

5

Resultados

Neste capítulo serão mostrados resultados obtidos pela aplicação do método proposto em algumas malhas. Além do tempo gasto na simplificação delas, a distância de Hausdorff (d_H), o erro médio (d_M) e a raiz do erro quadrático médio (d_{RMSE}) serão utilizados como métricas de avaliação de erro entre as malhas originais e simplificadas. As Figuras 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.6 e 5.7 apresentam malhas originais e os resultados obtidos com a aplicação do método de simplificação baseado em difusão geométrica markoviana.

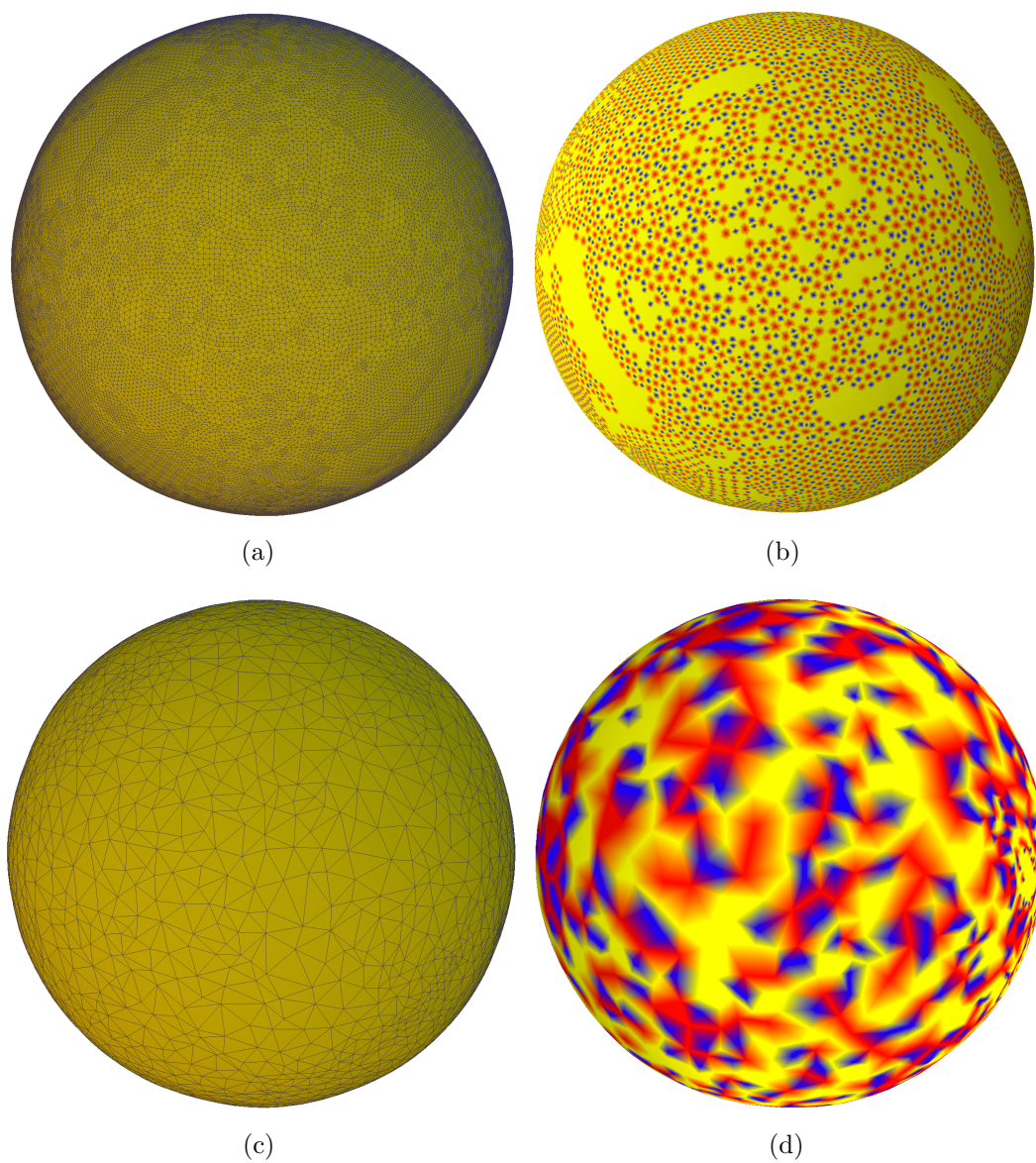


Figura 5.1: Modelo *sphere*. Em (a) original, com 127.006 vértices e 254.008 triângulos e em (b) seu mapa de representatividade dos vértices. Em (c) o modelo simplificado, com 9.658 vértices e 19.312 triângulos e em (d) as novas representatividades obtidas.

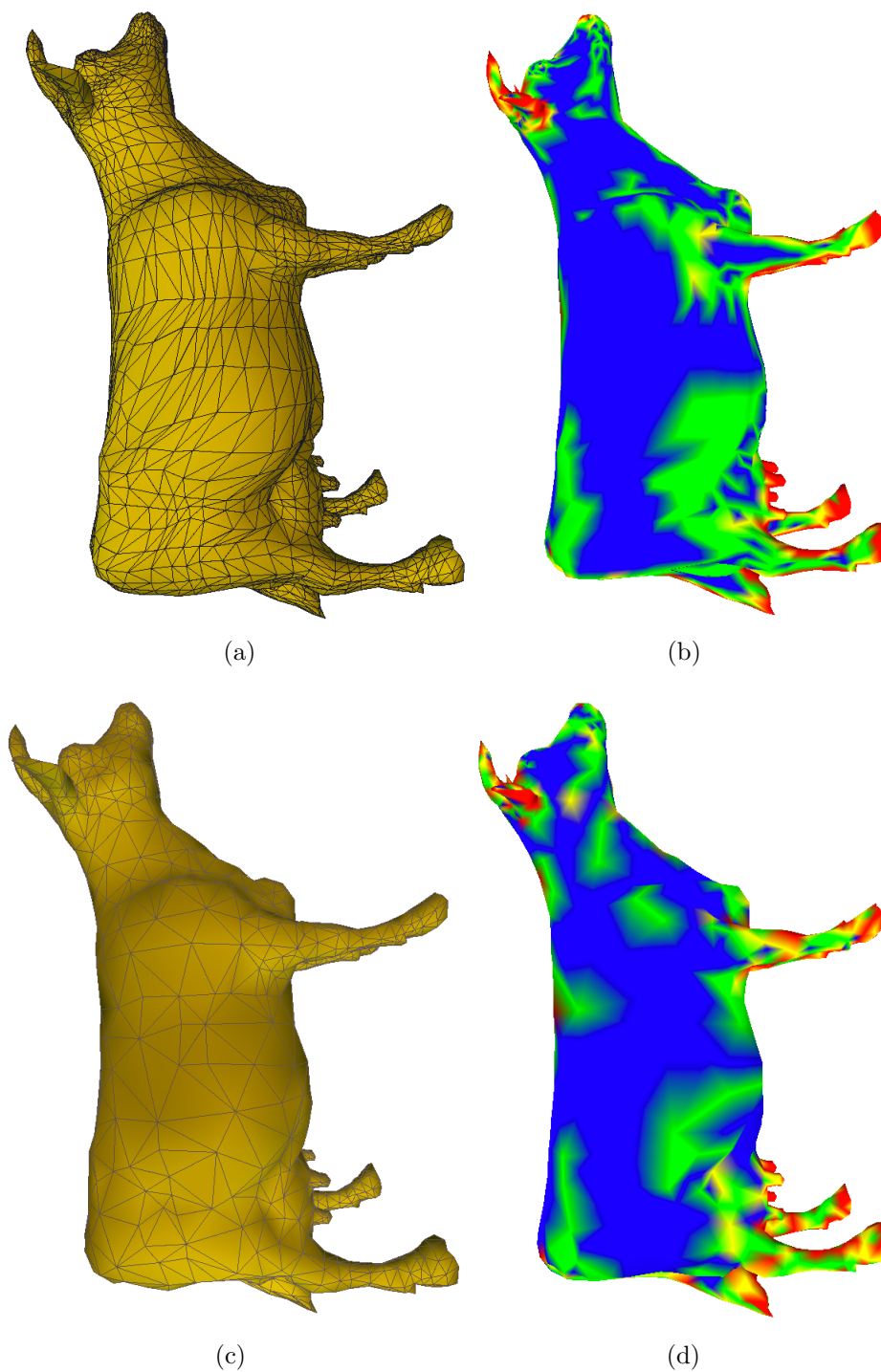
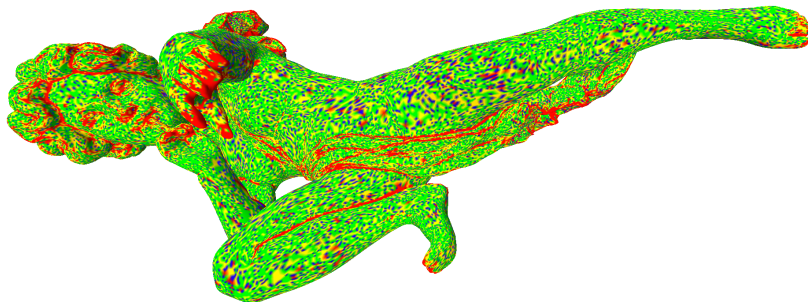


