

## 7

## Resultados

### 7.1

#### Introdução

Neste capítulo, apresentamos e comparamos os resultados obtidos através da aplicação, na reconstrução de objetos sintéticos e reais, do método de escultura do espaço em suas três variações: (a) no espaço das imagens, (b) no espaço da cena e (c) por refinamento adaptativo.

Em primeiro lugar, apresentamos cada um dos dados utilizados nos testes comparativos, juntamente com as respectivas imagens de segmentação dos objetos de interesse. Em seguida, apresentamos imagens dos objetos reconstruídos por cada um dos métodos avaliados e efetuamos uma análise comparativa da qualidade das reconstruções. Além disso, analisamos os resultados produzidos pelos diferentes métodos em função da resolução do espaço de reconstrução. Mostramos também os resultados produzidos pelo método de escultura do espaço por refinamento adaptativo em cada um dos níveis de refinamento e finalmente, analisamos o desempenho de cada um dos métodos e apresentamos algumas estatísticas em forma de tabelas.

Para facilitar a exposição utilizaremos as seguintes notações para cada um dos métodos avaliados:

- **EEEI** - Escultura do espaço no espaço das imagens.
- **EEEC** - Escultura do espaço no espaço da cena.
- **EERA** - Escultura do espaço através de refinamento adaptativo.

#### 7.1.1

##### Dados utilizados nos testes

Os testes foram realizados sobre dois conjuntos de dados sintéticos e dois conjuntos de dados reais. Os primeiros consistem de imagens geradas através da renderização de objetos poligonais através de câmeras sintéticas.

Tais dados, denominados respectivamente Al e Dolphins, são descritos no formato *Wavefront*, e foram obtidos diretamente da Internet. Os últimos consistem em imagens calibradas obtidas de objetos infláveis reais através do sistema de aquisição descrito no capítulo anterior. Utilizamos um tecido de cor roxa para cobrir todo o aparato de forma a facilitar a segmentação. O primeiro conjunto de dados reais denominamos Tigre e o segundo denominamos Dino. Para cada conjunto de dados apresentamos primeiramente suas imagens de entrada e seus respectivos mapas de segmentação.

O primeiro dado sintético consiste em uma forma humana estilizada que apresenta algumas estruturas bastante interessantes. Basicamente é uma forma suave mas que apresenta estruturas delicadas como as das mãos. Sua textura é simples já que consiste em regiões de cor homogênea. O segundo dado é formado por um grupo de três golfinhos. O ponto interessante deste dado é que ele é composto por três diferentes componentes conexas o que nos permite demonstrar o poder dos métodos de escultura do espaço. Uma outra característica é a presença de estruturas bastante finas como as caudas. O terceiro e o quarto dados são imagens de objetos plásticos infláveis reais que diferem principalmente na riqueza de textura.

### 7.1.2

#### Resultados da segmentação

Nos dados sintéticos a segmentação foi trivialmente obtida através de uma simples subtração do fundo preto da cena renderizada como ilustram as figuras 7.1, 7.2, 7.3 e 7.4. Nos casos reais a simples utilização de um fundo de cor diferente não foi suficiente para que pudéssemos obter uma boa segmentação já que as imagens do fundo, que visualmente parecem ser homogêneas, são extremamente ruidosas e além disso bastante reflexivas. Um outro problema também observado é que o fundo é levemente modificado no momento em que o objeto é colocado no aparato. Estes problemas nos levou a desenvolver o algoritmo de segmentação baseada em intervalos de confiança apresentado no capítulo 6.

Podemos observar, nas figuras 7.5 e 7.6 que os resultados produzidos pela segmentação dos dados reais são bastante satisfatórios se considerarmos a dificuldade intrínseca do problema. Os contornos dos objetos estão razoavelmente bem delineados e praticamente não se encontram pontos espúrios, com exceção de alguns pequenos elementos no dado Dino. Um outro ponto a ser notado é que foram criados pouquíssimos buracos no interior dos objetos, como aparecem por exemplo no dado Tigre, graças à

aplicação de filtros morfológicos sobre o resultado da classificação com base nos intervalos de confiança. Os pequenos buracos que ainda restaram foram gerados por erros de segmentação causados pela grande reflectividade existente na superfície branca do objeto que praticamente se torna da cor do fundo. Esta dificuldade deve ser esperada em objetos de plástico brilhante como os utilizados.

É interessante notar que em uma versão anterior do algoritmo de segmentação, em que o teste de cromaticidade não era feito, as sombras dos objetos projetadas no fundo eram erroneamente classificadas. Graças aos testes de cromaticidade realizados e a escolha de um fundo de cor distinta das cores presentes nos objetos de interesse a segmentação foi realizada com sucesso.



