

# **Análise morfométrica e de textura superficial de grãos utilizada na identificação de litofácies eólica e de dissipação em rampa arenosa/dissipação: o caso da Praia Mole (Ilha de Santa Catarina)**

Julio César Paisani\*

## **Resumo**

Este artigo exhibe resultados do uso da análise morfométrica e textura superficial de grãos no reconhecimento de litofácies eólicas e de dissipação, em camadas de rampa arenosa/dissipação desenvolvida durante o último período glacial no Balneário Praia Mole - Ilha de Santa Catarina. A esfericidade dos grãos mostrou pouca variação, não sendo parâmetro significativo na diferenciação entre sedimentos eólicos (maturados) e sedimentos de encosta (imaturados). O arredondamento expressou certo grau de maturidade dos grãos, sobretudo na identificação das frações granulométricas correspondentes à mistura de grãos eólicos com grãos de encosta. A textura superficial é a propriedade que mais auxiliou na distinção de litofácies eólica e de dissipação, permitindo definir frações granulométricas exclusivamente eólica e de encosta (dissipação).

**Palavras-chave:** Litofácies ambiental, análise morfométrica, textura superficial de grãos, rampa arenosa/dissipação

## **Abstract**

The work exhibits results of use of the morphometrical analysis and superficial texture of grains in Aeolian Lithofacies recognition and of dissipation, in sand ramp layers developed

---

\* Professor de Geografia na Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE / Campus Francisco Beltrão (juliopaisani@hotmail.com).

during the last glacial period in Praia Mole – Ilha de Santa Catarina. The size of the grains as a sphere showed little variation, not being significant parameter in the differentiation between Aeolian sediments (mature) and hillside sediments (immature). The rounding expressed certain maturity degree of the grains, above all in the identification of the granulemetrical fractions corresponding to aeolian grains mixed with hillside grains. The superficial texture is the property that most helped in Aeolian Lithofacies distinction and of dissipation, allowing to define granulemetrical fractions exclusively Aeolian and hillside (dissipation).

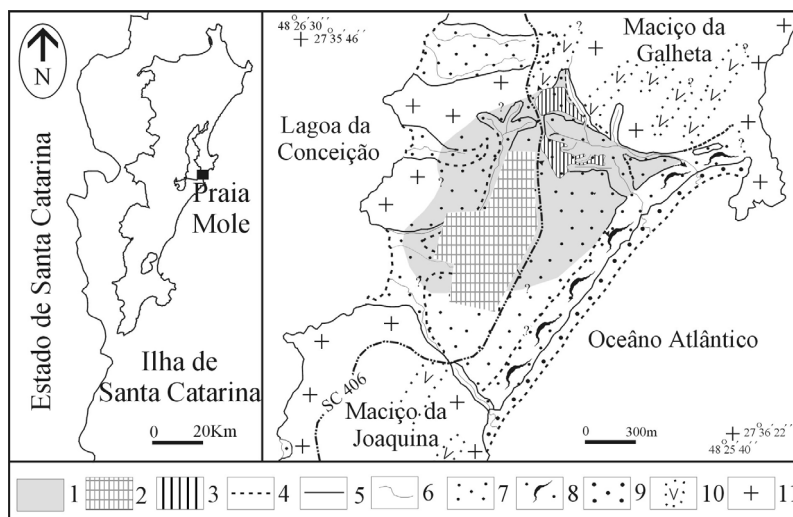
**Key words:** Environmental lithofacies, morphometrical analysis, grain surface texture, sand ramp/dissipation

## **Introdução**

A rampa arenosa/dissipação é um depósito derivado do retrabalhamento de areia eólica acumulada diante de obstáculo topográfico (duna de cavalgamento). Em tese, apresenta estruturas sedimentares associadas a processos de retrabalhamento de duna de cavalgamento (processos de dissipação) e camadas arenosas caracterizadas pela mistura de grãos em tamanho areia fina com grãos em frações maiores que areia média. Como a areia fina é comum em dunas (AHLBRANDT, 1979), estima-se que as frações maiores sejam provenientes diretamente do embasamento rochoso do obstáculo topográfico (BIGARELLA, 1974; 1975).