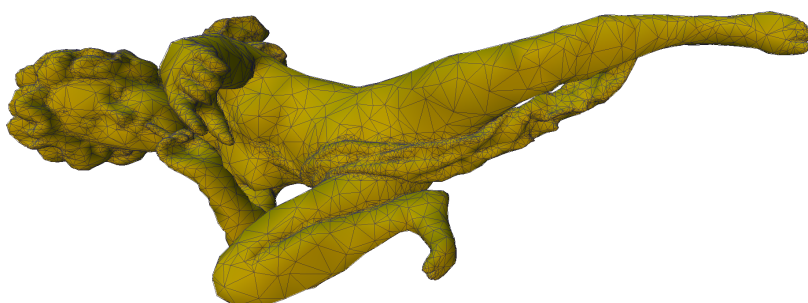
Figura 5.2: Modelo *cow*. Em (a) original, com 2.904 vértices e 5.804 triângulos e em (b) seu mapa de representatividade dos vértices. Em (c) o modelo simplificado, com 1.673 vértices e 3.342 triângulos e em (d) as novas representatividades obtidas.



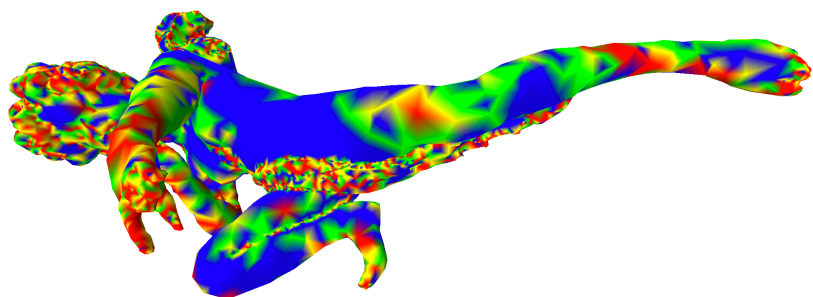
(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 5.3: Modelo *angel*. Em (a) original, com 237.018 vértices e 474.048 triângulos e em (b) seu mapa de representatividade dos vértices. Em (c) o modelo simplificado, com 8.411 vértices e 16.823 triângulos e em (d) as novas representatividades obtidas.