Figura 7.1: Dado I - Al - Imagens de entrada

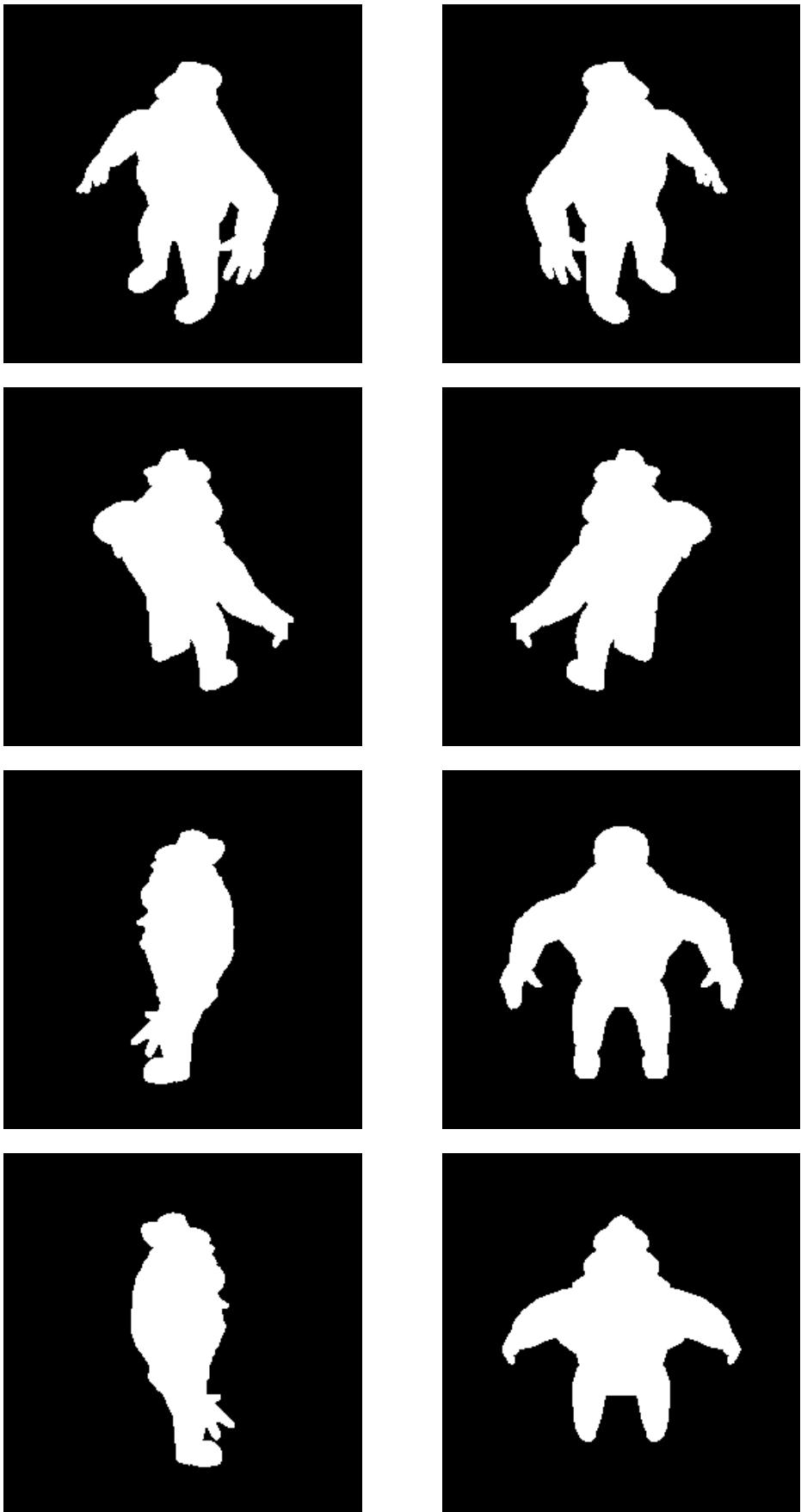


Figura 7.2: Dado I - A1 - Imagens segmentadas

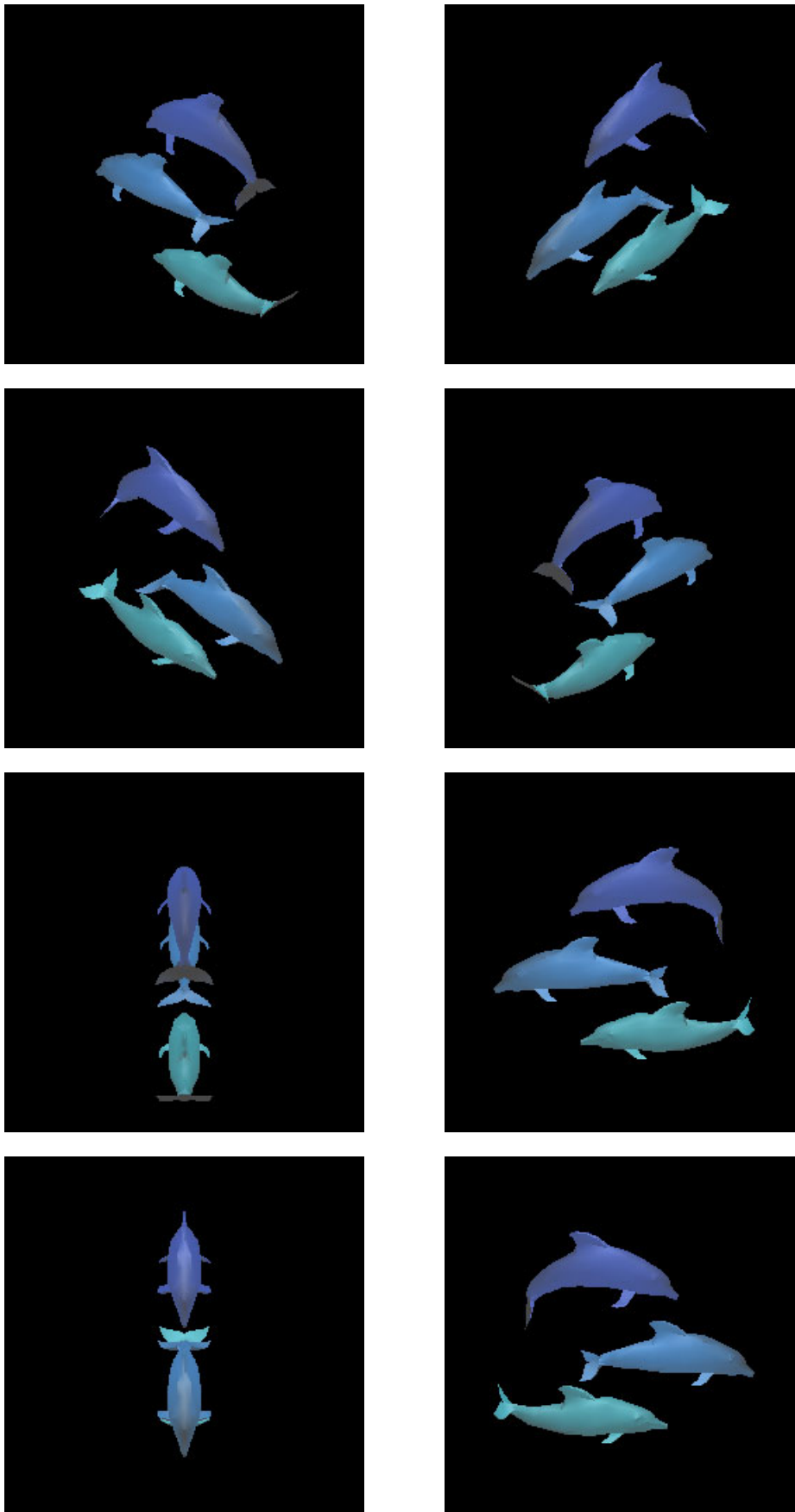


Figura 7.3: Dado II - Dolphins - Imagens de entrada

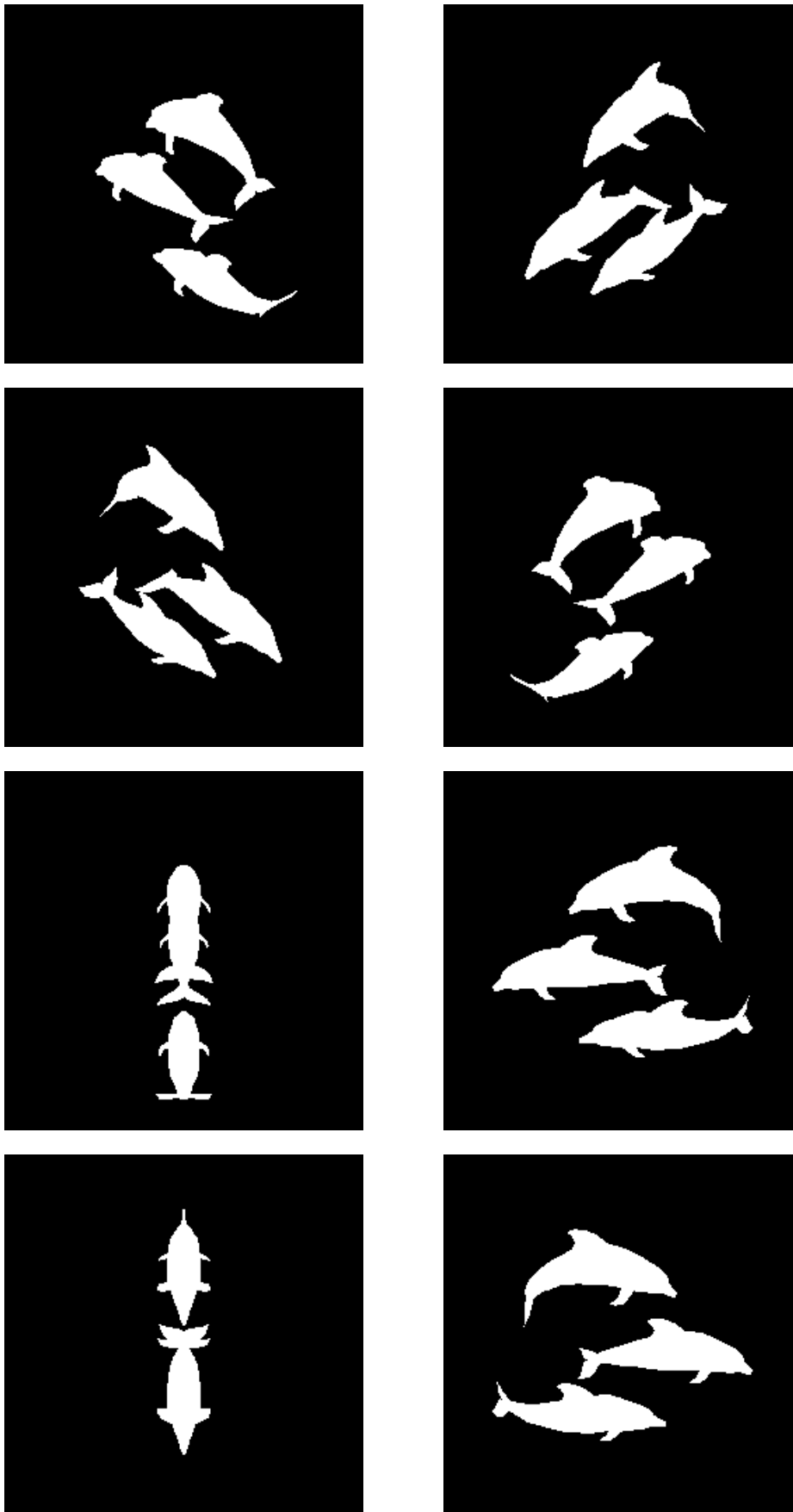


Figura 7.4: Dado II - Dolphins - Imagens de segmentação

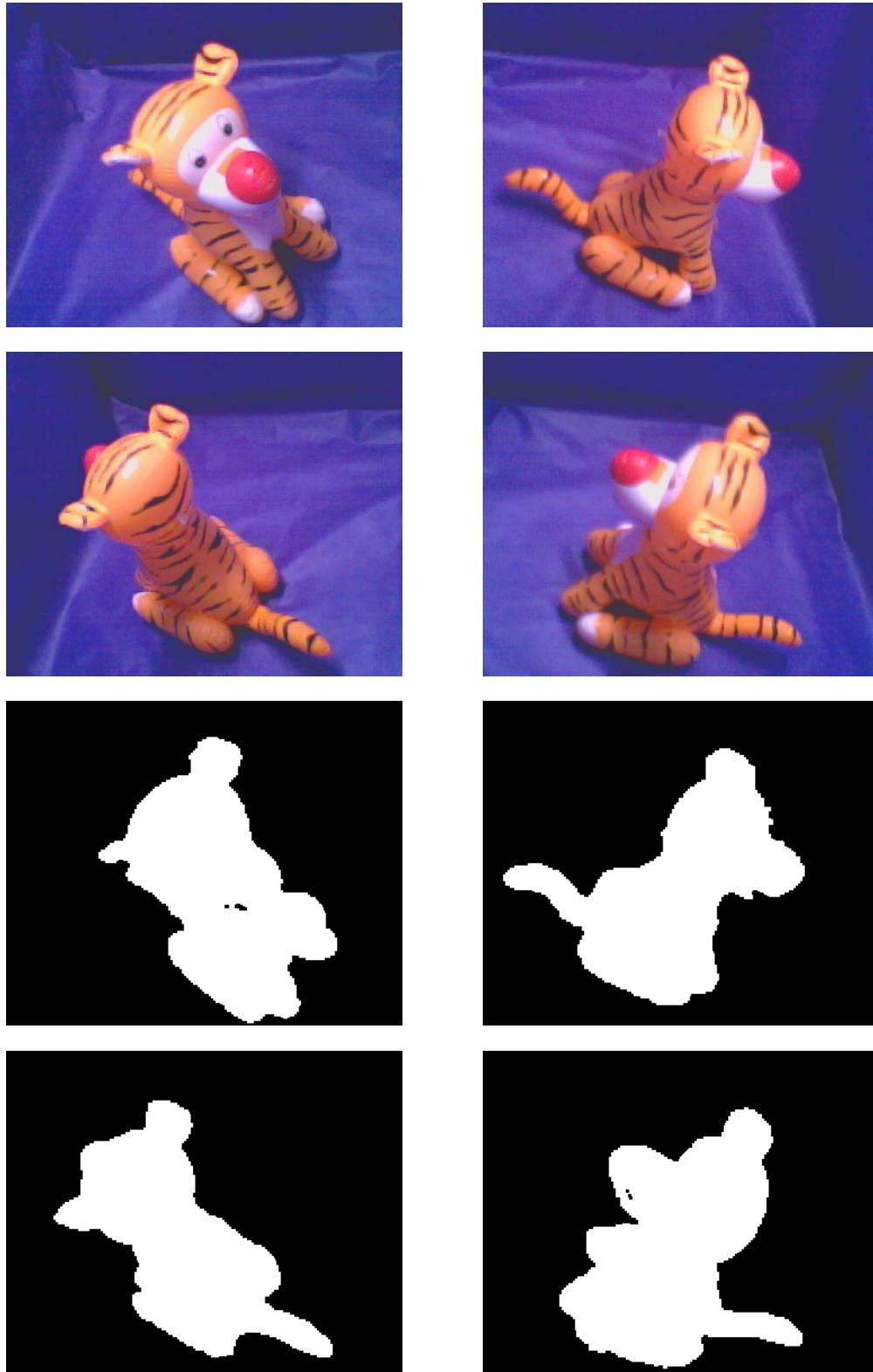


Figura 7.5: Dado III - Tigre - Imagens do objeto e da segmentação



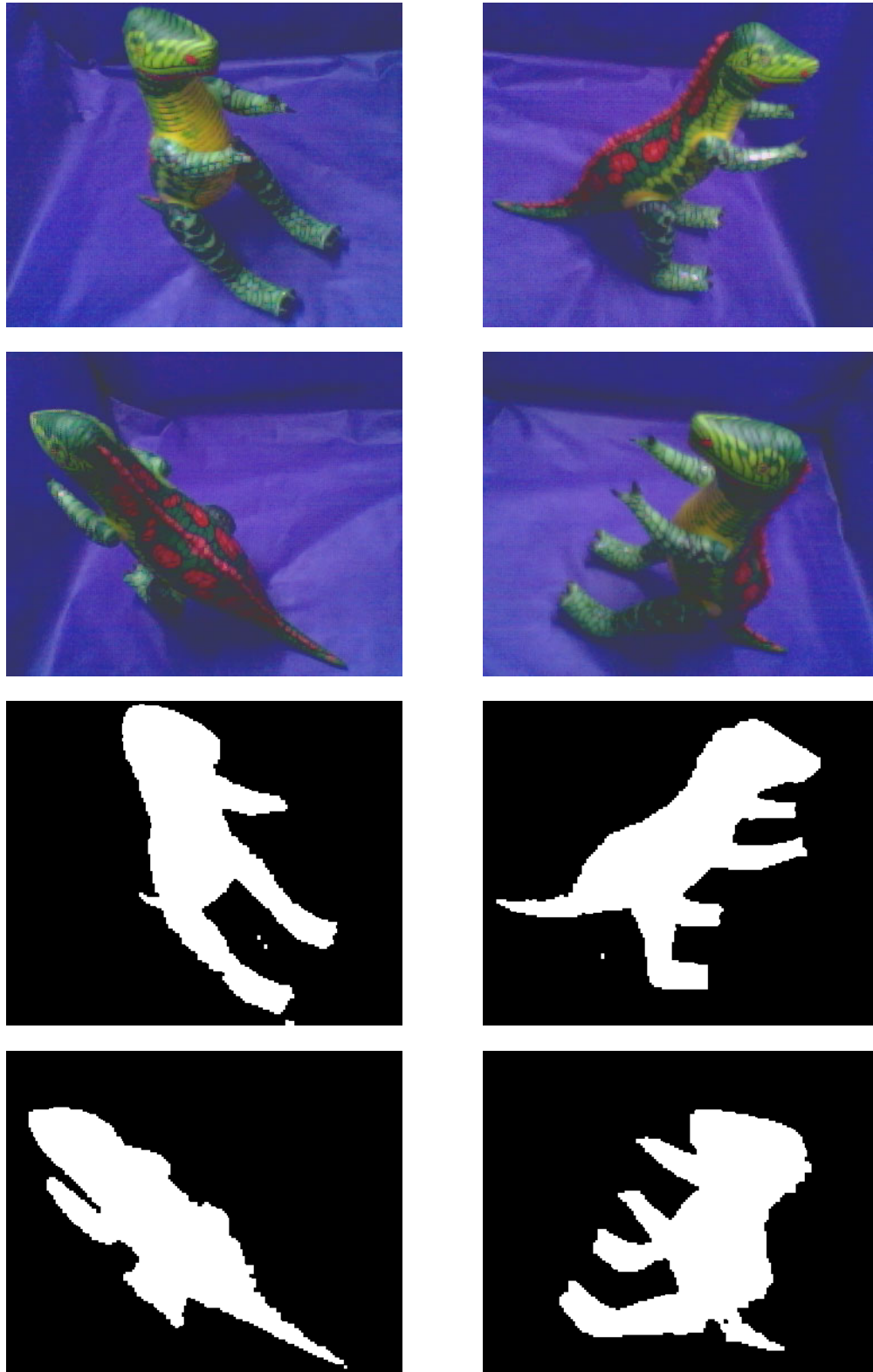


Figura 7.6: Dado IV - Dino - Imagens do objeto e da segmentação

## 7.2

### Análise qualitativa

Apresentamos agora algumas imagens obtidas através da reconstrução realizada por cada um dos métodos de escultura do espaço na resolução máxima onde praticamente temos um voxel para cada pixel. As figuras 7.7, 7.8, 7.9, 7.10, 7.11 e 7.12 mostram os resultados da aplicação das três variações do método de escultura do espaço para os dois casos sintéticos. As figuras 7.13, 7.14, 7.15, 7.16, 7.17 e 7.18 são as correspondentes para os casos reais. As quatro primeiras imagens são imagens do objeto reconstruído a partir dos pontos de vista originais e as quatro últimas correspondem a imagens obtidas a partir de novos pontos de vista.

Em termos qualitativos, os resultados produzidos pelo método no espaço da cena (EEEC) e o método por refinamento adaptativo (EERA) (que também trabalha no espaço da cena) são praticamente equivalentes. Já os resultados produzidos pelo método no espaço das imagens (EEEI), apresentam vários voxels na superfície que não receberam informação de cor por terem sido classificados erroneamente como não visíveis durante a etapa de reconstrução. A figura 7.19 mostra uma ampliação da reconstrução do dado Tigre na qual as falhas estão mais visíveis.

Apesar das falhas apresentadas, podemos perceber que os resultados produzidos pelo método EEEI são ligeiramente mais nítidos que os anteriores. Uma explicação para a maior nitidez das imagens da reconstrução obtida pelo método EEEI está no fato de que este método não utiliza procedimento de filtragem algum, ao contrário dos métodos EEEC e EERA. Como os métodos EEEC e EERA filtram as imagens registradas no espaço da cena, a reconstrução naturalmente terá suas informações fotométricas mais suavizadas que no método EEEI. Logo, é de se esperar que os resultados produzidos pelos métodos que trabalham no espaço da cena apresentem um aspecto um pouco mais "borrado". Nos exemplos desta seção, o método EEEI reproduziu as informações fotométricas de forma razoável.