O tamanho dos grãos, em depósitos eólicos, varia conforme sua composição mineralógica, a fonte de sedimentos e a competência do vento (PYE & TSOAR, 1990). Durante os períodos glaciais, o vento exibia maior competência que na atualidade (GOUDIE, 1995), levando a pensar que grãos em frações maiores que areia fina também podem derivar da sedimentação eólica. Desse modo, o tamanho do grão não seria parâmetro seguro para definir se camadas registradas em rampa arenosa/dissipação, gerada em período glacial, seriam litofácies eólica ou litofácies de dissipação.

**Figura 1:** Área de Estudo. (1) rampa arenosa/dissipação; (2) área urbanizada; (3) terraplanagem; (4) contato suave; (5) contato abrupto; (6) drenagem; (7) areia indiferenciada – quaternário superior; (8) anteduna atual; (9) praia atual; (10) dique de diabásio – mesozóico; (11) granito – proterozóico/eo-paleozóico (adaptado de Paisani, 2004).



Conceitualmente a litofácies eólica exibe grãos desgastados pela abrasão do vento (maturos), enquanto que a litofácies de dissipação apresentaria a mistura desses com grãos fragmentados (imaturos), provenientes diretamente do embasamento do obstáculo topográfico. Assim, utilizando-se da análise morfométrica e de textura superficial pode-se definir a litofácies das camadas de rampa arenosa/dissipação desenvolvida durante período glacial. Este artigo exibe resultados do uso dessas técnicas no reconhecimento das litofácies eólica e de dissipação em camadas, em rampa arenosa/dissipação desenvolvida durante o

último período glacial no Balneário Praia Mole - Ilha de Santa Catarina (Figura 1).

## **Métodos**

A morfometria corresponde à descrição da forma do grão, expressa pela esfericidade e arredondamento, ao passo que feições superficiais diminutas são referidas como textura superficial do grão (SUGUIO, 1980). As propriedades foram determinadas utilizando-se lupa binocular, servindo-se da técnica clássica de comparação visual entre grão e cartas de esfericidade, de arredondamento e de textura superficial. Utilizou-se, respectivamente, das cartas de Rittenhouse (1943), Krumbein (1941) e Bigarella *et al.* (1955). Os grãos foram separados em número máximo de cem nas frações areia muito fina, areia fina, areia média, areia grossa, areia muito grossa, grânulo e seixo fino. Os índices de esfericidade e arredondamento foram agrupados em classes conforme Quadros 1 e 2, obtendo-se a percentagem de grãos para cada classe. As amostras totalizaram 23 e foram descritas no Laboratório de Mineralogia e Microscopia do Depto. de Geociências – UFSC.

### **Quadro 1:** Classes de esfericidade.

Índice de Esfericidade	Grau de Esfericidade
0 – < 0,1	Muito Pobre
0,1 – < 0,3	Pobre
0,3 – < 0,5	Média
0,5 – < 0,7	Boa
0,7 – 0,9	Muito boa

Fonte: Lab. Sedimentologia – CECO/UFRGS.

**Quadro 2:** Classes de arredondamento.

Índice de Arredondamento	Grau de Arredondamento
0 – < 0,1	Angular
0,1 – < 0,3	Subangular
0,3 – < 0,5	Subarredondado
0,5 – < 0,7	Arredondado
0,7 – 0,9	Bem Arredondado

Fonte: Lab. Sedimentologia – CECO/UFRGS.

