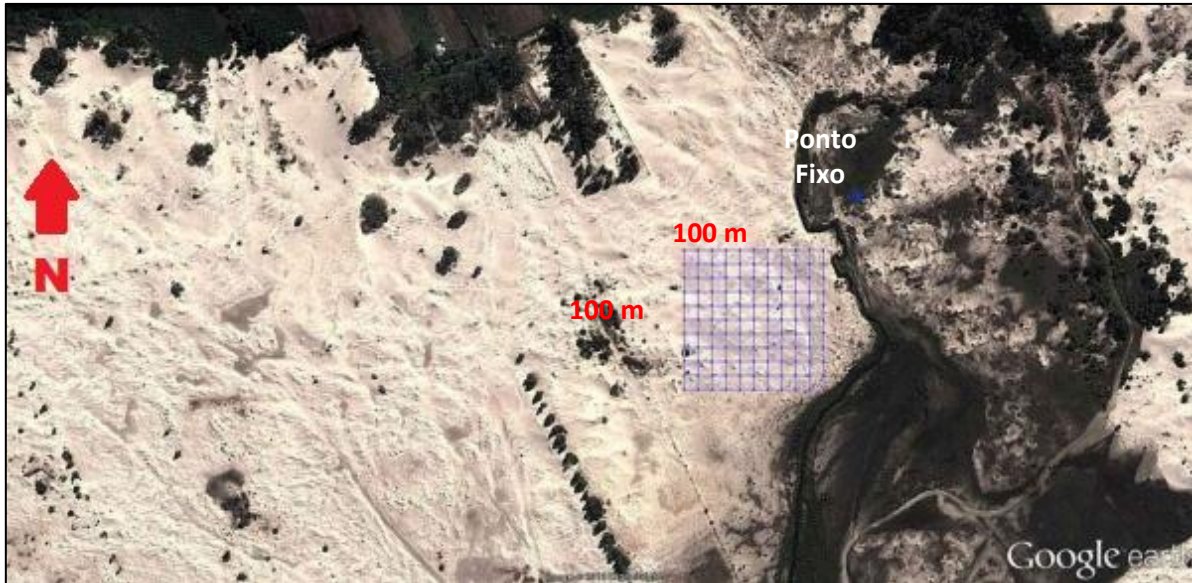
<sup>5</sup>Uma estação meteorológica de superfície automática é composta de uma unidade de memória central (*data logger*), ligada a vários sensores dos parâmetros meteorológicos (pressão atmosférica, temperatura e umidade relativa do ar, precipitação, radiação solar, direção e velocidade do vento, etc.), que integra os valores observados minuto a minuto e os armazena automaticamente a cada hora. Fonte: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas> acesso em 10/09/2013.

Normais Climatológicas Provisórias da Estação Meteorológica n°, de Rio Grande no Período de 1991 a 2000 (Dados selecionados).						
	Precipitação (mm)	Evaporação (mm)	Direção Média do Vento (°)	Média da Intensidade do Vento (m/s)	1° Direção Predominante	2° Direção Predominante
Janeiro	85,31	124,51	82 (E)	3,87	NE	SE
Fevereiro	112,73	103,50	91 (E)	3,68	NE	SE
Março	93,79	108,88	87 (E)	3,24	NE	SE
Abril	123,49	83,73	111 (E)	3,26	NE	SW
Maiο	102,95	63,74	191 (S)	2,62	SW	NE
Junho	117,78	49,17	280 (W)	2,8	NE	SW
Julho	147,68	51,46	246 (SW)	3,12	NE	SW
Agosto	109,93	59,82	103 (E)	3,22	NE	SW
Setembro	101,59	78,06	93(E)	3,95	NE	SW
Outubro	112,75	86,39	84 (E)	4,28	NE	SE
Novembro	98,16	107,26	82 (E)	4,13	NE	SE
Dezembro	93,85	124,45	84 (E)	3,75	NE	SE
Ano	1.300,01	1.040,97	89 (E)	3,49	NE	SE

**Tabela 1:** Normais Climatológicas de Rio Grande 1991 a 2000. Modificado de Krusche *et al.* (2002, p. 79).

## Análise do Terreno

Visando a definição de uma área de pesquisa comum a todas as campanhas de coleta de dados topográficos e aos respectivos locais de ocorrência de material arqueológico, estabeleceu-se uma grade regular sobre uma porção do sítio RS - LC: 73 (Figura 3), com 10.000m<sup>2</sup> (100x100m). A área foi selecionada por apresentar o maior número de *blowouts* próximos uns aos outros com material arqueológico visível na superfície. Com o GPS geodésico, modelo Leica GS15 com correção cinemática em tempo real, foram coletados dados planialtimétricos em cada ponto da grade pelo método “*Stop and Go*” totalizando 121 pontos. Este procedimento foi aplicado em quatro saídas de campo, com a coleta de dados nos mesmos pontos.



**Figura 3:** Área do sítio e grade regular para a coleta de dados topográficos sobre imagem do Google Earth.

As saídas de campo para a coleta de dados foram efetuadas nos meses Junho (2013), Setembro (2013), Novembro (2013) e Janeiro (2014), e a programação foi estabelecida sobre dois parâmetros: o tempo hábil para a exequibilidade do projeto, e a distribuição das saídas de acordo com a condição dos ventos, baseado nas normais climatológicas da região.

A técnica de posicionamento utilizada confere uma acurácia de 20 milímetros (mm) aos pontos de interesse. A metodologia escolhida para a coleta de dados de campo mostrou-se mais rápida e precisa do que a opção inicial, com Estação Total e Prisma, indo de encontro às propostas metodológicas de Lancaster (2009, p. 19) e Conolly e Lake (2006, p. 64). Para observar o comportamento da área do sítio, foram criados modelos numéricos do terreno (MNT), sobrepostos pela grade de pontos sinalizando locais de ocorrência de material arqueológico.

Para o processamento dos dados coletados foi utilizado o software Surfer 11<sup>®</sup>, iniciando pela conversão das altitudes geométricas (referentes ao elipsoide) em ortométricas ( $H$ ) (referidas ao nível médio do mar ou ao geóide)<sup>6</sup>. Os dados da altitude geométrica ( $h$ ) foram subtraídos pelos da ondulação geoidal da área de estudo ( $N$ ), neste caso 8,16m (valor calculado pelo modelo MAPGEO 2010 – IBGE). A fórmula que segue representa este processo:  $H = h - N$ . Assim os valores dos 121 pontos coletados estão referenciados ao nível do mar/geóide. O modelo numérico do terreno foi realizado utilizando o método de interpolação *Curvatura Mínima* e a partir deste, criadas as cartas topográficas com curvas de nível e de superfície em três dimensões (3D).

<sup>6</sup> Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/modelo\\_geoidal.shtml](http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/modelo_geoidal.shtml)>. Acesso em: 11/09/2013.



Foi realizada também a verificação do erro residual da interpolação, ou seja, a diferença entre o valor interpolado e o valor coletado em campo. Para tanto foi utilizada a ferramenta “*Residuals*” do software Surfer<sup>®</sup>. Também foi possível calcular o volume de areia presente na malha através da ferramenta “*Volume*”. Cabe ressaltar que os volumes foram calculados a partir de um referencial comum (geoide) e se referem ao pacote arenoso na área em estudo em cada uma das saídas de campo.

Para verificar o processo erosivo e deposicional, foi necessário o cálculo da diferença ( $\Delta Z$ ) entre as altitudes medidas em uma e outra data. Os valores de Z são as alturas ortométricas (H) de cada ponto no terreno. Logo se verificou a diferença da segunda saída pela primeira, da terceira pela segunda, e da quarta pela terceira. Se o valor da diferença em Z for positivo significa que naquele ponto específico ocorreu deposição de sedimento, se o valor for negativo indica erosão; sendo esse cálculo feito para os 121 pontos coletados.

Também foi realizada uma comparação adicional, entre a última saída de campo e a primeira, o que estabelece os valores totais de erosão e deposição em todo o período de análise (Junho de 2013 a Janeiro de 2014). As estimativas para o comportamento futuro do sítio foram realizadas com base nos dados das normais climatológicas (KRUSCHE *et al.*, 2002) e nos cálculos de potencial de deriva de areia para o município de Rio Grande (MARTINHO, 2008).