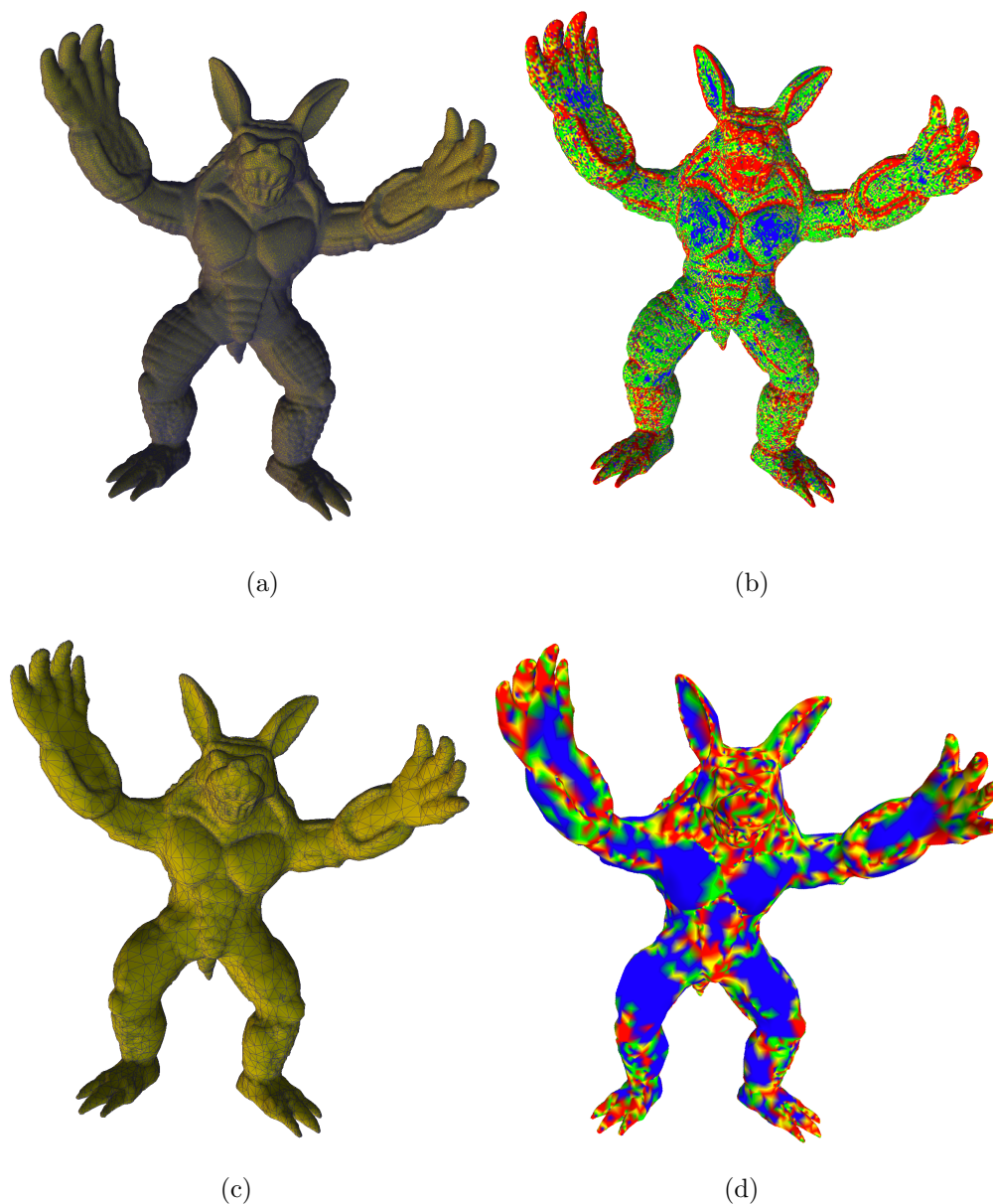


Figura 5.4: Modelo *armadillo*. Em (a) original, com 172.974 vértices e 345.944 triângulos e em (b) seu mapa de representatividade dos vértices. Em (c) o modelo simplificado, com 7.914 vértices e 15.824 triângulos e em (d) as novas representatividades obtidas.