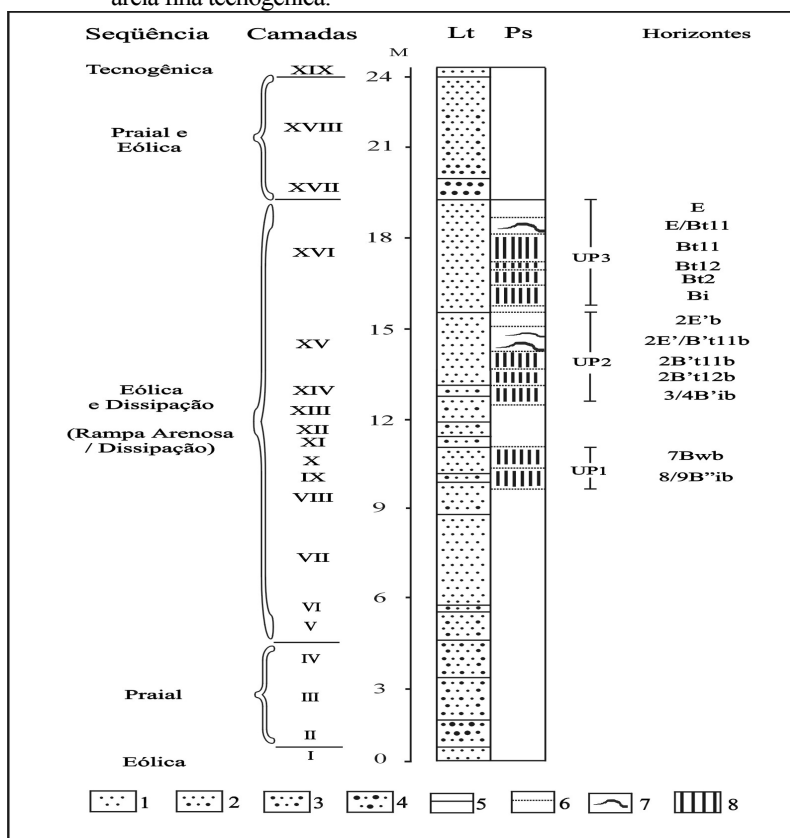
### **Seqüência estratigráfica do Balneário Praia Mole**

A estratigrafia dos depósitos arenosos do Balneário Praia Mole é caracterizada por litofácies ambiental praial, praial/eólica, eólica, de dissipação e tecnogênica (PAISANI, 2004). O depósito da rampa arenosa/dissipação estabeleceu-se entre as duas últimas transgressões marinhas (PAISANI, 2004), exibindo sete camadas eólicas e cinco de dissipação (Figura 2).

### **Resultados**

A identificação da litofácies das camadas teve por base o reconhecimento de padrões morfométricos e de textura superficial dos grãos. São apresentados como exemplo os resultados obtidos para as camadas: I, VII e XVI, litofácies areia fina eólica; XIII, litofácies areia fina/fina média eólica; e XIV, IX e VIII, litofácies areia fina média de dissipação (Figura 2). A esfericidade dos grãos mostra-se com pouca variação, não sendo parâmetro significativo na diferenciação entre sedimentos eólicos (maturados) e sedimentos de encosta (imaturados). Diante disso, refere-se, no texto, apenas às classes mais significativas.

**Figura 2:** Seqüência estratigráfica do Balneário Praia Mole. (1) areia fina, (2) areia fina média, (3) areia média fina, (4) areia média grossa a grossa média, (5) limite camada, (6) limite horizonte, (7) lamela, (8) horizonte B. Lt = litologia. Ps = perfil paleossolo. UP = unidade pedoestratigráfica (adaptado de Paisani, 2004). Camadas I, V, VII, X, XVI são litofácies areia fina eólica; camada VI é litofácies areia fina média residual de deflação; camadas XIII e XV são litofácies areia fina/fina média eólica; camadas VIII, IX, XI, XII e XIV são litofácies areia fina média de dissipação; camadas II, III, IV e XVII são litofácies areia média a média grossa praial; camada XVIII é litofácies areia média a fina praial/eólica; camada XIX é litofácies areia fina tecnogênica.