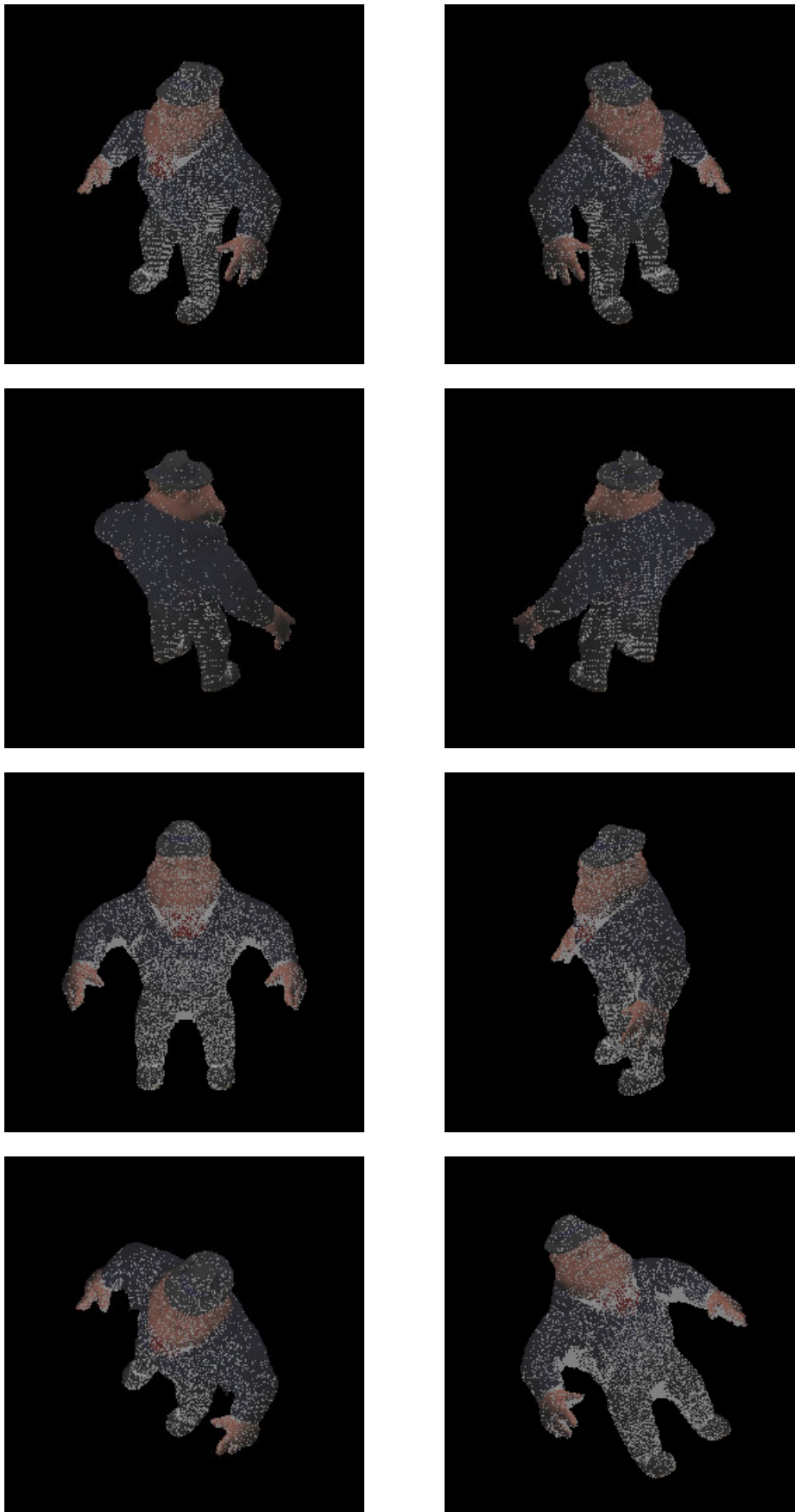


Figura 7.7: Reconstrução do dado I através do algoritmo EEI



Figura 7.8: Reconstrução do dado I através do algoritmo EEEEC

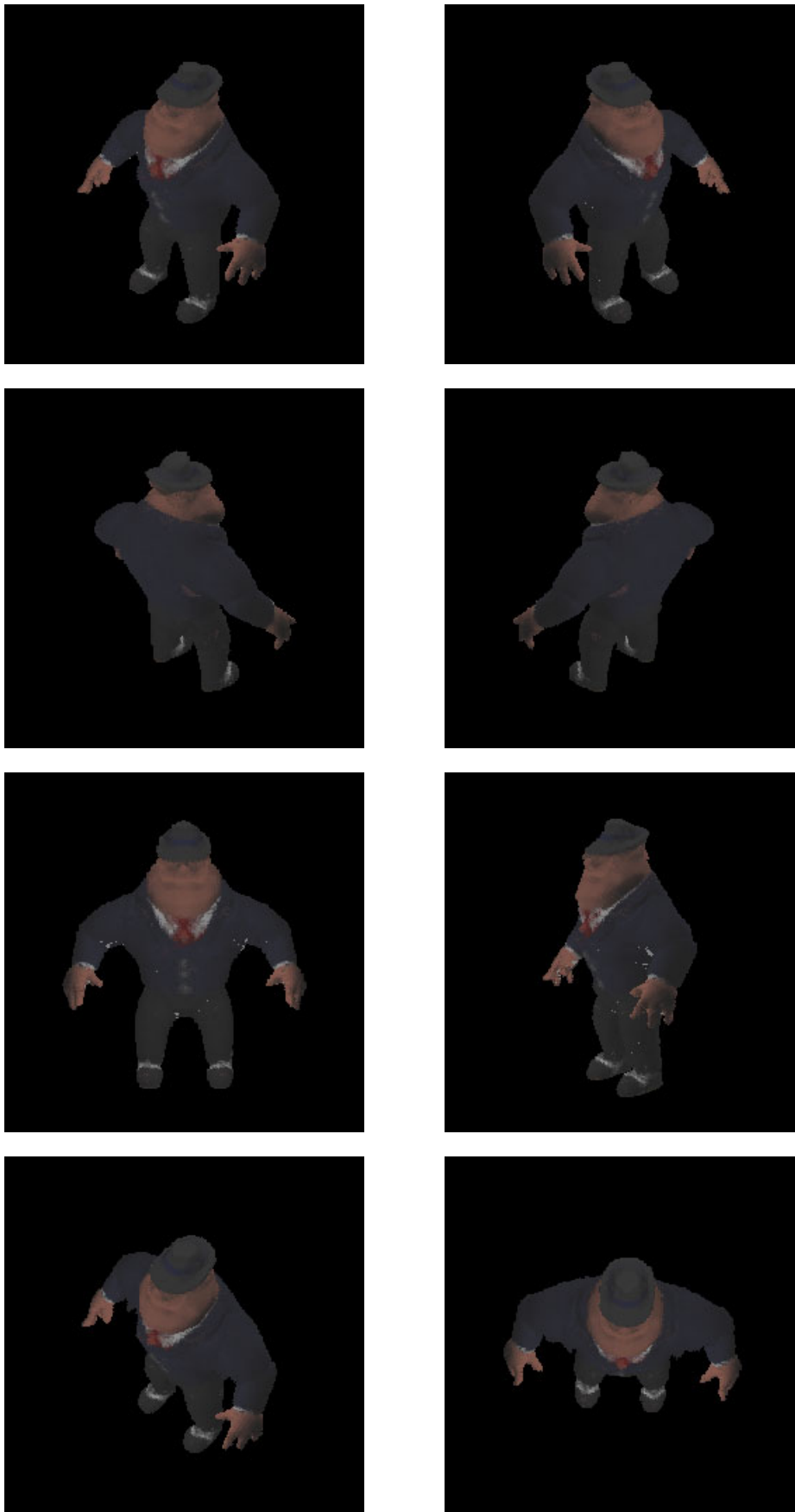


Figura 7.9: Reconstrução do dado I através do algoritmo EERA

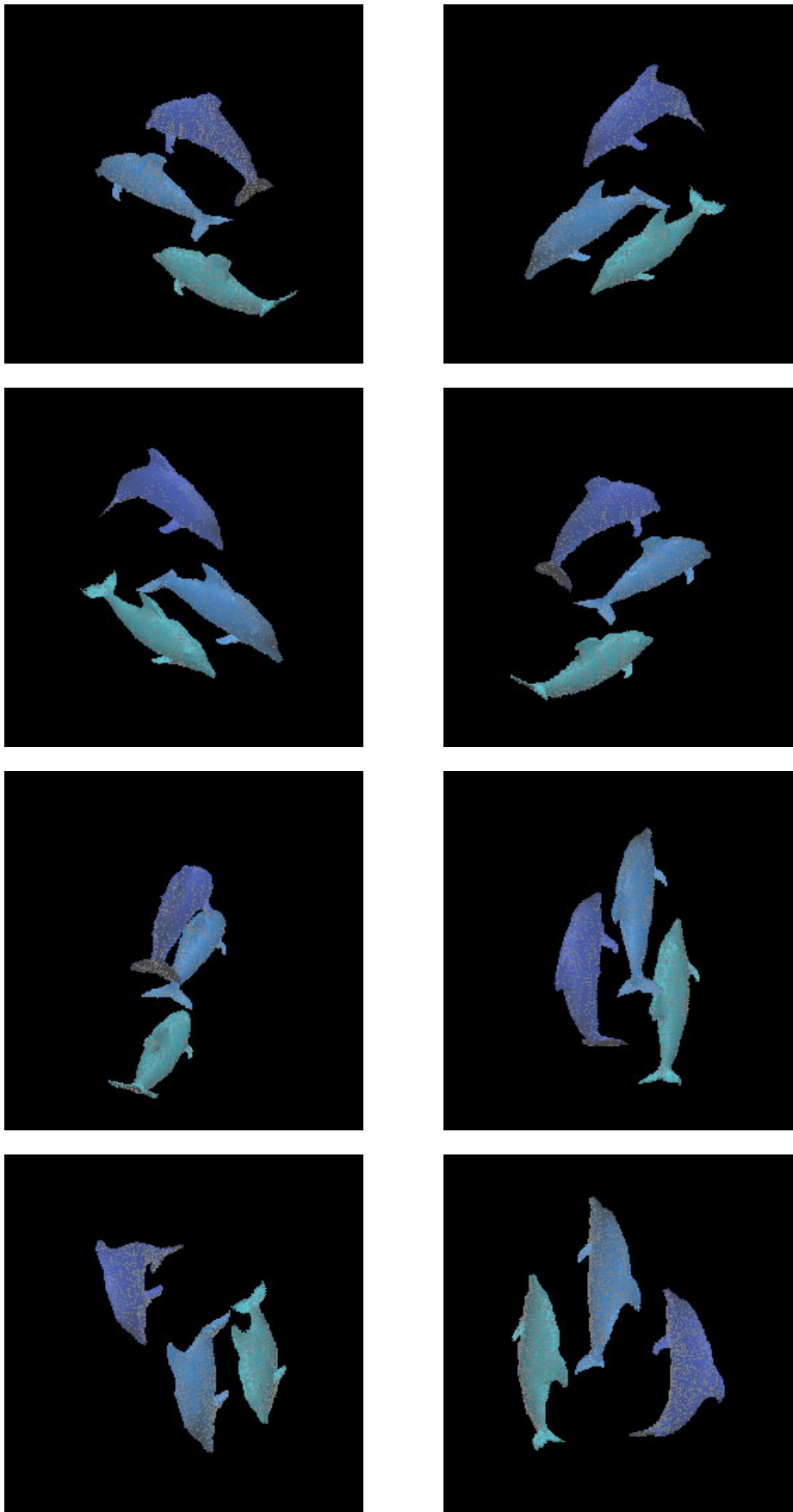


Figura 7.10: Reconstrução do dado II através do algoritmo EEI

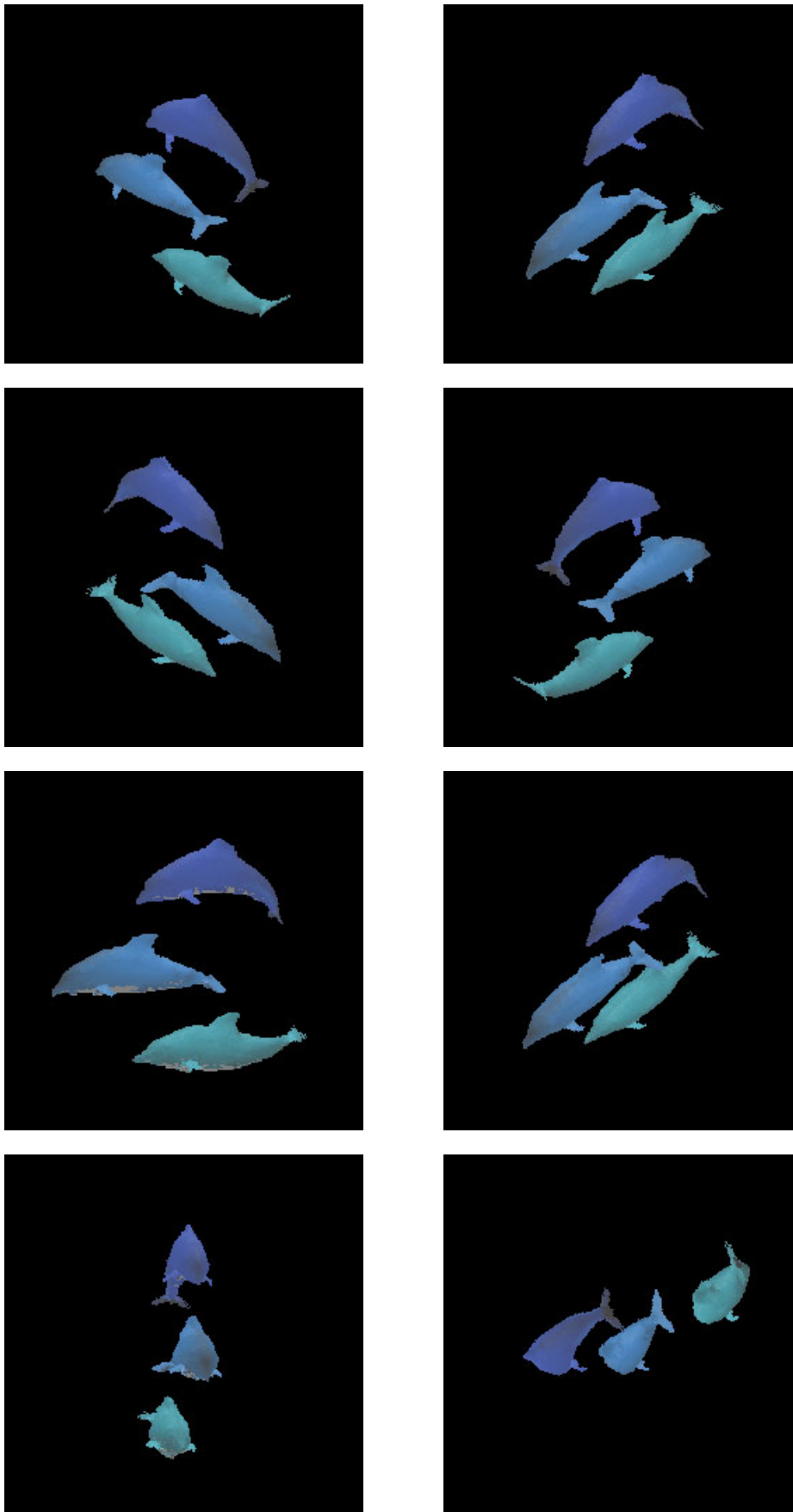


Figura 7.11: Reconstrução do dado II através do algoritmo EEEEC

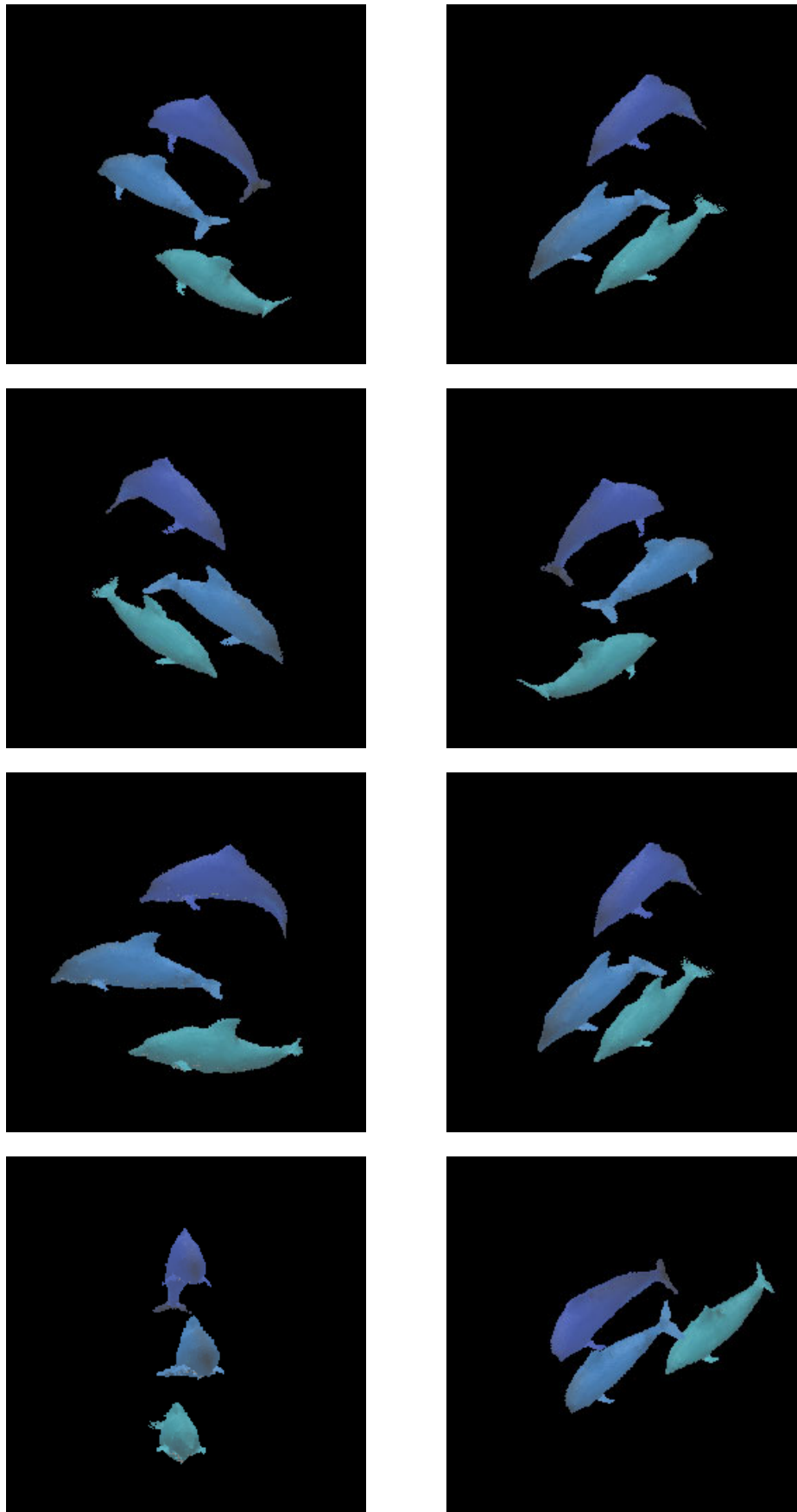


Figura 7.12: Reconstrução do dado II através do algoritmo EERA



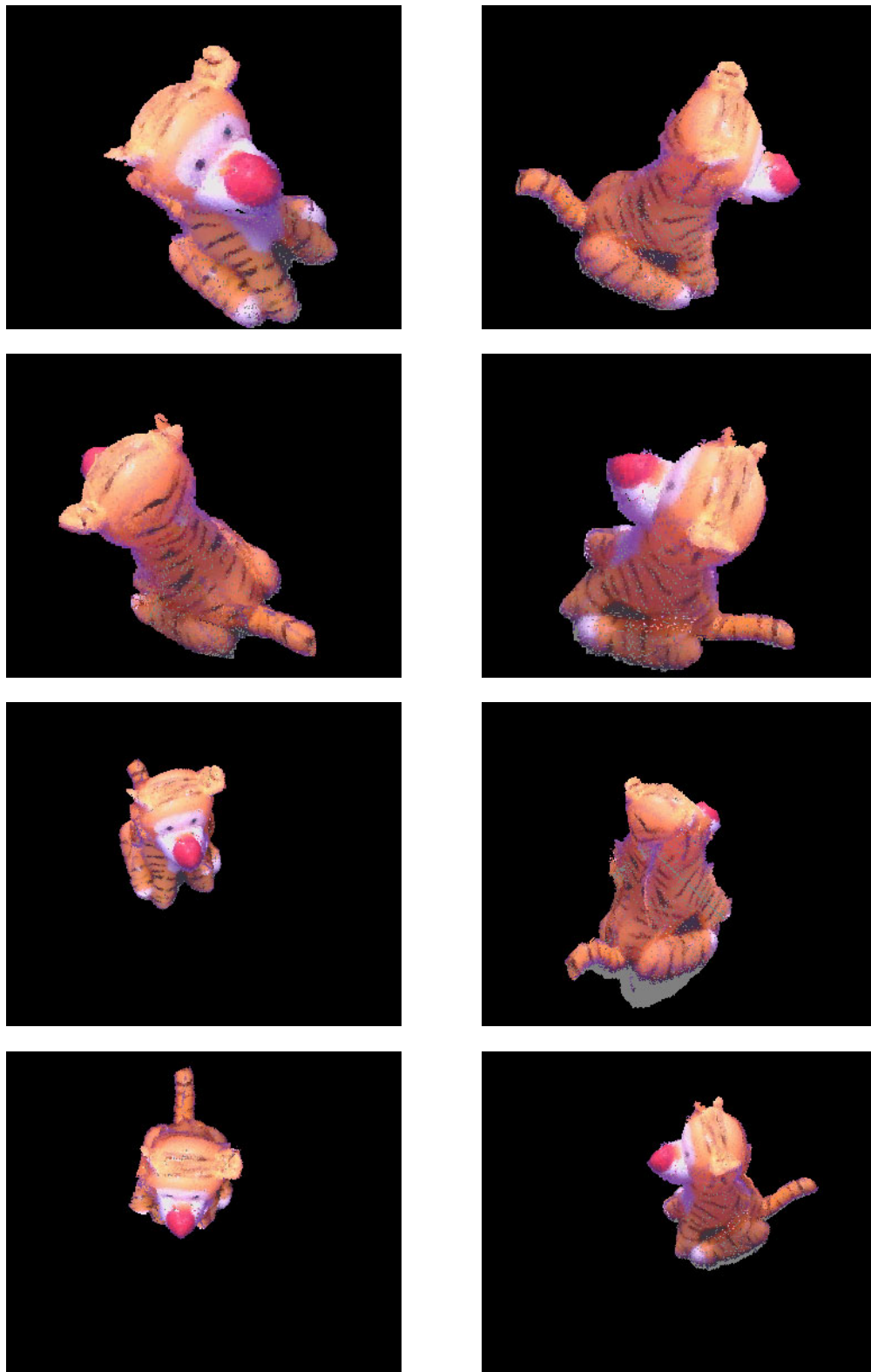


Figura 7.13: Reconstrução do dado III através do algoritmo EEI



Figura 7.14: Reconstrução do dado III através do algoritmo EEEC



Figura 7.15: Reconstrução do dado III através do algoritmo EERA

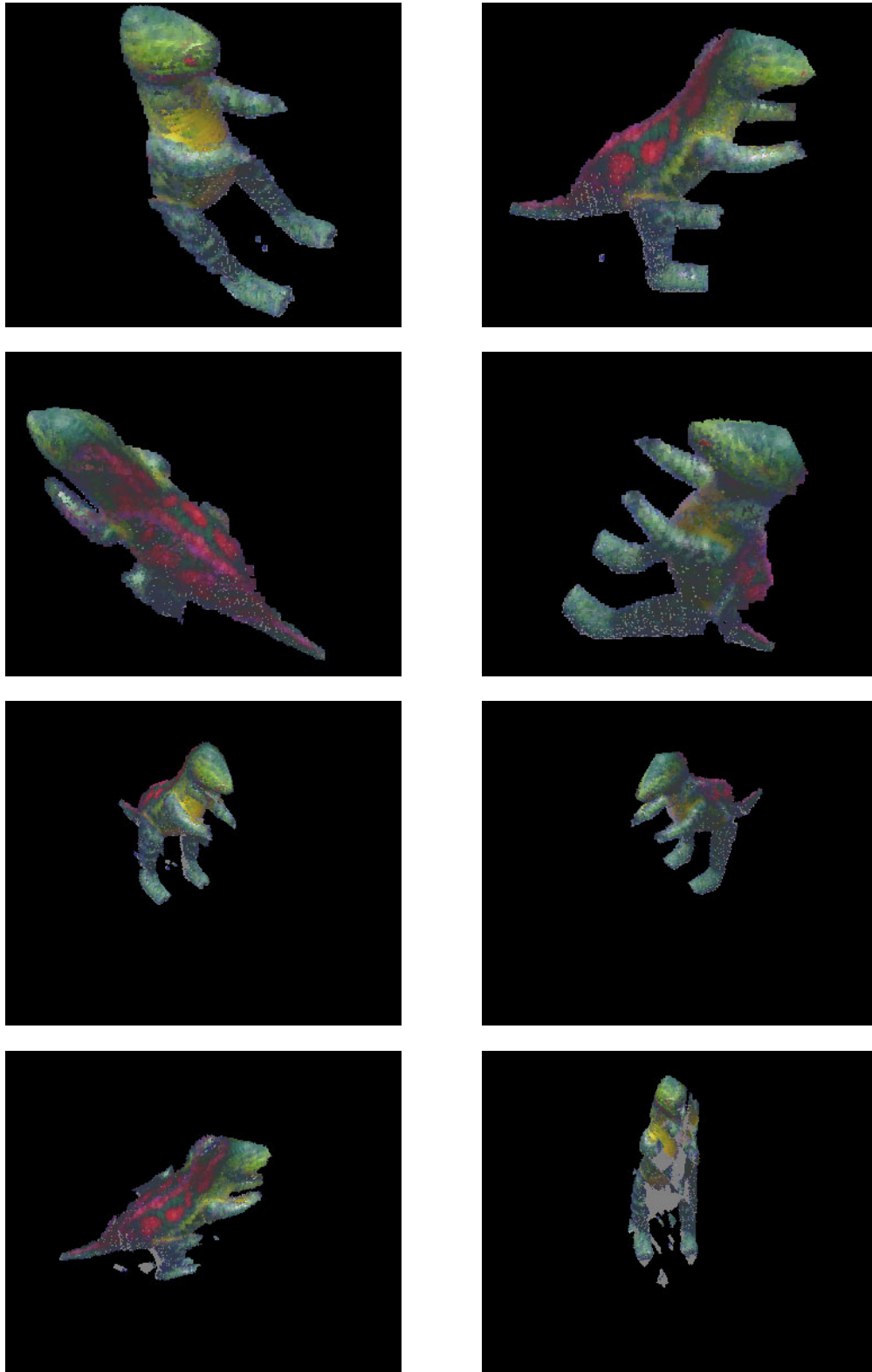