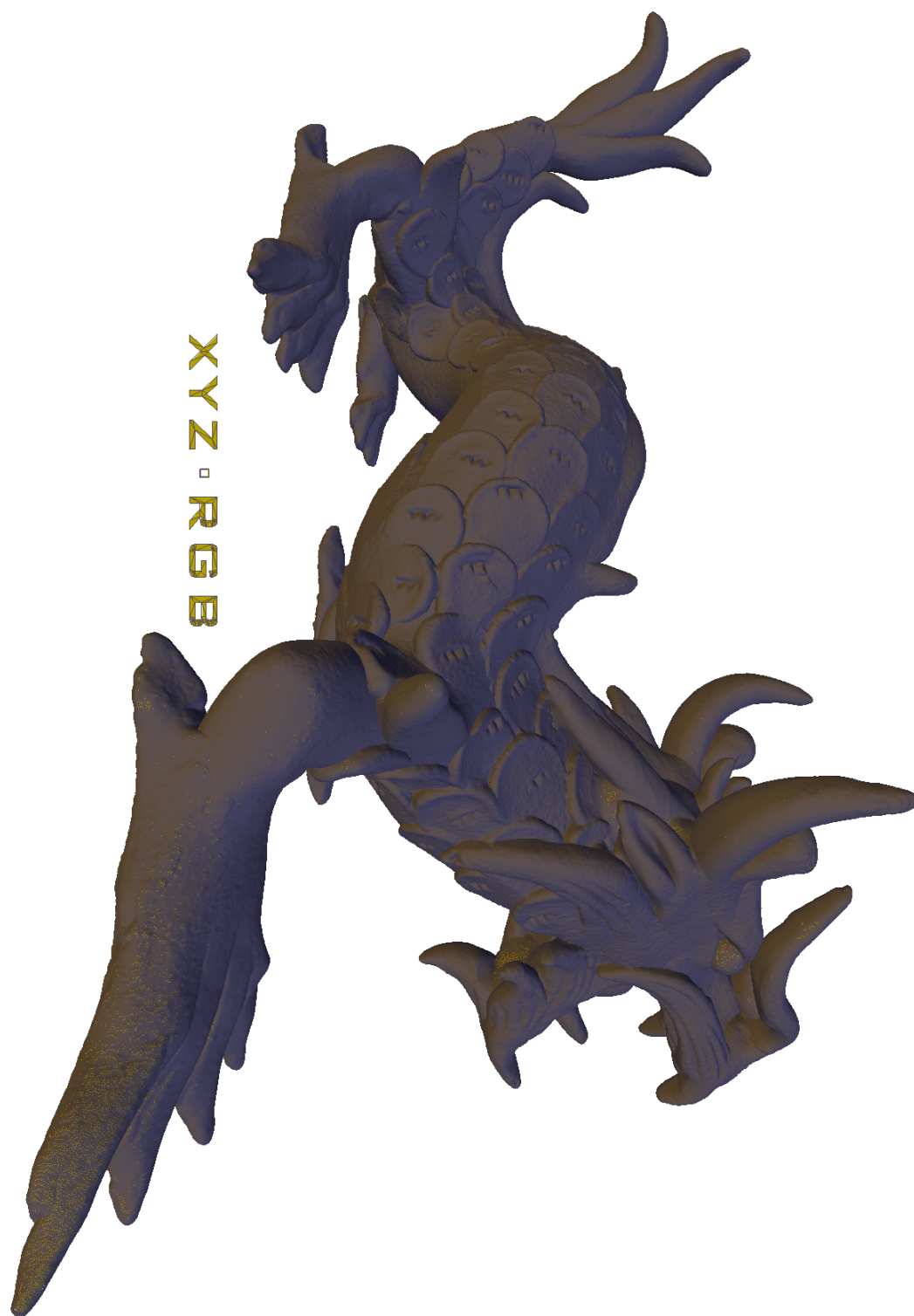


Figura 5.5: Modelo *xyz dragon* original fomado por 3.609.600 vértices e 7.219.045 triângulos.