### Litofácies areia fina eólica

As camadas I, VII e XVI são constituídas predominantemente por areia fina (Figura 2), fração granulométrica tida como típica de depósitos eólicos atuais (AHLBRANDT, 1979; PYE & TSOAR, 1990). No caso da camada I, os grãos são muito bem esféricos, bem arredondados a arredondados, mamelonares foscos a polidos para frações areia grossa a muito grossa e lisos polidos para as demais frações (Tabela 1). Em geral, a textura superficial das frações areia muito grossa e grossa é tanto polida quanto fosca (Figura 3a), enquanto frações menores exibem maior percentual de grãos polidos (Tabela 1). Essa tendência também foi verificada nas camadas VII e XVI (Tabelas 2 e 3), mostrando que grãos de frações como areia muito grossa e grossa sofreram abrasão eólica, e que frações menores herdaram características relacionadas à abrasão marinha.

**Tabela 1:** Propriedades dos grãos da camada I

Fr	N	Arredondamento (%)				Textura Superficial (%)							
		Ba	A	As	San	Sp	Sf	Mp	Mf	Lp	Lf	TF	TP
amg	15	<b>60</b>	20	20	-	20	-	13	<b>33</b>	20	14	<b>47</b>	<b>53</b>
ag	100	<b>40</b>	<b>40</b>	10	10	8	4	<b>26</b>	<b>24</b>	14	24	<b>52</b>	48
am	100	34	<b>38</b>	18	10	18	-	20	18	<b>30</b>	14	32	<b>68</b>
af	100	4	<b>66</b>	26	4	4	2	14	2	<b>62</b>	16	20	<b>80</b>
amf	100	-	<b>50</b>	40	10	2	10	16	14	<b>42</b>	16	40	<b>60</b>

**Tabela 2:** Propriedades dos grãos camada VII

Fr	N	Arredondamento (%)				Textura Superficial (%)							
		Ba	A	Sa	San	Sp	Sf	Mp	Mf	Lp	Lf	TF	TP
am	50	34	<b>48</b>	16	2	8	4	18	12	28	<b>30</b>	46	<b>54</b>
af	100	8	<b>72</b>	20	-	-	4	12	10	<b>44</b>	30	44	<b>56</b>
amf	100	20	<b>66</b>	12	2	10	2	4	2	<b>60</b>	22	26	<b>74</b>

**Fr** = frações grossas; **N** = número de grãos analisados; **amg** = areia muito grossa; **ag** = areia grossa; **am** = areia média; **af** = areia fina; **amf** = areia muito fina; **Ba** = bem arredondado; **A** = arredondado; **Sa** = subarredondado; **San** = subanguloso; **Sp** = sacoróide polido; **Sf** = sacoróide fosco; **Mp** = mamelonar polido; **Mf** = mamelonar fosco; **Lp** = liso polido; **Lf** = liso fosco; **TF** = total fosco; **TP** = total polido.