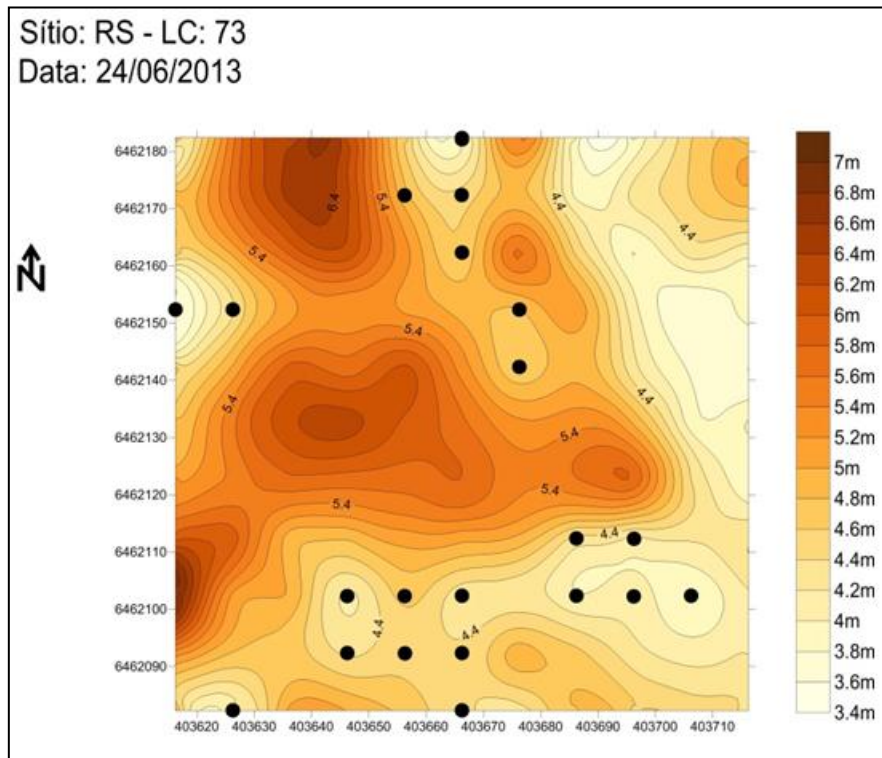
### **Saída de campo preliminar**

A primeira saída foi o ponto de partida deste trabalho, realizada no dia 20 de Abril de 2013. O GPS Geodésico foi instalado em um marco com coordenadas conhecidas (UTM: 401921,061E 6458337,860N 14,052h), instalado na zona urbana de São José do Norte. As coordenadas foram convertidas do modelo elipsoidal para o geoidal e então foram transferidas para um ponto fixo próximo ao sítio arqueológico (UTM: 403740,617E 6462220,575N 3,609H). Após o reconhecimento do sítio e instalação do ponto fixo conhecido, foram tomadas fotografias e coordenadas para efetuar o cadastro do sítio RS - LC: 73 junto ao IPHAN.

## RESULTADOS

### Primeira coleta de dados topográficos

Foi realizada a instalação do GPS Geodésico sobre o ponto fixo instalado na visita de Abril e efetuou-se a coleta dos 121 pontos da grade regular. O erro residual da interpolação teve média de 0,00208m. O volume total do pacote arenoso da área de estudo nesta data foi de 14.943 metros cúbicos (m<sup>3</sup>).

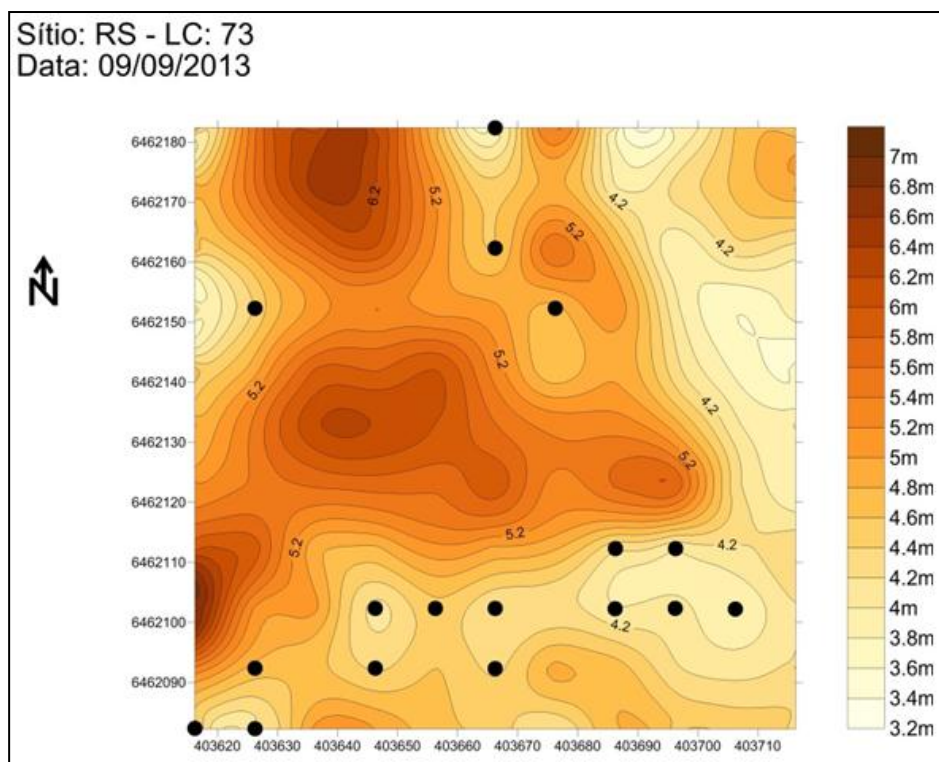


**Figura 4:** Modelo numérico da primeira saída de campo.

O material arqueológico encontrado em superfície encontra-se disperso entre as altitudes 4,831m e 3,807m variando em torno de 1,024m. Como se pode observar na Figura 4, cada ponto representa uma área de ocorrência de material arqueológico em superfície em um raio de 2,5m a partir do ponto de coleta de dados. No total, nesta saída de campo foram observados 22 pontos com ocorrência de material arqueológico em superfície.

## Segunda coleta de dados topográficos

Na saída realizada no dia 09 de Setembro de 2013, foram coletados os dados topográficos nas exatas posições da grade regular como feito na saída anterior. Os pontos coincidentes com material arqueológico em superfície também foram assinalados. O erro residual da interpolação ficou com média de 0,00281m. O volume calculado da área foi de 14.914m<sup>3</sup>.



**Figura 5:** Modelo numérico da segunda saída de campo.

O material arqueológico encontrado em superfície se encontra disperso entre as alturas 4,888m e 3,823m variando em torno de 1,065m. Foram encontrados 17 pontos com vestígios arqueológicos visíveis em superfície. A partir de dados obtidos do INMET, o regime de ventos entre 24/06/13 (primeira coleta) e 09/09/13 (segunda coleta) foi representado na Figura 6. Fica evidente que os ventos mais intensos e frequentes para o período são de SW e de NE, concordando com os dados de “Direção Média do Vento” para os meses de Junho (W) e Julho (SW) e os dados da “1° Direção Predominante” (NE) e “2° Direção Predominante” (SW) das Normais Climatológicas para o período (KRUSCHE *et al.* 2002). Ao comparar os dados topográficos das duas saídas anteriores com a distribuição dos ventos, observa-se que a disposição dos pontos erosivos e deposicionais acompanha o sentido dos ventos predominantes (SW), como se observa na Figura 7.

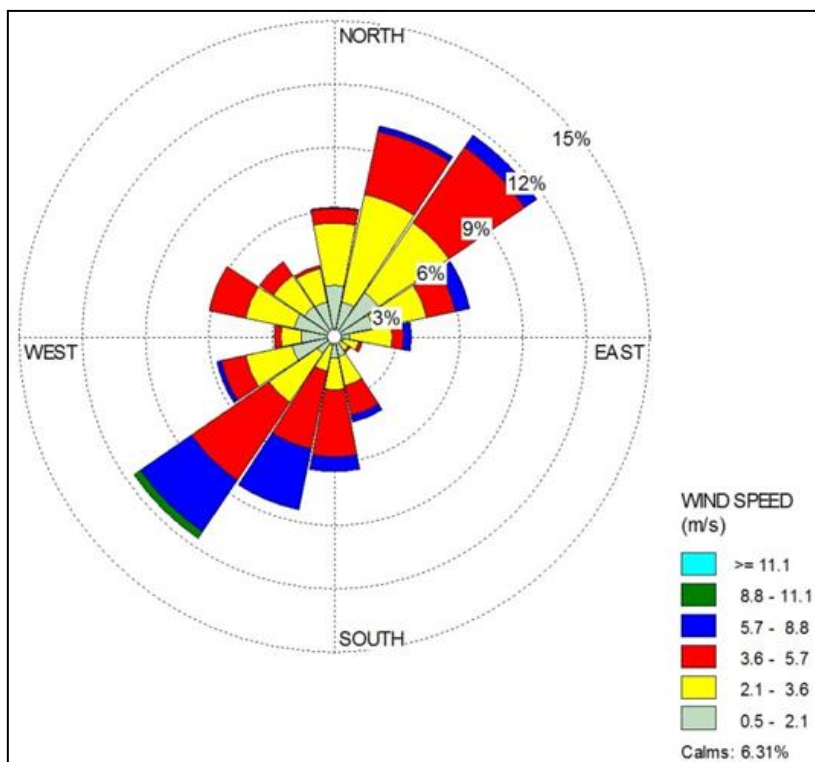


Figura 6: Regime de ventos para o período de Junho/13 à Setembro/13.