Figura 7.16: Reconstrução do dado IV através do algoritmo EEI

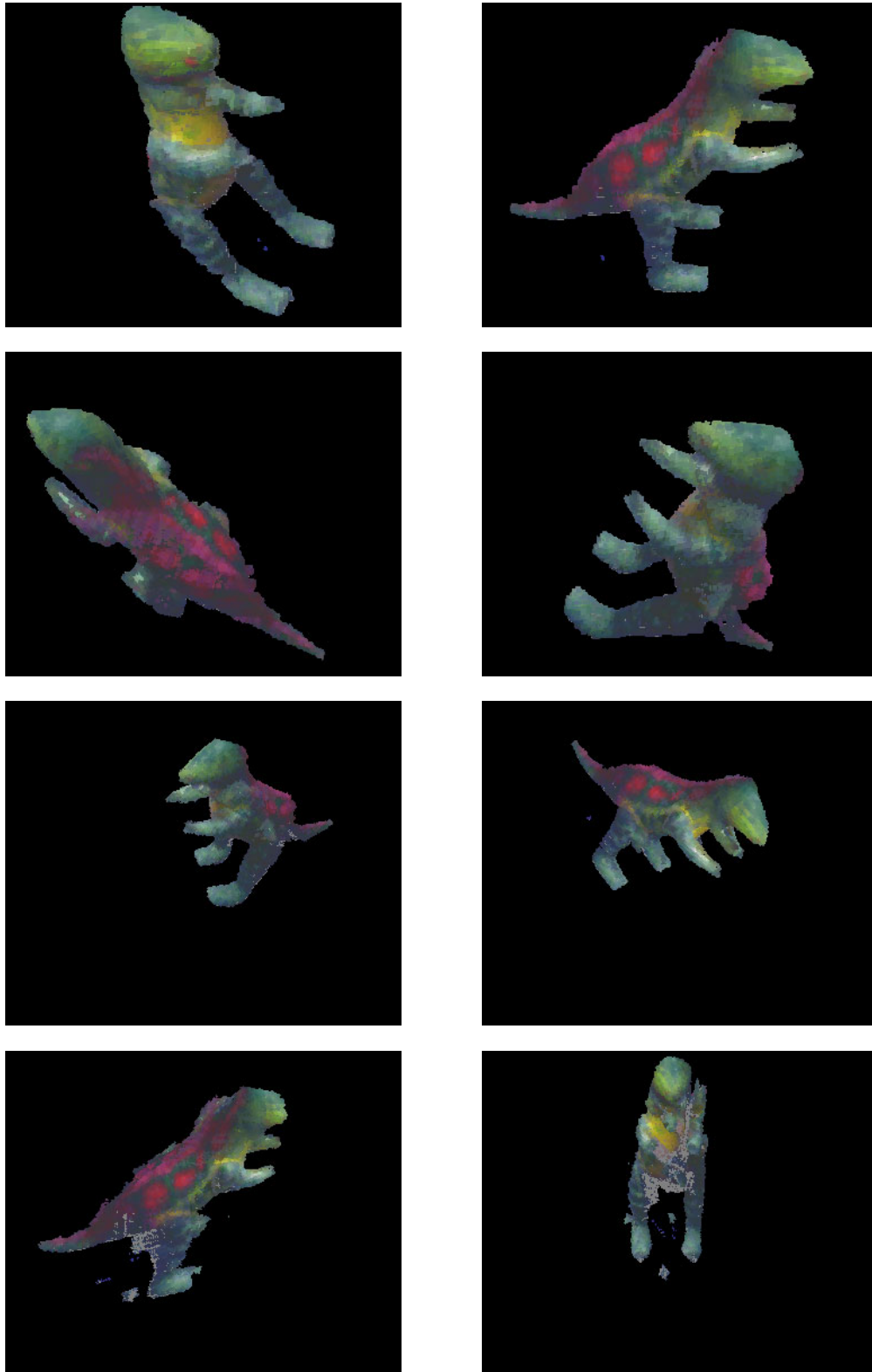


Figura 7.17: Reconstrução do dado IV através do algoritmo EEEEC

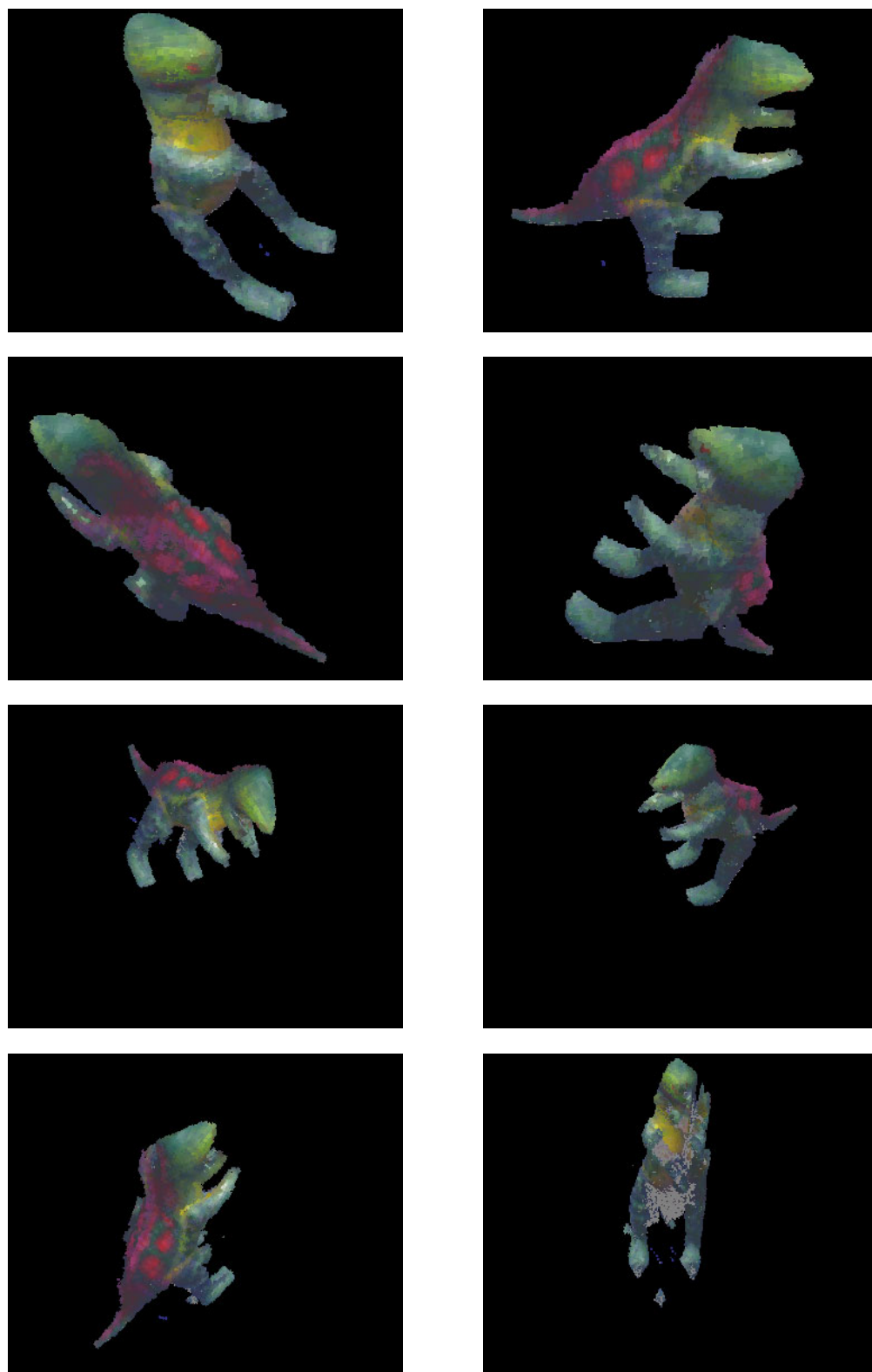


Figura 7.18: Reconstrução do dado IV através do algoritmo EERA

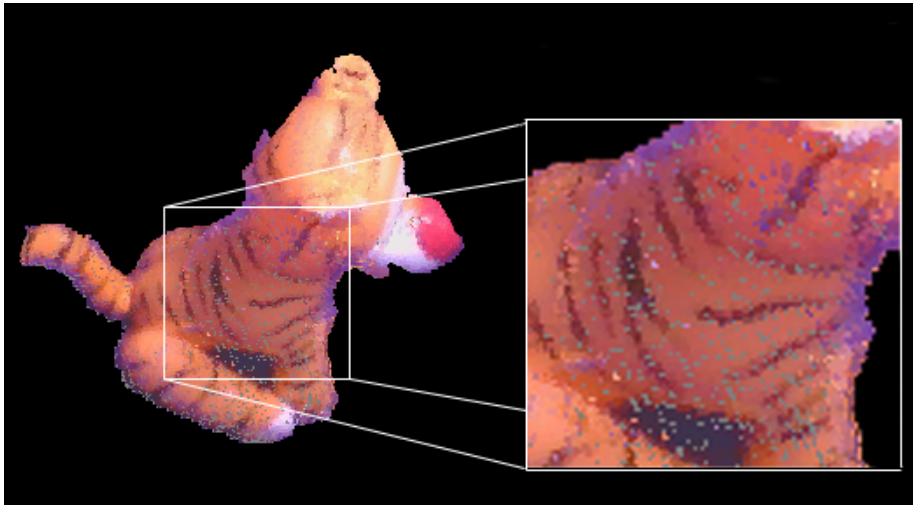


Figura 7.19: Voxels classificados como não visíveis

### 7.3

#### Análise em função da resolução

Na análise anterior todas as reconstruções foram geradas no nível de resolução máximo dificultando uma avaliação correta do comportamento de cada uma das variantes do método em relação aos problemas de amostragem.

As figuras 7.20 e 7.21 mostram resultados do dado Tigre e do dado Dino, respectivamente para as três variantes do método de escultura do espaço para as resoluções  $64 \times 64$  e  $128 \times 128$ . Os resultados dos dados sintéticos apresentaram comportamentos semelhantes porém menos evidentes por isto não são mostrados.