**Tabela 3:** Propriedades dos grãos da camada XVI

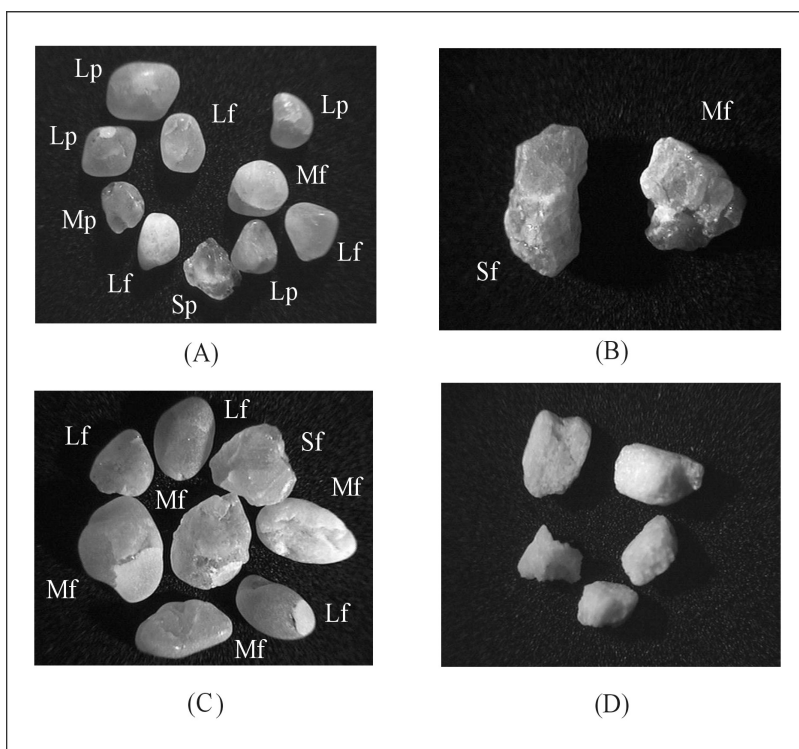
Fr	N	Arredondamento (%)				Textura Superficial (%)							
		Ba	A	As	San	Sp	Sf	Mp	Mf	Lp	Lf	TF	TP
ag	28	<b>36</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	-	-	17	4	21	4	<b>54</b>	<b>92</b>	8
am	100	12	<b>68</b>	18	2	-	-	10	20	22	<b>48</b>	<b>68</b>	32
af	100	32	<b>46</b>	18	4	-	2	14	10	<b>34</b>	<b>40</b>	<b>54</b>	<b>46</b>
amf	100	24	<b>54</b>	22	-	-	-	2	2	<b>52</b>	<b>44</b>	<b>46</b>	<b>54</b>

### Litofácies areia fina/fina média eólica

Essa litofácies corresponde à variação da eólica e foi reconhecida, sobretudo, diante das características morfométricas e da textura superficial dos grãos da camada XIII (Figura 2). A camada apresenta gradação inversa e textura variando de areia fina a fina média por conta do aumento nos percentuais de areia média em direção ao topo (PAISANI, 2004). Os grânulos da camada XIII são muito bem esféricos (Tabela 4), arredondados e com textura superficial predominantemente fosca (Figura 3b). A fração areia muito grossa é dominada por grãos muito bem esféricos, bem arredondados e com textura superficial liso-fosca (Figura 3c). Grãos liso-foscas também são predominantes nas frações menores que areia muito grossa, a exceção da areia muito fina, cujos grãos dominantes são liso-polidos. Grãos esporádicos de quartzo fosco, com aspecto ruiforme, estão presentes em todas as frações, sendo mais expressivos na areia grossa (Figura 3d). A textura superficial desses grãos ruiformes não está relacionada à abrasão pelo vento, mas à corrosão química (PYE & TSOAR, 1990). Nos demais casos, a abrasão eólica foi responsável pela textura superficial fosca. Em geral, a camada exibe predomínio de grãos maduros em frações que, normalmente, não sofrem generalizada abrasão eólica como o caso da areia muito grossa.



**Figura 3:** Grãos de areia das categorias de litofácies. (a) Grãos de areia grossa da camada I, litofácies areia fina eólica. Percebe-se significativa esfericidade e arredondamento, bem como grãos liso-polidos (Lp), liso-foscos (Lf), mamelonar-foscos (Mf) e sacaróide-polidos (Sp). (b) Grânulos sacaróide-fosco (Sf) e mamelonar-foscos (Mf) da camada XIII, litofácies areia fina/fina média eólica. (c) Grãos de areia muito grossa mamelonar-fosco (Mf), liso-foscos (Lf) e sacaróide-foscos (Sf) da camada XIII. (d) Grãos de quartzo na fração areia grossa da camada XIII. Foscos pela corrosão química.