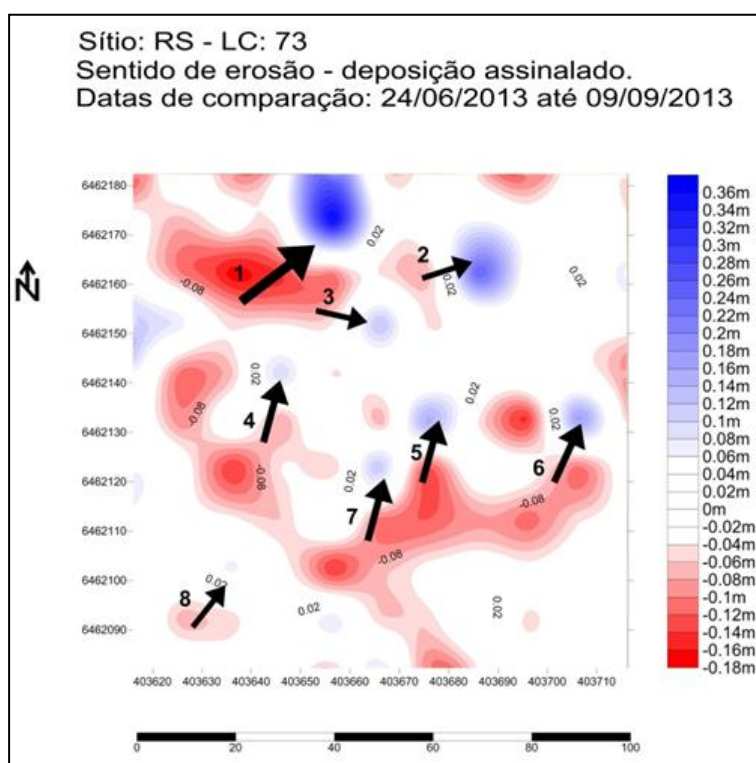
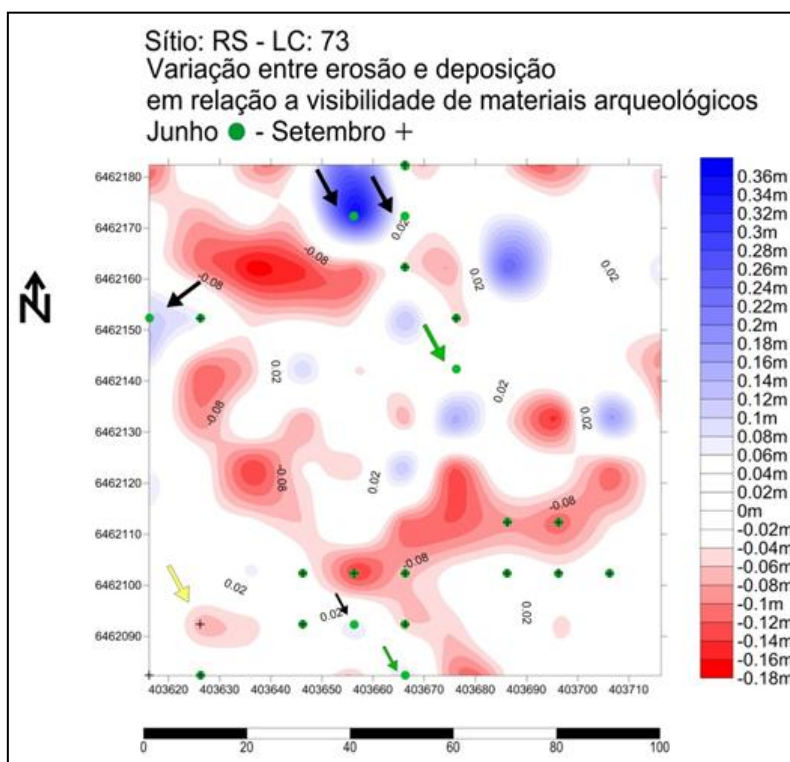


Figura 7: Modelo numérico de erosão - deposição entre Junho/13 e Setembro/13.

Os modelos numéricos de erosão e deposição foram elaborados a partir da diferença entre as altitudes ortométricas de cada saída de campo. Ao se comparar a carta topográfica da saída do dia 24/06/13 com as taxas de erosão e deposição se percebe que o sentido está de acordo com os ventos predominantes para o período como indicado nas flechas indicativas (enumeradas de 1 a 8). Da mesma forma as áreas de maior altura sofreram processos de erosão mais intensos, acumulando o sedimento nas áreas mais baixas adjacentes ao sentido dos ventos (SW-NE). Também se pode constatar como indicado nas flechas de 1 a 7, que a face da duna de maior incidência de ventos é a sudeste, (área de barlavento), o que novamente reafirma a condicionante da direção dos ventos incidindo sobre a movimentação da areia sobre as áreas com ocorrência de material arqueológico. Pode-se observar a relação do processo de erosão e deposição ao cruzar os valores numéricos do terreno com as áreas de ocorrência de materiais arqueológicos (Figura 8).



**Figura 8:** Relação de erosão - deposição e áreas com material arqueológico. Período de Junho/13 à Setembro/13.

Ao menos seis áreas com ocorrência de material arqueológico em superfície sofreram processo de acúmulo de sedimento no período de Junho a Setembro (Figura 8), fazendo que os materiais visíveis no mês de Junho não estivessem visíveis no mês de Setembro (flechas pretas). Ao observar o acúmulo de sedimento nas áreas em azul com variação de até 36cm estima-se, portanto, que o material arqueológico foi soterrado.

Da mesma forma que novos vestígios vieram à tona através do processo de erosão causado pelo vento, indicado na flecha amarela. As flechas verdes indicam as áreas dentro da margem de erro. A margem de erro admitida para este trabalho baseia-se na imprecisão máxima no momento de coleta dos pontos topográficos do terreno pelo equipamento que é de 20mm. Logo, as áreas de erosão e deposição foram consideradas quando nas saídas de campo a diferença foi maior que 40mm. Espera-se com isso uma maior segurança ao efetuar a interpretação dos dados apresentados e dos modelos numéricos do terreno (MNT).

### Terceira coleta de dados topográficos

Esta saída foi realizada no dia 16 de Novembro de 2013, seguindo a mesma metodologia das saídas anteriores. Os 121 pontos de coleta foram realizados sobre os vértices da grade regular. O erro residual de interpolação ficou com média de 0,00222m. O volume total da área foi de 14.859m<sup>3</sup>.

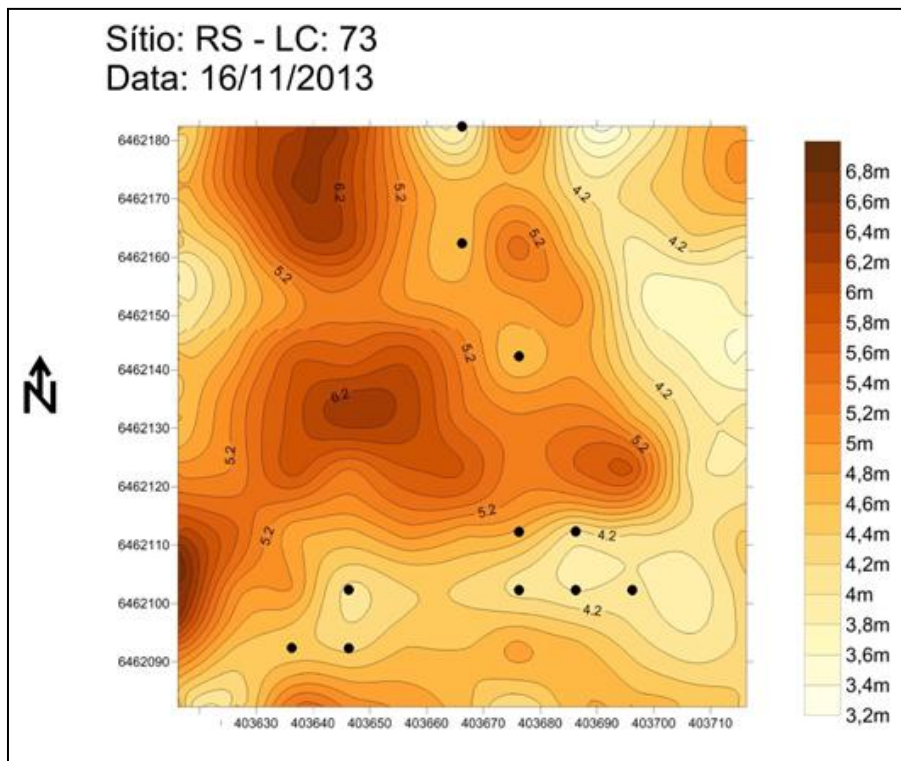


Figura 9: Modelo numérico da terceira saída de campo.

O material arqueológico encontra-se disperso entre as alturas 3,971m e 4,803m, possuindo uma variação de altura de 0,832 metros. Foram encontrados 11 pontos com a ocorrência de material

arqueológico. Os dados dos ventos obtidos pela estação automática de Rio Grande para o período entre o período de Setembro à Novembro estão representados na Figura 10.

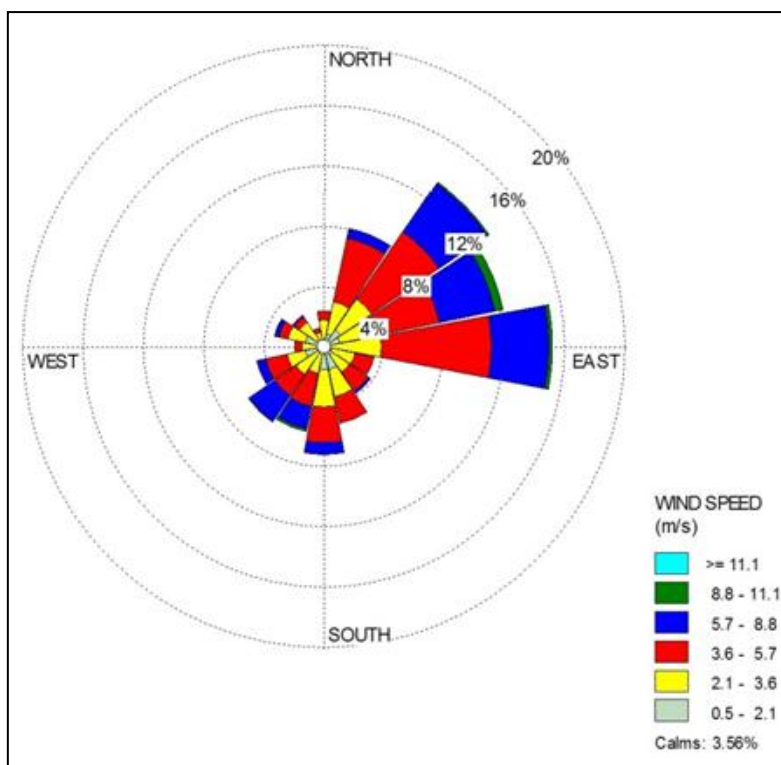


Figura 10: Regime de ventos para o período de Setembro/13 à Novembro/13.