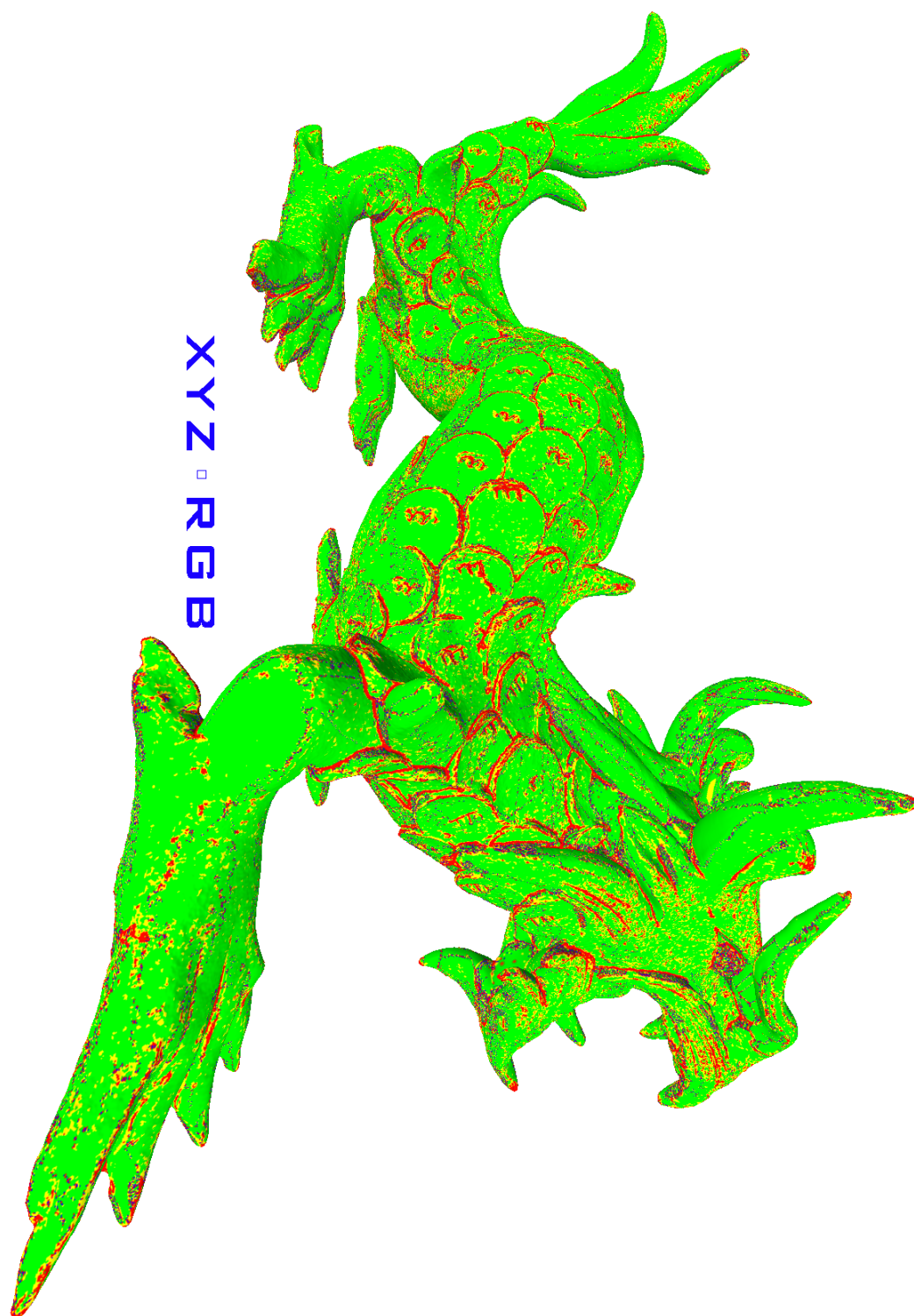


Figura 5.6: Representatividades dos vértices do modelo *xyz dragon*.