**Tabela 4:** Propriedades dos grãos da camada XIII

Fr	N	Arredondamento (%)				Textura Superficial (%)							
		Ba	A	Sa	San	Sp	Sf	Mp	Mf	Lp	Lf	TF	TP
gr	14	-	<b>57</b>	36	7	<b>43</b>	<b>36</b>	-	21	-	-	<b>57</b>	43
amg	100	<b>46</b>	30	22	2	10	18	4	20	-	<b>46</b>	<b>86</b>	14
ag	100	<b>60</b>	24	14	2	2	4	2	22	2	<b>68</b>	<b>94</b>	6
am	100	28	<b>54</b>	18	-	4	2	2	28	16	<b>48</b>	<b>78</b>	22
af	100	26	<b>66</b>	8	-	-	-	4	6	38	<b>52</b>	<b>58</b>	42
amf	100	32	<b>60</b>	8	-	-	2	6	10	<b>46</b>	36	<b>48</b>	<b>52</b>

**Fr** = frações grossas; **N** = número de grãos analisados; **gr** = grânulo; **amg** = areia muito grossa; **ag** = areia grossa; **am** = areia média; **af** = areia fina; **amf** = areia muito fina; **Ba** = bem arredondado; **A** = arredondado; **Sa** = subarredondado; **San** = subanguloso; **Sp** = sacoróide polido; **Sf** = sacaróide fosco; **Mp** = mamelonar polido; **Mf** = mamelonar fosco; **Lp** = liso polido; **Lf** = liso fosco; **TF** = total fosco; **TP** = total polido.

### Litofácies de dissipação

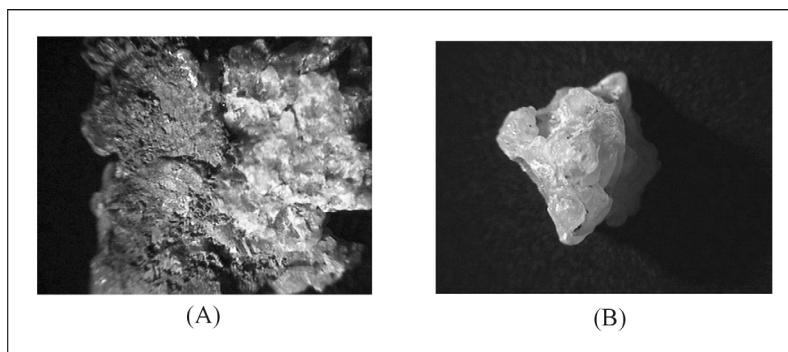
A litofácies de dissipação foi reconhecida para as camadas XIV, IX e VIII (Figura 2), sendo que as duas primeiras exibem linha de grânulos/pedras. Conceitualmente, a litofácies de dissipação apresenta mistura entre sedimentos de encosta e eólico, com grãos tanto fragmentados (imaturos) quanto desgastados pela abrasão (maturados). A fração seixo fino é a que geralmente apresenta grãos fragmentados, por vezes constituindo fragmento lítico do granito (Figura 4a). A morfometria e textura superficial dos grãos das camadas revelam que frações maiores que areia grossa a muito grossa exibem grãos foscas em percentuais significativos, indicando a mistura entre grãos de encosta com eólicos (Tabelas 5 a 7). As frações menores têm características similares àquelas identificadas em camadas eólicas. Em geral, registram-se três tendências: 1) grãos imaturos na fração seixo fino; 2) grãos maturados nas frações menores que areia grossa a muito grossa; e 3) zona de mistura gradativa entre ambas as categorias, situada entre as frações areia grossa e grânulos (Tabela 5 a 7). Essas tendências também foram reconhecidas nas camadas XI e XII (Figura 4b).