É evidente a diferença dos ventos predominantes observados neste período em relação ao anterior. Estes dados também conferem com a “Direção Média dos Ventos” de Setembro (E), Outubro (E) e Novembro (E), “1° Direção Predominante” (NE) e “2° Direção Predominante” (SW e SE) das Normais Climatológicas propostas por Krusche *et al.* (2002).

A direção do processo de erosão e deposição está de acordo com a direção dos ventos para o período observado, também se relacionou estes fatores com a topografia medida em 16/11/2013 quando novamente o processo erosivo apresentou-se intensificado na face leste das dunas (flechas 1, 3, 4 e de 7 a 11) na Figura 11.

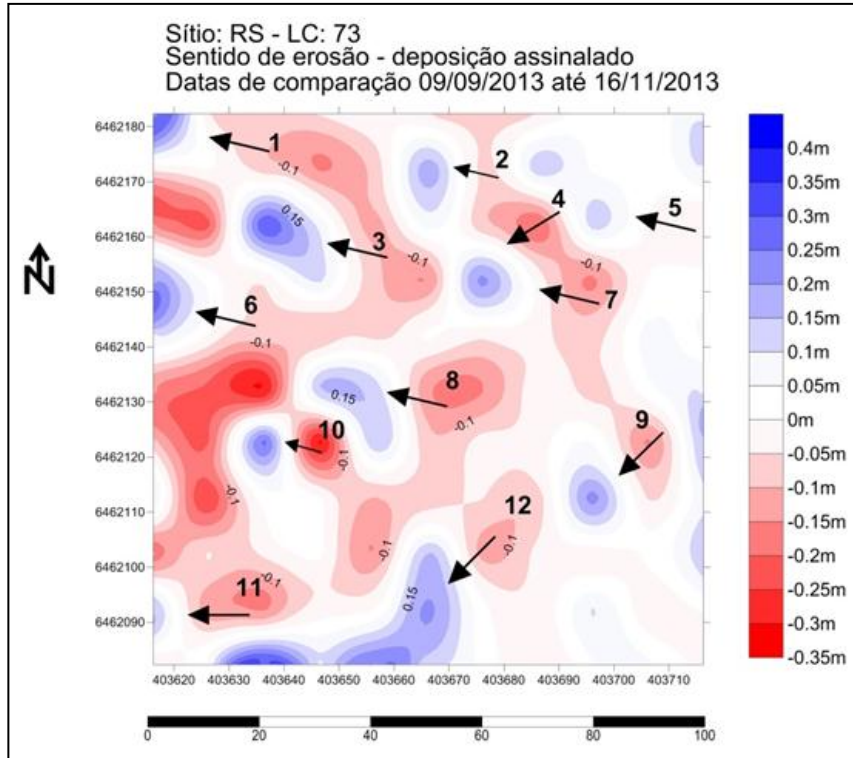
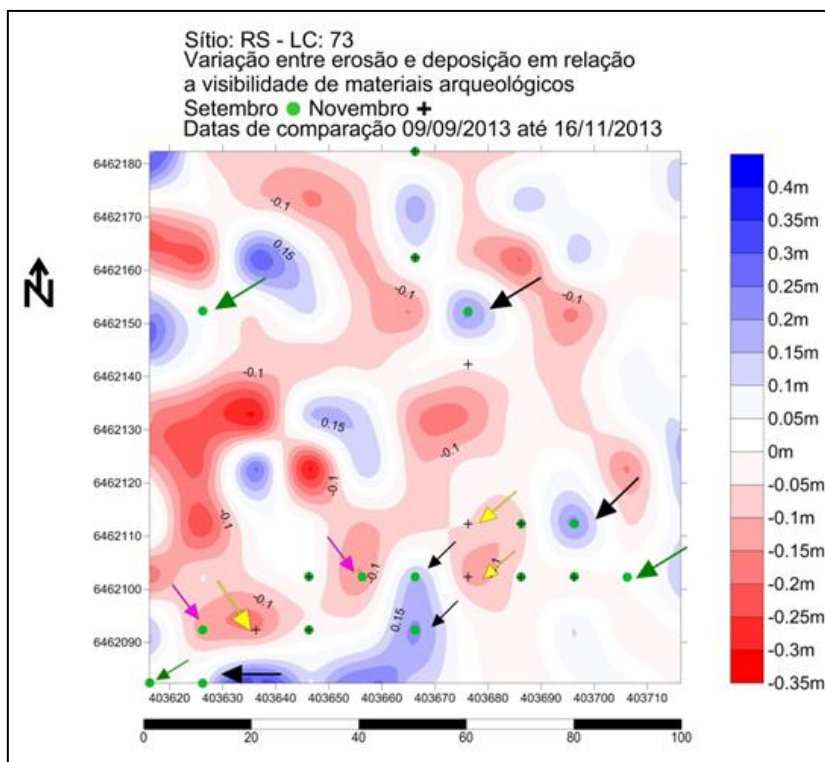


Figura 11: Sentido de erosão - deposição para o período de Setembro/13 à Novembro/13.

A visibilidade dos materiais arqueológicos de Setembro e Novembro também foi analisada e relacionada com o processo de erosão e deposição, conforme ilustra a Figura 12. Nas flechas em preto observa-se o processo de deposição ocultando os materiais arqueológicos que estavam visíveis em Setembro, e a flecha amarela indica o efeito de erosão trazendo à tona em Novembro novos vestígios que não haviam sido encontrados em Setembro. Nesta saída de campo ocorreu um fato inédito até então. As áreas marcadas com as flechas cor-de-rosa indicam regiões em que, na saída de campo de Setembro foram encontrados materiais arqueológicos, que não estavam em Novembro. O fato curioso é que estas são áreas que sofreram um processo erosivo.





**Figura 12:** Relação de erosão - deposição e áreas com material arqueológico. Período de Setembro/13 à Novembro/13.

Pela interpretação dos dados de erosão e deposição, se percebe ao menos quatro áreas com evidência de material arqueológico na superfície que foram cobertas pela movimentação das dunas no período de Setembro a Novembro. Por outro lado duas áreas foram identificadas com processo erosivo e de surgimento de material arqueológico para o mesmo período.

Desconsiderando os casos dentro da margem de erro admitida, duas áreas sofreram processo de erosão no período analisado, mesmo apresentando material arqueológico em superfície no mês de Setembro, porém na visita seguinte não foi encontrado. Pode-se supor neste caso que o material tenha se deslocado vertical ou horizontalmente e então tenha sido recoberto de areia, mesmo com a variável topográfica estando em cota mais baixa.

#### Quarta coleta de dados topográficos

Esta última saída de campo foi realizada no dia 18 de Janeiro de 2014, encerrando a etapa de campo da pesquisa conduzida durante sete meses (duzentos e oito dias). O erro residual de interpolação ficou com média de 0,00505 m. O volume da área de estudo foi de 14.734m<sup>3</sup>.

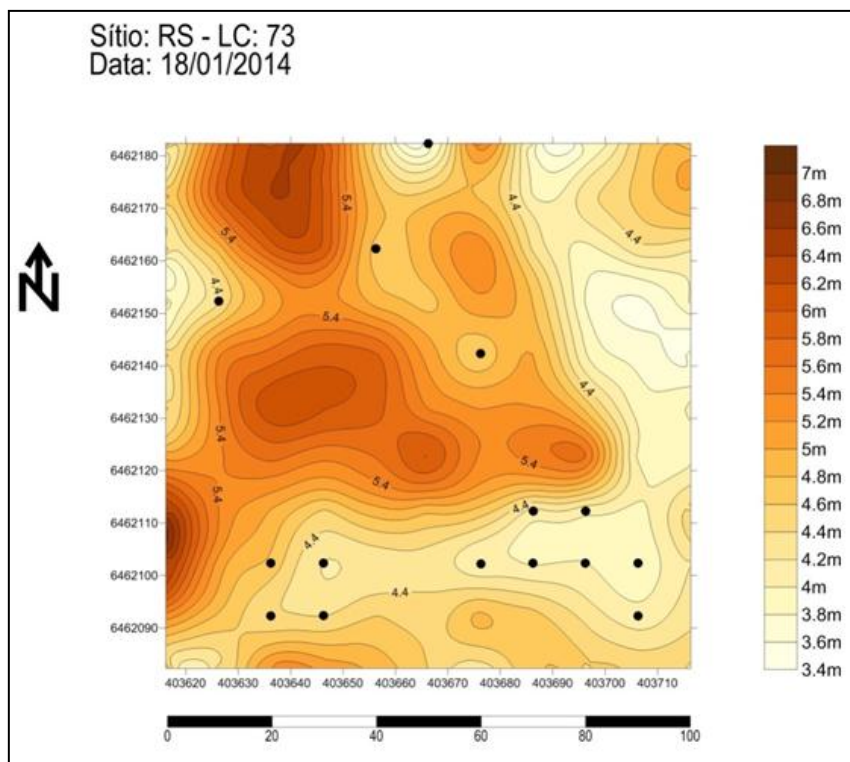


Figura 13: Modelo numérico da quarta saída de campo.