Figura 5.7: Modelo *xyz dragon* simplificado formado por 35.658 vértices e 71.117 triângulos.

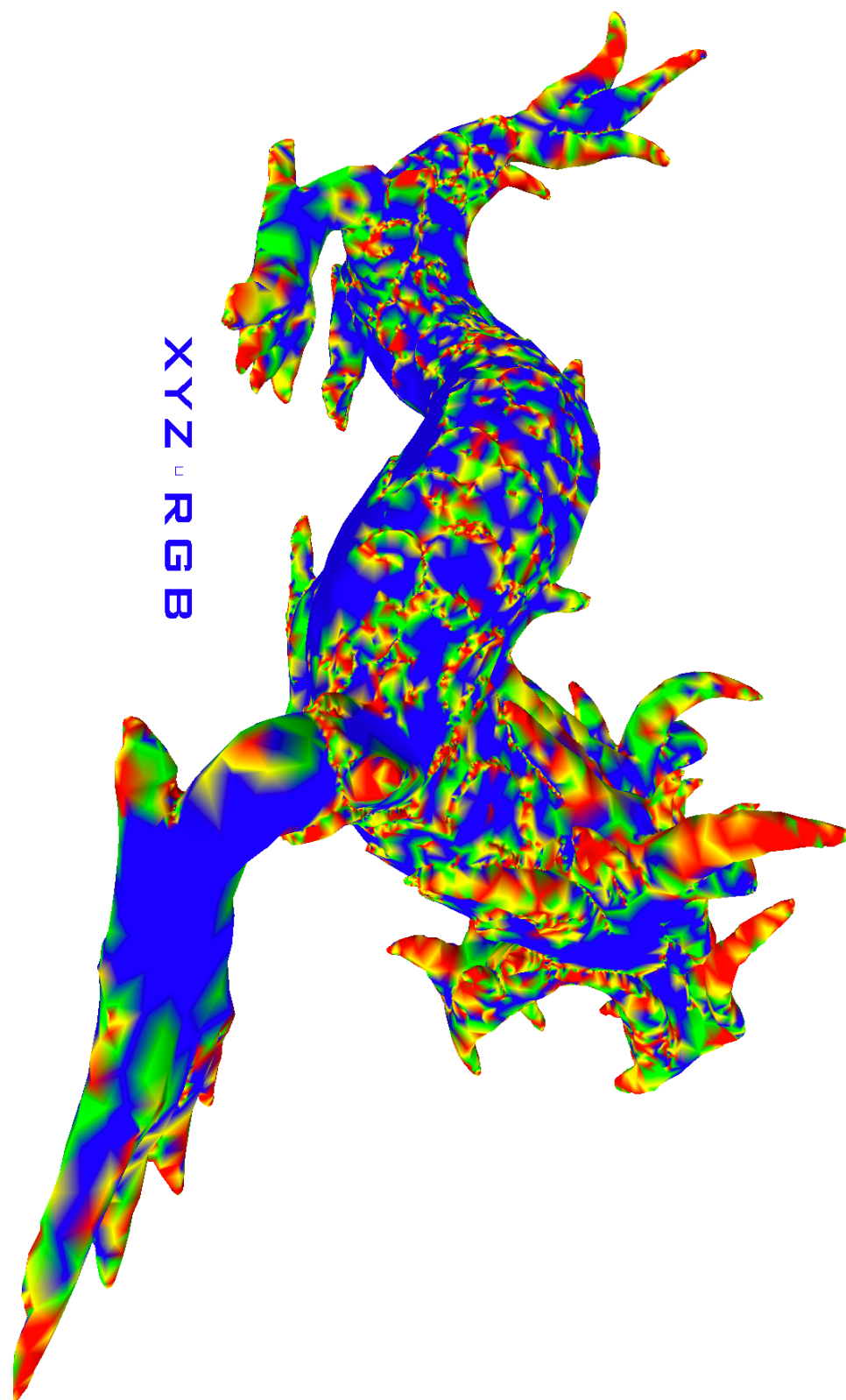


Figura 5.8: Representatividades obtidas pela simplificação modelo *xyz dragon*.