**Tabela 5:** Propriedades dos grãos da camada VIII

Fr	N	Arredondamento (%)				Textura Superficial (%)								
		Ba	A	As	San	Sp	Sf	Mp	Mf	Lp	Lf	TF	TP	
sxf	1	-	-	-	<b>100</b>	<b>100</b>	-	-	-	-	-	-	-	<b>100</b>
gr	28	-	18	<b>68</b>	14	<b>98</b>	2	-	-	-	-	2	<b>98</b>	
mg	100	-	22	<b>58</b>	20	<b>90</b>	2	2	-	6	-	2	<b>98</b>	
ag	100	18	<b>42</b>	<b>30</b>	10	<b>54</b>	10	2	10	2	22	<b>42</b>	<b>58</b>	
am	100	<b>62</b>	30	6	2	10	-	10	20	18	<b>42</b>	<b>62</b>	38	
af	100	24	<b>58</b>	18	-	2	2	6	6	<b>54</b>	30	38	<b>62</b>	
amf	100	10	<b>44</b>	36	10	2	16	4	6	<b>46</b>	26	48	<b>52</b>	

**Fr** = frações grossas; **N** = número de grãos analisados; **sxf** = seixo fino; **gr** = grânulo; **amg** = areia muito grossa; **ag** = areia grossa; **am** = areia média; **af** = areia fina; **amf** = areia muito fina; **Ba** = bem arredondado; **A** = arredondado; **Sa** = subarredondado; **San** = subanguloso; **Sp** = sacaróide polido; **Sf** = sacaróide fosco; **Mp** = mamelonar polido; **Mf** = mamelonar fosco; **Lp** = liso polido; **Lf** = liso fosco; **TF** = total fosco; **TP** = total polido.

**Figura 4:** Grãos de camadas litofácies de dissipação. (a) Seixo fino de fragmento lítico de granito, parcialmente oxidado, encontrado na base da camada VIII. (b) Grânulo sacaróide-polido da camada XI.



**Tabela 6:** Propriedades dos grãos da camada IX

Fr	N	Arredondamento (%)				Textura Superficial (%)							
		Ba	A	Sa	San	Sp	Sf	Mp	Mf	Lp	Lf	TF	TP
sxf	1	-	<b>100</b>	-	-	<b>100</b>	-	-	-	-	-	-	<b>100</b>
gr	7	-	29	<b>71</b>	-	<b>86</b>	14	-	-	-	-	14	<b>86</b>
amg	37	-	<b>38</b>	<b>44</b>	18	<b>63</b>	25	6	3	3	-	28	<b>72</b>
ag	100	22	<b>34</b>	<b>34</b>	10	6	16	10	<b>34</b>	8	<b>22</b>	<b>76</b>	24
am	100	34	<b>50</b>	16	-	-	-	4	<b>32</b>	4	<b>60</b>	<b>92</b>	8
af	100	12	<b>68</b>	18	2	-	-	10	6	<b>46</b>	<b>38</b>	<b>44</b>	<b>56</b>
amf	100	8	<b>56</b>	28	8	-	10	8	10	<b>40</b>	<b>32</b>	<b>52</b>	<b>48</b>

**Fr** = frações grossas; **N** = número de grãos analisados; **sxf** = seixo fino; **gr** = grânulo; **amg** = areia muito grossa; **ag** = areia grossa; **am** = areia média; **af** = areia fina; **amf** = areia muito fina; **Ba** = bem arredondado; **A** = arredondado; **Sa** = subarredondado; **San** = subanguloso; **Sp** = sacaróide polido; **Sf** = sacaróide fosco; **Mp** = mamelonar polido; **Mf** = mamelonar fosco; **Lp** = liso polido; **Lf** = liso fosco; **TF** = total fosco; **TP** = total polido.

**Tabela 7:** Propriedades dos grãos da camada XIV

Fr	N	Arredondamento (%)				Textura Superficial (%)							
		Ba	A	Sa	San	Sp	Sf	Mp	Mf	Lp	Lf	TF	TP
sxf	2	-	-	<b>100</b>	-	<b>100</b>	-	-	-	-	-	-	<b>100</b>
gr	35	-	32	<b>54</b>	14	<b>86</b>	11	3	-	-	-	11	<b>89</b>
amg	100	22	24	<b>46</b>	8	<b>52</b>	22	-	2	-	<b>24</b>	<b>48</b>	<b>52</b>
ag	100	28	<b>40</b>	26	6	12	6	4	20	4	<b>54</b>	<b>80</b>	20
am	100	22	<b>50</b>	26	2	-	4	8	18	14	<b>56</b>	<b>78</b>	22
af	100	20	<b>50</b>	22	8	-	6	6	10	<b>30</b>	<b>48</b>	<b>64</b>	36
amf	100	20	<b>46</b>	32	2	-	2	2	2	<b>52</b>	<b>42</b>	<b>46</b>	<b>54</b>