A dispersão das áreas de ocorrências de materiais arqueológicos em superfície ficou entre 3,848m e 4,746m de altitude, apresentando uma variação de 0,898m. No total foram identificados 15 pontos com ocorrência de material arqueológico em superfície. A direção predominante dos ventos no período entre Novembro (2013) e Janeiro (2014) (Figuras 14 e 15) é semelhante ao verificado para o período anterior.

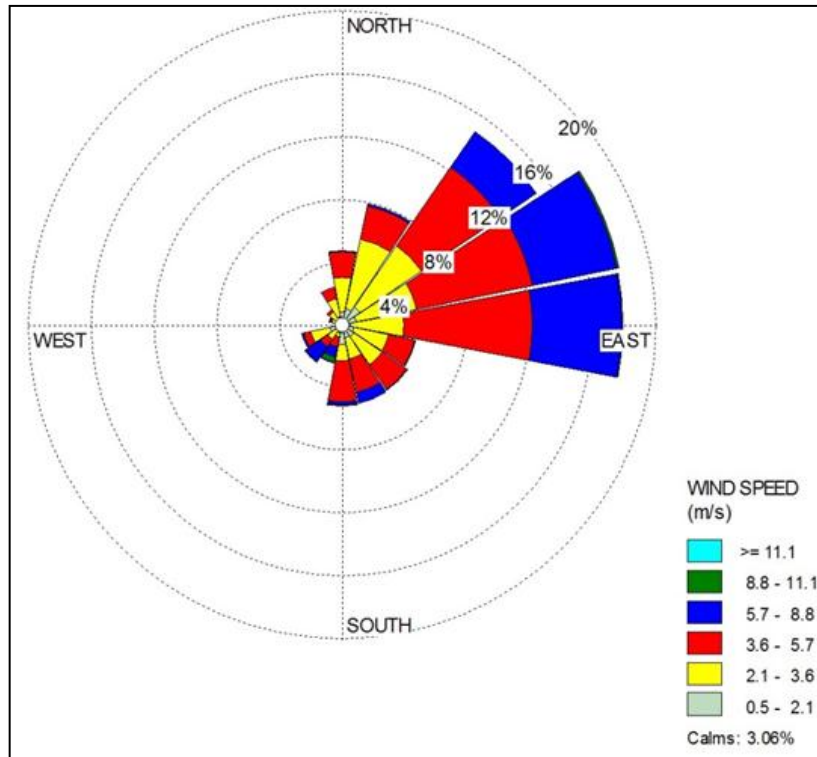


Figura 14: Regime de ventos para o período de Novembro/13 à Janeiro/14.

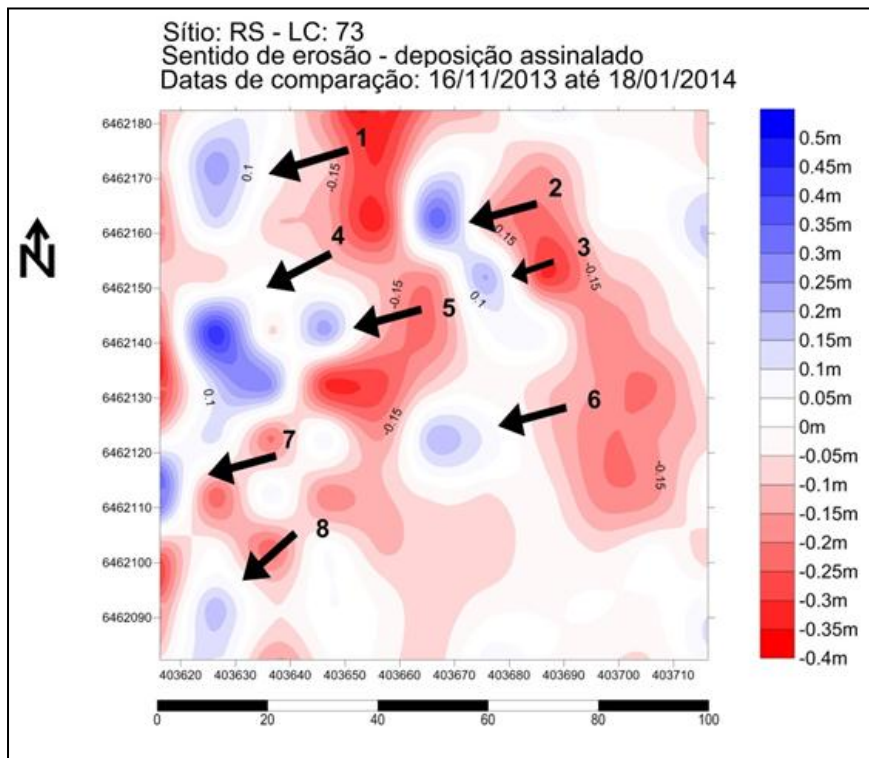


Figura 15: Sentido de erosão - deposição para o período de Novembro/13 à Janeiro/14.

Na figura a seguir é possível identificar as áreas de maior erosão e estas coincidem como perfil leste das dunas (barlavento), área de incidência direta dos ventos predominantes. Pode-se verificar também através da modelagem numérica, uma semelhança no sentido erosão-deposição na área de estudo. Seguindo o protocolo metodológico adotado, cruzaram-se os dados de ocorrências de materiais arqueológicos em superfície dos meses de Novembro (2013) e Janeiro (2014).

Novamente foi possível verificar o soterramento de material arqueológico do período anterior através da deposição de sedimento (flecha preta). Também ocorreu o surgimento de novas áreas com materiais arqueológicos em regiões de erosão (flechas amarelas). Mais uma vez, com exceção dos casos dentro das áreas com margem de erro (flechas verdes), tem-se um evento de ocultação de material arqueológico em área de erosão (flecha rosa).

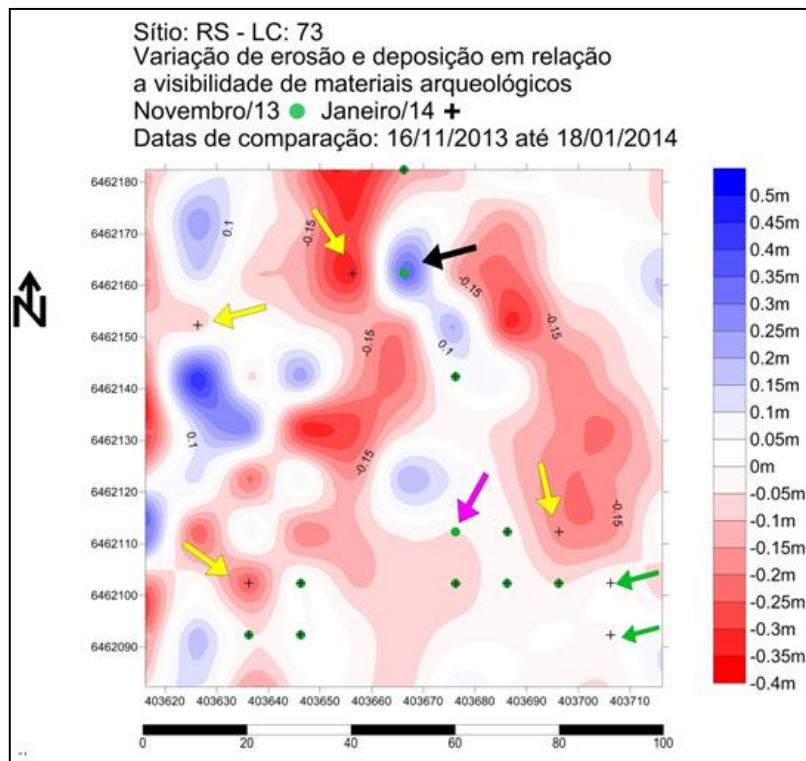


Figura 16: Relação de erosão - deposição e áreas com material arqueológico. Período de Novembro/13 à Janeiro/14.

Cabe reiterar que cada ponto marcado na carta corresponde a uma área de raio de 2,5m de observação de superfície, e que novamente ocorreu erosão seguida de ocultação de material arqueológico, que foi visualizado em Novembro, mas não em Janeiro. Os prováveis motivos para este fato são a movimentação de material e a falha na observação. Entretanto, em todas as saídas de campo a coleta de dados era feita por duas pessoas, uma manuseando o equipamento e a outra auxiliando na observação das ocorrências em superfície, portanto, a possibilidade de falha na observação é muito pequena.

## DISCUSSÃO

Sete meses não foram suficientes para uma análise sazonal completa, muito menos para o estabelecimento de padrões, porém foi possível visualizar uma clara relação entre os ventos predominantes e o movimento do campo de dunas, assim como seu papel na visibilidade do sítio arqueológico.

Outro fator a considerar neste estudo foi o tempo entre a primeira e a segunda saídas de campo (Junho e Setembro), pois de acordo com as normais climatológicas (KRUSCHE *et al.* 2002, p. 79) tal período apresenta uma grande variação na direção dos ventos, algo que se confirmou com o levantamento de dados meteorológicos da estação automática de Rio Grande. No entanto, foi possível identificar claramente a predominância do vento Sudoeste (SW), tanto na Rosa dos Ventos quanto na modelagem do terreno com os locais de erosão e deposição.