Através da análise dos resultados em resoluções mais baixas fica evidente a importância de se amostrar as informações fotométricas de modo correto. O método de escultura do espaço no espaço das imagens claramente não consegue reconstruir os objetos reais de forma correta quando utilizamos um espaço de reconstrução de baixa resolução. Como podemos observar através das figuras 7.20(a) e 7.21(a), uma boa parte dos voxels na superfície do objeto não aparecem na reconstrução final, justamente por terem sido erroneamente classificados como não foto-consistentes. Isto ocorre porque a reamostragem inadequada faz com que alguns voxels pertencentes à superfície do objeto sejam projetados sobre pixels cujas cores não são consistentes quando na verdade deveriam ser, o que faz com sejam eliminados da reconstrução final. Podemos observar também, que os atributos de cor dos objetos reconstruídos pelo método que trabalha no espaço das imagens são nitidamente afetados por aliasing ( Figuras 7.20(b) e 7.21(b)).

Os métodos que trabalham no espaço da cena, por outro lado, fornecem resultados corretos apesar de terem sua qualidade comprometida quando a resolução é muito baixa. Além disso os efeitos de aliasing são bastante atenuados quando comparados aos que ocorrem nas reconstruções obtidas através dos métodos que trabalham no espaço das imagens. Nas resoluções intermediárias, os resultados são bastante satisfatórios com qualidade próxima a da resolução máxima obtida no caso do dado Tigre. A complexidade da textura do dado Dino fez com que nestes casos a solução ainda apresentasse algumas falhas.