**Fr** = frações grossas; **N** = número de grãos analisados; **sxf** = seixo fino; **gr** = grânulo; **amg** = areia muito grossa; **ag** = areia grossa; **am** = areia média; **af** = areia fina; **amf** = areia muito fina; **Ba** = bem arredondado; **A** = arredondado; **Sa** = subarredondado; **San** = subanguloso; **Sp** = sacaróide polido; **Sf** = sacaróide fosco; **Mp** = mamelonar polido; **Mf** = mamelonar fosco; **Lp** = liso polido; **Lf** = liso fosco; **TF** = total fosco; **TP** = total polido.

## **Conclusões**

A esfericidade dos grãos mostrou pouca variação, não sendo parâmetro significativo na diferenciação entre sedimentos eólicos (maturados) e sedimentos de encosta (imaturados). O arredondamento expressou certo grau de maturidade dos grãos, sobretudo na identificação das frações granulométricas correspondentes à mistura de grãos eólicos com grãos de encosta. A textura superficial é a propriedade que mais auxiliou na distinção de litofácies eólica e de dissipação, permitindo definir frações granulométricas exclusivamente eólica e de encosta (dissipação). Essa propriedade dos grãos revelou que frações maiores que areia média exibem grãos maturados (eólicos), sobretudo a fração areia grossa, sugerindo que o tamanho de grão não é parâmetro seguro para se distinguir litofácies eólica de litofácies de dissipação. Enfim, a textura superficial dos grãos mostra-se a propriedade mais segura para se reconhecer litofácies eólica e de dissipação em camadas de rampa arenosa/dissipação costeira desenvolvida durante períodos glaciais.

## **Referências bibliográficas**

- AHLBRANDT, T. S. 1979 – Textural parameters of eolian deposits. A Study of Global Sand Seas. Washington, D. C., U. S. Geological Survey, p.21-51 (**Geological Survey Professional Paper**, n. 1052).
- BIGARELLA, J. J. 1974 - Structures developed by dissipation of dune and beach ridge deposits. **Catena**, 1:107-152
- BIGARELLA, J.J. 1975 - Lagoa dune field (State of Santa Catarina, Brazil), a model of eolian and pluvial activity. **Boletim Paranaense de Geociências**, 33:133-167.
- BIGARELLA, J.J.; HARTKOPF, C.C.; SOBANSKI, A. & TREVISAN, N. 1955 – Textura superficial dos grãos em areias e arenitos. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, X:253-275.

GOUDIE, A.S. 1995 – **The Changing Earth: rates of geomorphological processes**. Blackwell. 302p.

KRUMBEIN, W.C. 1941 – Measurement and geological significance of shape and roundness of sedimentary particles. **Journal of Sedimentary Petrology**, v.11, n.2:64-72.

PAISANI, 2004 – **Estratigrafia, Significado Paleoambiental e Quadro Evolutivo de Rampa Arenosa/Dissipação no Balneário Paraia Mole – Ilha de Santa Catarina**. Florianópolis, 255p. Tese de Doutorado em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina.

PYE, K & TSOAR, H. 1990. **Aeolian sand and sand dunes**. London, Unwin Hyman, 369p.

RITTENHOUSE, G. 1943 – A visual method of estimating two-dimensional sphericity. **Journal of Sedimentary Petrology**, v.13, n2:79-81.

SUGUIO, K. 1980 – **Rochas Sedimentares**. São Paulo: Edgard Blücher, 500p.

Recebido em fevereiro de 2005

Aceito em abril de 2005