A adesão dos resultados da interpolação com o método de Curvatura Mínima aos dados coletados em campo se mostrou satisfatória. O erro máximo residual foi de 0,174244m, e o médio de 0,002523m (em torno de 2,5cm). Tanto os modelos em curvas de nível quanto os tridimensionais se mostraram fiéis à observação feita em campo.

As mudanças no campo de dunas podem ser observadas de muitas formas, uma delas é pelo volume de sedimento dentro da grade regular (área de estudo). Pôde ser observado que conforme os meses de primavera e verão se aproximaram, quando os ventos E-NE predominam, o pacote arenoso na área sofreu uma redução considerável.

No período de Junho a Setembro, os ventos variaram bastante entre SW e NE, associados a uma alta taxa de chuvas (precipitação), e podem ter refletido em uma menor mobilidade sedimentar para fora da área de estudo (tabela 2). Nos meses seguintes (Setembro a Novembro) o regime de ventos se estabilizou no sentido E-NE, entretanto as taxas de precipitação foram altas, o que pode estar relacionado com uma pequena taxa de redução de volume, ainda assim maior que no período anterior. No período entre Novembro e Janeiro ocorreu a maior variação, aproximadamente 125m<sup>3</sup>de sedimento. Os ventos predominaram do mesmo sentido (E-NE) e se observou as menores taxas de precipitação até então, ou seja, condições ideais para uma maior mobilidade dunar. Estes dados estão de acordo com a bibliografia consultada a respeito do potencial de deriva de areia para os meses de inverno que seria o mais baixo (MARTINHO, 2008, p. 90).

Ainda de acordo com a autora, os meses de primavera teriam a maior taxa de mobilidade, porém, ponto que cabe destacar é que os meses de primavera no ano de 2013 apresentaram altos índices de precipitação, e assim uma baixa movimentação no campo de dunas, mas com a chegada do verão essa

movimentação se intensificou. A análise do transporte de sedimento para fora da grade regular não levou em consideração a presença de vegetação, assim como as análises de potencial de deriva estabelecidas por Martinho (2008, p. 90).

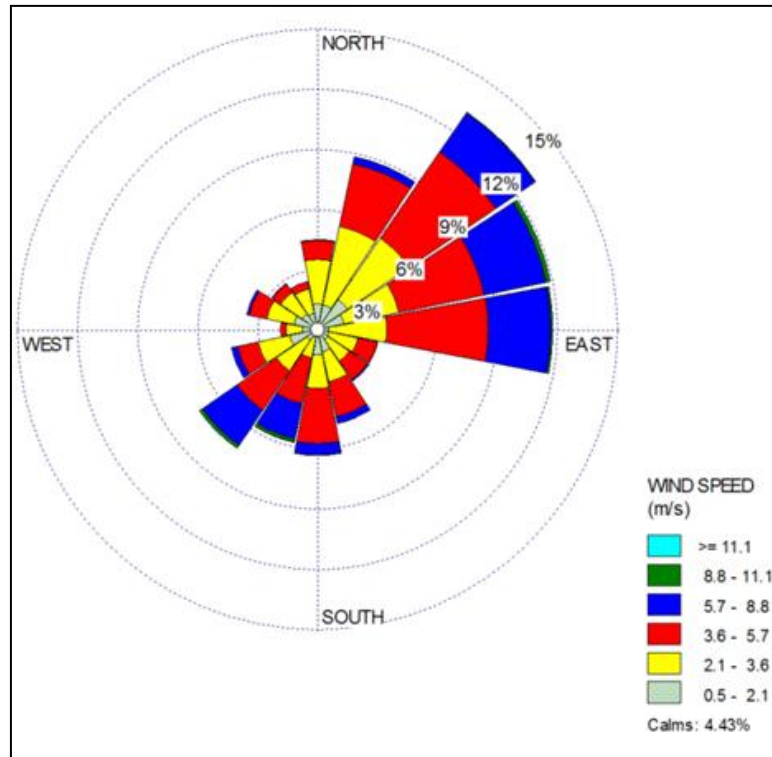
Visto que a área em estudo é composta predominantemente por dunas transgressivas pouco vegetadas, e que em seu entorno há áreas de topografia mais baixa e corpos de água, é natural que o balanço sedimentar seja negativo, porém tal constatação demanda um período maior de observação.

Período	Volume	Precipitação	Ventos
JUN – SET	-29m <sup>3</sup>	243,8mm	SW e NE (opostos)
SET – NOV	-55m <sup>3</sup>	359,4mm	E- NE
NOV – JAN	-125m <sup>3</sup>	198mm	E- NE

**Tabela 2:** Relação entre período de observação, volume de sedimento deslocado, precipitação e direção dos ventos.

De acordo com os dados apresentados na metodologia, os modelos numéricos elaborados a partir das informações de erosão e deposição mostram com clareza a orientação dos ventos a barlavento das dunas (Figuras 6, 11 e 15). Os dados meteorológicos de todo o período foram compilados em uma única Rosa dos Ventos (Figura 17), que mostra os padrões de direção e intensidade do vento para o período total (208 dias).

Também pode-se observar nas Figuras 18 e 19 uma relação entre a predominância do vento de NE e a variação na topografia do campo de dunas. Cabe observar que a Figura 18 apresenta o MNT da área em estudo com erosão a barlavento assinalada.



**Figura 17:** Regime dos ventos para todo o período de estudo.

Nota-se que mesmo ao realizar uma modelagem numérica das áreas com diferença de duzentos e oito dias, fica evidente a direção residual de erosão e deposição no terreno, e as áreas de barlavento sendo predominantemente atingidas pelo vento. Isto fez com que a areia se movesse para o sentido (W-SW).

Na Figura 19 se pode observar as áreas de erosão e deposição relacionadas com o material arqueológico encontrado em superfície no mês de Junho e depois no mês de Janeiro.

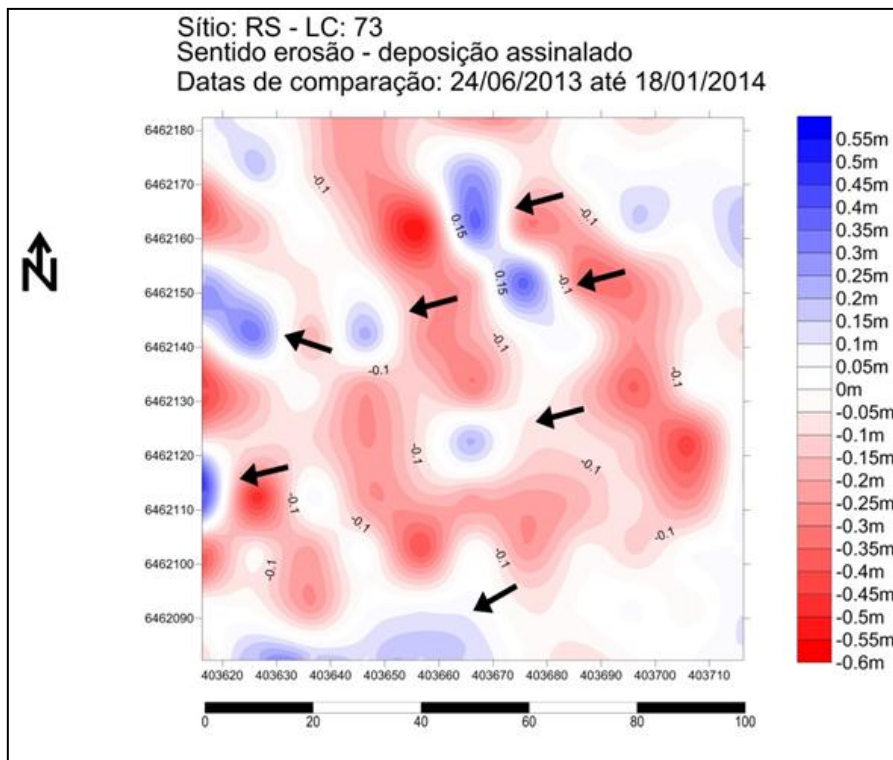


Figura 18: Sentido de erosão – deposição para todo o período de estudo.