A tabela 5.1 apresenta os erros envolvidos na simplificação, a taxa de redução e o tempo computacional requerido das malhas apresentadas. A simplificação foi feita em um Mac com sistema Operacional Mac OS X, processador intel quad-core 2.8 GHz com memória de 16GB e 1066 MHz.

Tabela 5.1: Tabela com os erros avaliados nas malhas simplificadas, a taxa de redução de cada uma delas e o tempo, em segundos, requerido para o processo de simplificação feito pela difusão geométrica markoviana.

malha	d_H	d_M	d_{RMSE}	redução (%)	tempo (s)
<i>cow</i>	0,008246	0,000849	0,001485	57,61	0,215
<i>sphere</i>	0,001142	0,000136	0,000163	7,60	12,237
<i>armadillo</i>	0,004709	0,000693	0,000901	4,57	15,925
<i>angel</i>	0,009190	0,000752	0,001093	3,54	22,393
<i>xyz dragon</i>	0,004775	0,000388	0,000570	0,99	368,801

Uma característica interessante pode ser observada verificando a relação $\frac{d_H}{d_{RMSE}}$ que origina valores em uma mesma escala (valores próximos a 10) indicando que a distância máxima verificada e a média quadrática das distâncias estão próximas. Observa-se também que nos modelos originais os intervalos de importâncias são bem-definidos, com transições bruscas. Quando ocorre a simplificação, os níveis ficam com transições mais suaves, ficando difícil classificar qual a melhor área a ser removida. Este comportamento da difusão ressalta a boa atuação que o método possui em malhas grandes e sua deficiência ao manipular malhas pequenas.

O *meshlab* (23) é um *software* que implementa diversos métodos de manipulação de malhas. Dentre eles está implementada uma variação do algoritmo proposto por Garland et al. (13). O método utiliza métrica das quádricas como métrica de avaliação para a remoção de arestas de uma malha. Esse método foi utilizado para realizar comparação de desempenho computacional e avaliação de erro com relação ao método que estamos propondo. As simplificações geradas pelo *meshlab* foram feitas na mesma plataforma computacional utilizada pelo método de difusão geométrica markoviana. Os resultados de tempo e erro para esse método são apresentados na tabela 5.2.

Tabela 5.2: Tabela com os erros avaliados nas malhas simplificadas, a taxa de redução de cada uma delas e o tempo, em segundos, requerido para o processo de simplificação feita pelo *software meshlab*.

malha	d_H	d_M	d_{RMSE}	redução (%)	tempo (s)
<i>cow</i>	0,020646	0,000613	0,001555	57,61	0,039
<i>sphere</i>	0,000207	0,000032	0,000042	7,60	2,277
<i>armadillo</i>	0,639612	0,071964	0,095214	4,57	4,295
<i>angel</i>	0,101791	0,005723	0,008312	3,54	6,503
<i>xyz dragon</i>	0,003487	0,000456	0,000039	0,99	92,193

Nas malhas que contêm muitas feições, como o *armadillo* e o *angel*, observa-se que o nosso método obteve distância de Hausdorff muito menor e que atuou de forma mais apropriada, uma vez que o *meshlab* não incorpora a identificação de feições. Nos demais casos, os erros foram praticamente os mesmos. Com relação ao tempo, as implementações muito otimizadas do *meshlab* garantiram um ganho de tempo superior em relação ao método proposto.