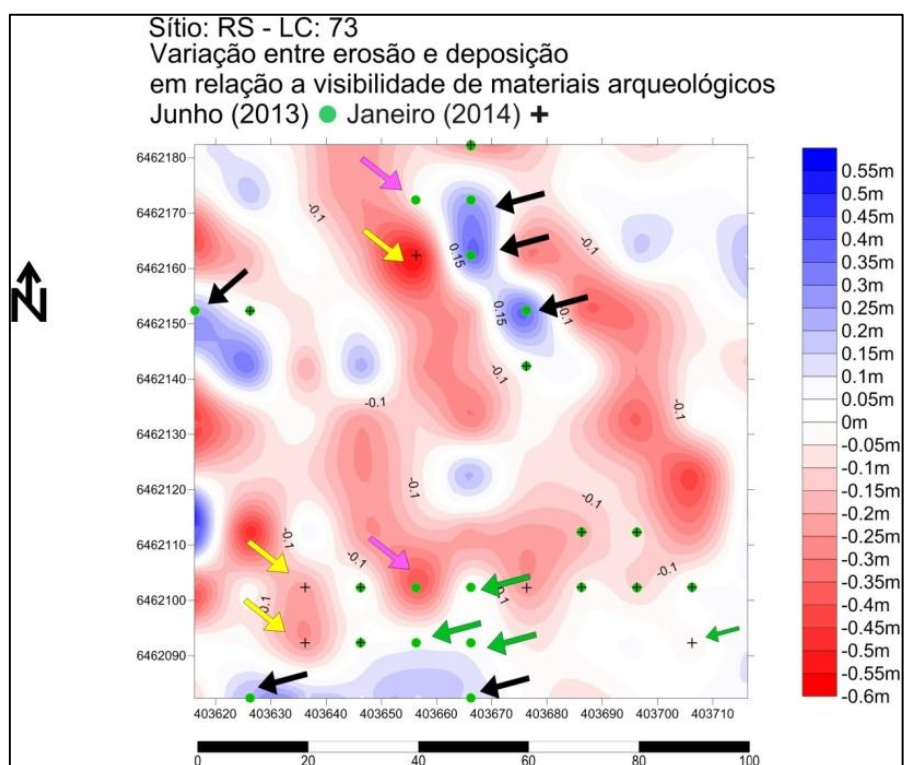
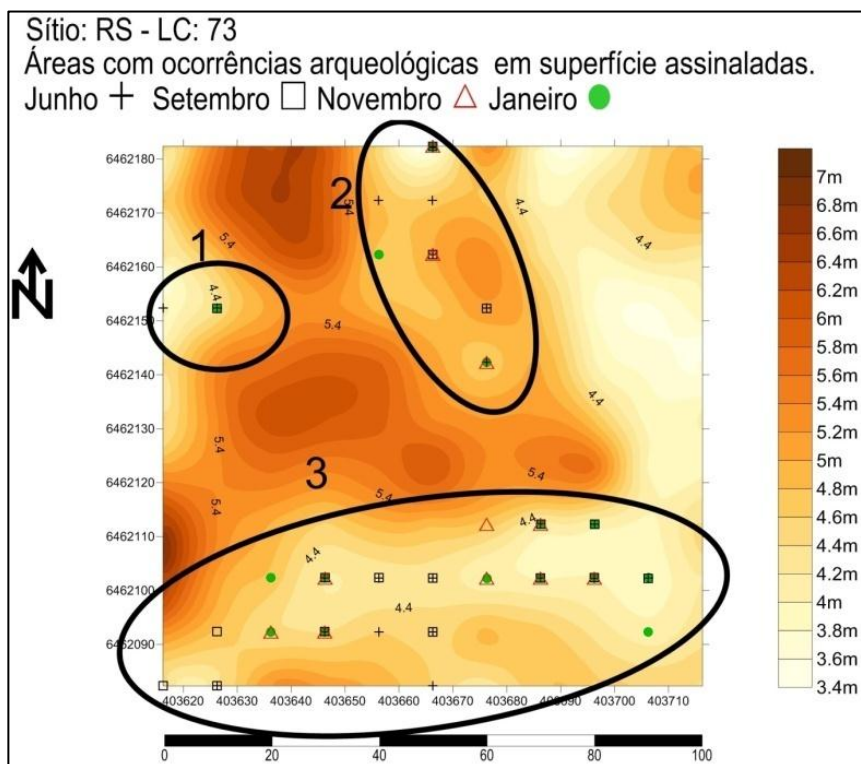


Figura 19: Relação de erosão - deposição e áreas com material arqueológico. Para todo o período de estudo.



Para compreender a variação na visibilidade dos vestígios arqueológicos na superfície pode-se observar a seguir (Figura 20) a área de estudo dividida em três setores, de acordo com os respectivos *blowouts*. Nota-se que o aparecimento e o desaparecimento de material foram relativamente rápidos, entretanto, as áreas de ocorrência são próximas.



**Figura 20:** Áreas com ocorrências de materiais arqueológicos setorizadas.

Ao considerar que os dados apresentados para o comportamento dos ventos e do potencial de deriva de areia (KRUSCHE *et al.*, 2002; MARTINHO, 2008) estão de acordo com os verificados em campo, é possível estabelecer cenários futuros da configuração do sítio.

Os setores marcados na Figura 20 representam áreas com material arqueológico visível que foram descobertas pelas dunas. Ao relacionar as informações mencionadas até aqui se pode classificar o setor 1 como a região mais sensível observada, com pelo menos dois pontos indicando que há material arqueológico em superfície nos meses de Junho, Setembro e Janeiro. No entanto estes não estavam visíveis no mês de Novembro. Nas cartas com a modelagem numérica de erosão e deposição, se observa que este setor sofreu apenas uma moderada erosão ao longo do período de estudo. Supõe-se então que o mesmo possa vir a desaparecer e reaparecer ao longo do ano, mas devido à presença de dunas mais altas a NE e SE o mesmo poderá ser soterrado após alguns anos.

O setor de número 2 apresentou vestígios de ocupação ao longo de todo o período de estudo, e sua área de dispersão é maior que a do primeiro setor. Este setor deverá continuar alternando a sua visibilidade de vestígios arqueológicos ao longo do tempo, mas devido à falta de sedimento disponível no sentido do vento predominante (NE), não deverá ser soterrado por completo novamente, salvo em caso de um período extenso sob a incidência de ventos de SW. Entretanto como observado anteriormente, os materiais arqueológicos podem sofrer um eventual deslocamento vertical e serem soterrados mesmo em uma área com erosão eólica predominante.

O terceiro setor com visibilidade de materiais arqueológicos é o maior de todos e apresenta uma configuração praticamente paralela ao vento predominante. Estima-se que seja a área mais estável do sítio, ao menos em relação à sua visibilidade, mas também é a área com maior impacto antrópico. Transeuntes que por ventura passem pelo local acabam pisando sobre o material arqueológico, causando maior impacto do que nos outros setores visíveis. Este setor também se caracteriza por ter a maior abundância e diversidade de vestígios arqueológicos. Restos fito-faunísticos, cerâmicas com diversos tipos de decoração, amplo e diverso material lítico, entre outros materiais compõem a heterogeneidade deste sítio arqueológico.

Devido à similaridade nas alturas do terreno onde há visibilidade de materiais arqueológicos, acredita-se que todos os setores poderiam estar conectados no passado. Da mesma forma supõe-se que a “camada” com material arqueológico se estende por baixo das dunas e que eventualmente algumas áreas hoje visíveis poderão estar soterradas no futuro, e provavelmente novas áreas do sítio serão descobertas.

Para ilustrar melhor as áreas com maiores taxas de erosão e deposição, foi elaborada a Figura 21, na qual a modelagem de erosão e deposição de cada período está sobreposta aos respectivos MNT em três dimensões.

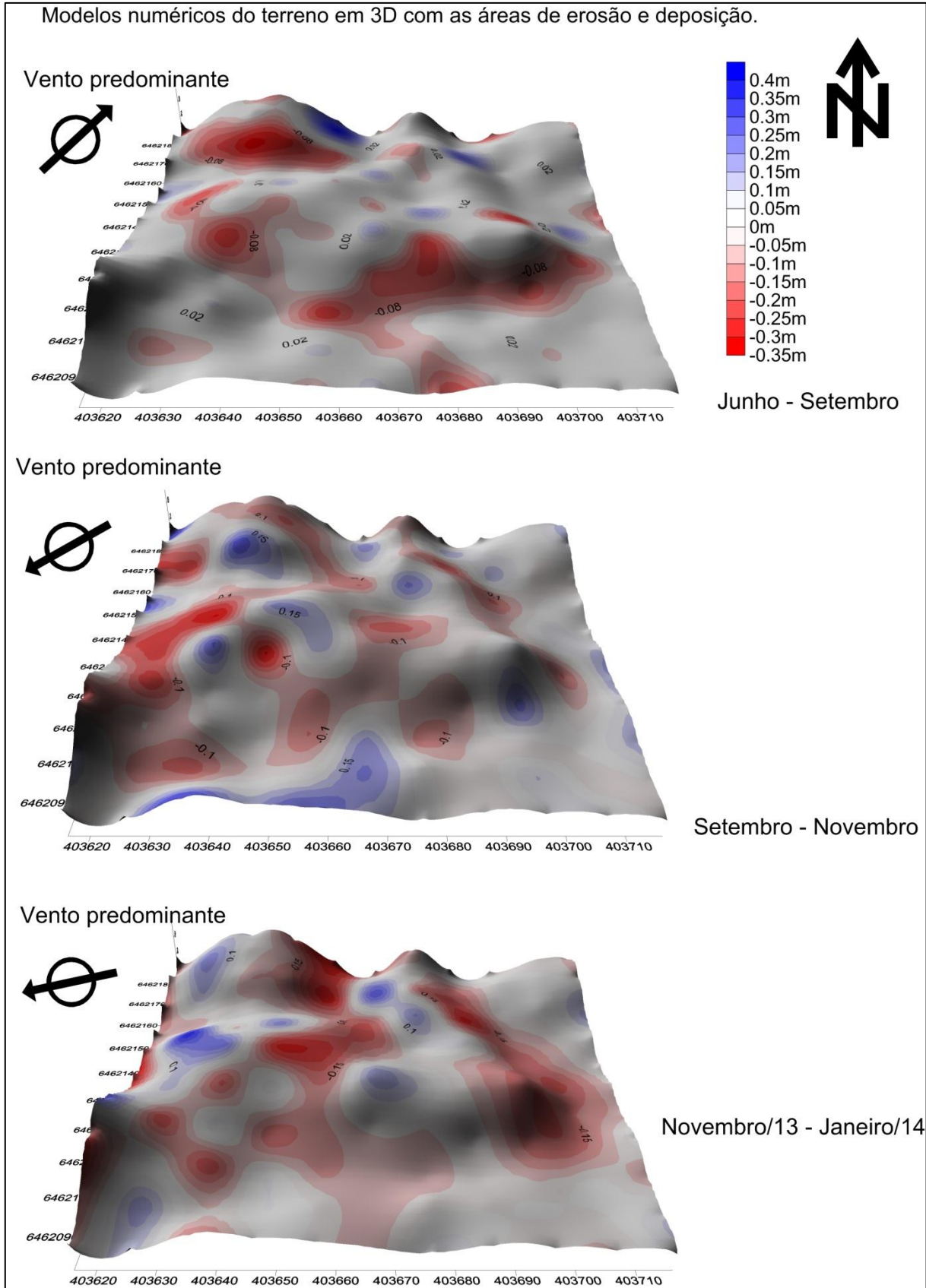


Figura 21: Modelos 3D com as áreas de erosão e deposição.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O município sofre atualmente com a especulação imobiliária, expansão urbana (VIANA *et al.*, 2009) e a instalação de um porto e estaleiro de grande porte<sup>7</sup>. Esses fatores certamente desencadearão um crescimento da cidade sem precedentes, que pode atingir a área do sítio arqueológico e por consequência destruí-lo. A circulação de moradores locais pela área do sítio é um dos fatores mais preocupantes quanto à preservação do mesmo. O pisoteio nas áreas de afloramento de material arqueológico implica na destruição destes vestígios. As evidências de estruturas, tais como as observadas em campo (Figura 22), também podem vir a ser destruídas.



**Figura 22:** Estrutura de fogueira observada *in situ*.

Medidas como o diálogo com os moradores da região e parceria com a prefeitura e órgãos de proteção ambiental serão necessárias para a preservação do sítio, possibilitando que futuros trabalhos contribuam para que parte do passado que está sob as dunas possa um dia ser escrito. Procurar estabelecer relações de confiança entre a universidade e as comunidades que vivem próximas ao sítio é um grande desafio que, por sugestão, deve ser contemplados em futuros projetos da universidade (FURG), a “sobrevivência” deste sítio arqueológico pode depender disto.

<sup>7</sup> Artigo do Jornal do Comércio de 08/02/2014. Disponível em: <<http://jcrs.uol.com.br/site/noticia.php?codn=151476>>.

Em futuros estudos, recomenda-se abordar os efeitos dos fatores climáticos nos diferentes tipos de materiais arqueológicos. Como um laboratório a céu aberto, este sítio tem o potencial necessário para inúmeras pesquisas. Observou-se em campo a fragilidade do material botânico, ósseo e malacológico, e que a cada ano as variações de temperatura, regime de chuvas, e intensidade e direção do vento estão fragilizando e destruindo estes materiais. As delicadas estruturas de fogueiras também sofrem a ação da água e do vento, pois estas estão expostas, salvo quando são cobertas pela areia, o que pode contribuir para a sua preservação.

O sítio RS – LC: 73, assim como outros em áreas de dunas, apresenta a problemática da sobreposição de ocupações, desta forma misturando os vestígios arqueológicos de distintos momentos na mesma área (palimpsestos diacrônicos). Marluce Silva (2003, p. 83) em sua dissertação de mestrado também caracteriza os sítios em área de dunas neste sentido:

[...] apresentando materiais em superfície, que estão em constante processo de soterramento ou afloramento. Nesses sítios se pode constatar o processo de formação dos palimpsestos arqueológicos e dos efeitos da abrasão e polimento eólico sobre os materiais.

Indagações a respeito de diferentes grupos culturais ocupando o mesmo espaço ou reocupações da região em diferentes épocas por um mesmo grupo são pertinentes, mesmo que as características do material cerâmico correspondam à tradição arqueológica Tupiguarani. Estudos que visem estudar estes palimpsestos seriam de grande relevância para ampliar o conhecimento a respeito da ocupação humana em áreas de dunas.

Poucos sítios da região do litoral central do estado possuem datações, sendo estas necessárias para que se possa estabelecer com segurança o período de ocupação (ou ocupações) do sítio e também a relação entre os diferentes setores que afloram entre as dunas, assim como os demais sítios arqueológicos da região.

Este trabalho visou uma aproximação à problemática dos sítios em área de dunas, em especial nos processos de formação do seu registro arqueológico. A constante mudança na visibilidade dos vestígios arqueológicos em superfície traz de certa forma a impressão de que em cada visita ao sítio se observa um novo contexto arqueológico. Os setores mencionados anteriormente (Figura 20) se configuram como “janelas”, a partir das quais se pode chegar aos vestígios culturais. Será que o Sítio RS – LC: 73 se configura como um indecifrável palimpsesto ou foi uma única ocupação de um grupo que viveu na região por anos? Esta questão, assim como tantas outras, aguardam para serem respondidas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, Paulo Tadeu S.; SPENCER, Walner B. Projeto Arqueológico: “O Homem das Dunas” (RN). *CLIO*, Série Arqueológica, n. 10, p. 175-188, 1994.
- CONOLLY, James; LAKE, Mark. *Geographical Information Systems in Archaeology*. Cambridge: Cambridge University Press, 2006.
- COUGO, Michele F. *Caracterização do Campo de Dunas de São José do Norte para Fins de Gestão*. 2010. Monografia (Graduação) – Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2010.
- DUNNEL, Robert C. The Notion Site. In: ROSSIGNOL, Jacqueline; WANDSNIDER, Luann (Ed.). *Space, Time and Archaeological Landscapes*. New York: Plenum Press, 1992.
- ETCHAVERNE, Carlos Alberto. Sítios dunares do sub-médio São Francisco, Bahia, Brasil. *Journal de la Société des Américanistes*, Tome 78, n. 1, p. 57-71, 1992.
- HERZ, Norman; GARRISON, Ervan G. *Geological Methods for Archaeology*. New York: Oxford University Press, 1998.
- KRUSCHE, Nísia; SARAIVA, Jaci M. B.; REBOITA, Michelle S. *Normais Climatológicas Provisórias de 1991 a 2000 para Rio Grande, RS*. Rio Grande, 2002.
- LANCASTER, Nicholas. Aeolian features and process. In: YOUNG, R.; NORBY, L. (Ed.). *Geological Monitoring*. Boulder, Colorado: Geological Society of America, 2009, p. 1-25.
- LEICA GS10/GS15 User Manual V4.0 (Manual do Usuário).
- MARTINHO, Caroline Thaís. *Morfodinâmica e Evolução de Campos de Dunas Transgressivos Quaternários do Litoral do Rio Grande do Sul*. 2008. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.
- MEDINA, Alex Soria; QUINTAS, Márcia Cristina L. O Método de Interpolação de Curvatura Mínima. In: *II Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação*. Recife, 2008.
- PESTANA, Marlon B. Pesquisas Arqueológicas no município de São José do Norte, RS. In: *V Encontro do Núcleo Regional Sul da SAB*, Rio Grande, 2006. [Programação e Livro de Resumos].
- PESTANA, Marlon B. *A Tradição Tupiguarani na Porção Central da Planície Costeira do Rio Grande do Sul, Brasil*. 2007. Dissertação (Mestrado) – Instituto Anchieta de Pesquisas, São Leopoldo, 2007.
- RIBEIRO, Pedro A. M. *et al.* Levantamentos arqueológicos na porção central da planície costeira do Rio Grande do Sul, Brasil In: *IX Congresso da Sociedade de Arqueologia Brasileira*. Rio de Janeiro, 1997.
- RIBEIRO, Pedro A. M. *et al.* Levantamentos Arqueológicos na Porção Central da Planície Costeira do Rio Grande do Sul. *Revista de Arqueologia – SAB*, v. 17, 2004.

- ROSSETTI, Dilce de F. Ambientes Costeiros. In: FLORENZANO, Teresa G. (Org.) *Geomorfologia Conceitos e Tecnologias Atuais*. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.
- SCHÄFER, Alois *et al.* (Org.). *Atlas Socioambiental dos municípios de Mostardas, Tavares, São José do Norte e Santa Vitória do Palmar*. Caxias do Sul, 2009.
- SILVA, Marluce L. *Caracterização dos Sítios Arqueológicos em Dunas do Litoral Oriental do Rio Grande do Norte, Brasil*. 2003. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003.
- TAGLIANI, P. R. A.; TORRES, L. H.; ALVES, F. N.; RIBEIRO, P. A. M. *Arqueologia, história e sócio economia da restinga da Lagoa dos Patos. Uma contribuição para o conhecimento e manejo da Reserva da Biosfera* [versão digital]. Rio Grande, 2000. Disponível em: <<http://br.monografias.com/trabalhos917/arqueologia-lagoa-patos/arqueologia-lagoa-patos.shtml>>. Acesso em: 29/07/2013.
- THIESEN, B. V. *Diagnóstico Arqueológico na Área do Antigo Jockey Club, a ser diretamente impactada pela instalação de um Complexo Imobiliário Multiuso, no município do Rio Grande, RS*. Rio Grande, 2011.

**Sítios Eletrônicos:**

- <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=431850#>>
- <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>>
- <[http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/modelo\\_geoidal.shtml](http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/modelo_geoidal.shtml)>
- <[http://downloads.ibge.gov.br/downloads\\_geociencias.htm](http://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm)>
- <<http://jcrs.uol.com.br/site/noticia.php?codn=151476>>

Recebido em:15/03/2015  
Aprovado em:14/04/2015  
Publicado em:17/05/2015