Os resultados obtidos através de reconstruções em espaços de baixa resolução demonstram definitivamente que é necessário um tratamento correto do problema de reamostragem para que possamos realizar o processo de escultura do espaço por refinamento adaptativo pois, inevitavelmente, tais métodos precisam lidar de modo apropriado com a avaliação da foto-



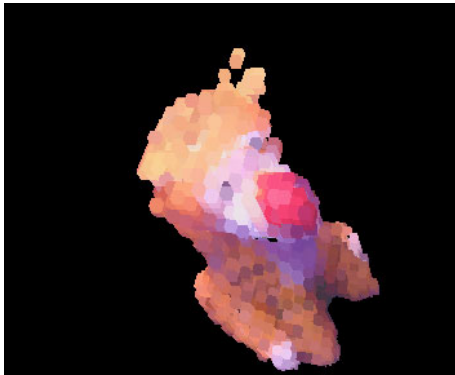
consistência de elementos em baixa resolução. A forma mais eficaz e também eficiente de conseguirmos amostrar as informações de forma correta nos parece ser através do registro das informações no espaço da cena através de mapeamento projetivo com filtragem baseada em *mipmapping*, a qual seleciona automaticamente um nível da pirâmide em função do nível corrente da octree.



7.20(a): EEEI - Tigre - 64x64



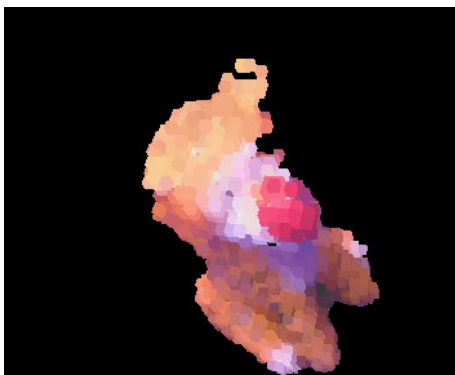
7.20(b): EEEI - Tigre - 128x128



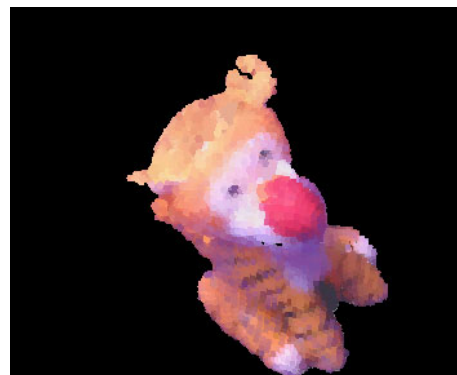
7.20(c): EEEEC - Tigre - 64x64



7.20(d): EEEEC - Tigre - 128x128

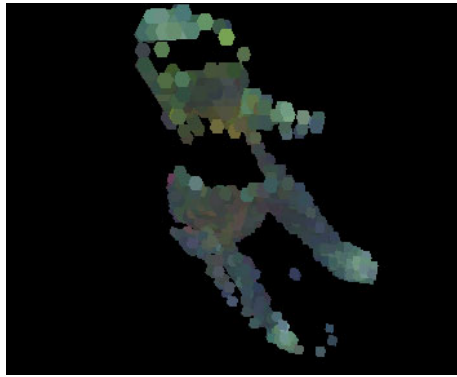


7.20(e): EERA - Tigre - 64x64

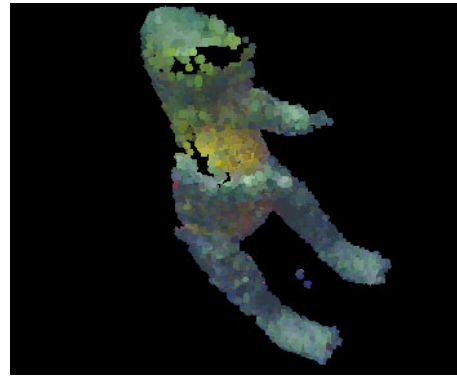


7.20(f): EERA - Tigre - 128x128

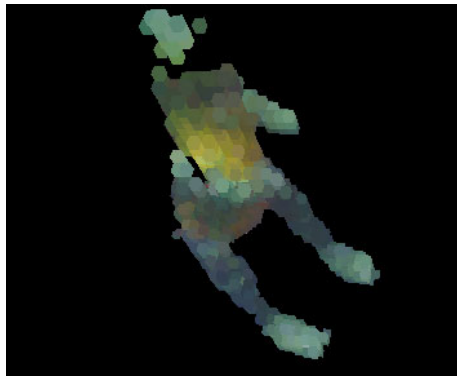
Figura 7.20: Comparação entre os diversos métodos no níveis de resolução 6x64 e 128x128.



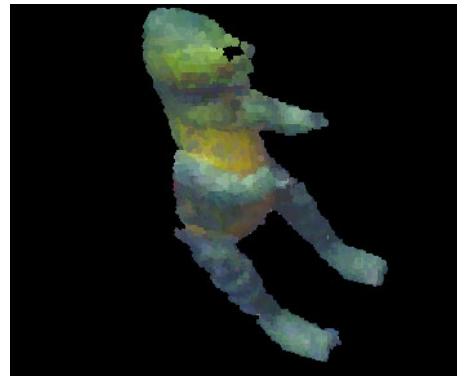
7.21(a): EEI - Dino - 64x64



7.21(b): EEI - Dino - 128x128



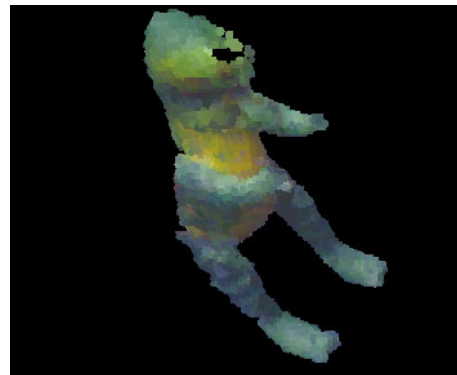
7.21(c): EEC - Dino - 64x64



7.21(d): EEC - Dino - 128x128



7.21(e): ERA - Dino - 64x64



7.21(f): ERA - Dino - 128x128

Figura 7.21: Comparação entre os diversos métodos no níveis de resolução 6x64 e 128x128.

## 7.4

### Análise do algoritmo EERA nos diferentes níveis de refinamento

Os métodos de escultura do espaço por refinamento adaptativo determinam partes do objeto a ser reconstruído progressivamente à medida em que o processo é executado. As figuras 7.22, 7.23, 7.24 e 7.25 ilustram os resultados parciais produzidos pelo método em cada nível de refinamento.

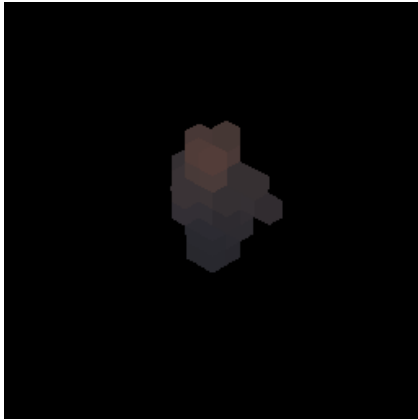
No dado Al não foram detectadas células foto-consistentes nos níveis de 0 a 3, e no dado Dolphins nos níveis de 0 a 4. Por este motivo, as imagens correspondentes a estes níveis foram omitidas por não trazerem nenhuma informação. O mesmo ocorre para os dados reais nos níveis de 0 a 4.

O fato dos níveis iniciais classificarem a maioria das células como indefinidas é coerente com a forma através da qual os limiares são determinados na avaliação da foto-consistência das células da octree. Como mostra o capítulo 6, tais limiares são bastante rígidos no início do processo para que possamos compensar a redução nos desvios observados causados pela filtragem. Nos dados sintéticos, onde as texturas são menos ricas, o método consegue recuperar uma estimativa grosseira da forma já nos estágios iniciais como mostram as figuras 7.22(b) e 7.23(a). Já nos dados reais, isto é um pouco mais difícil devido às texturas serem mais complexas, o que impede a determinação de foto-consistência nas etapas iniciais do processo.

Uma outra característica que pode ser observada no método proposto é o fato de ser conservativo, atendendo o requisito básico do método de escultura do espaço. Apesar de nos estágios iniciais nenhuma parte do objeto ter sido detectada, temos a garantia, no final do processamento, de que nenhum fragmento da superfície é perdido devido à estratégia de refinamento. Entretanto, persistem os problemas de perdas causadas pela imprecisão da segmentação e pela não adequabilidade dos limiares para certas regiões da cena. O grande problema seria se perdêssemos partes do objeto, caso o processo não fosse conservativo, como ocorre no método de Prock.

Finalmente, podemos observar que o método produz, nos estágios de refinamento finais, reconstruções cujos atributos fotométricos são coerentes com as imagens de entrada. Como explicamos antes, isto se deve principalmente ao fato de que as informações de segmentação projetadas sobre os planos de referência são filtradas de forma a ficarem compatíveis com a resolução do dado volumétrico. Nos níveis de resolução mais baixos o resultado da filtragem faz com que as células próximas à superfície do objeto sejam normalmente classificadas como indefinidas. Nestes casos, as células

na fronteira só são consideradas foto-consistentes nos níveis de resolução finais onde a taxa de amostragem é semelhante a da imagem original, o que permite uma correta atribuição de cores. Cabe reafirmar que os resultados obtidos através da variante por refinamento adaptativo são visualmente semelhantes aos obtidos através da variante no espaço da cena não adaptativa, como pode ser visto nas figuras da seção sobre análise qualitativa.



7.22(a): Nível de refinamento 4



7.22(b): Nível de refinamento 5



7.22(c): Nível de refinamento 6



7.22(d): Nível de refinamento 7



7.22(e): Nível de refinamento 8

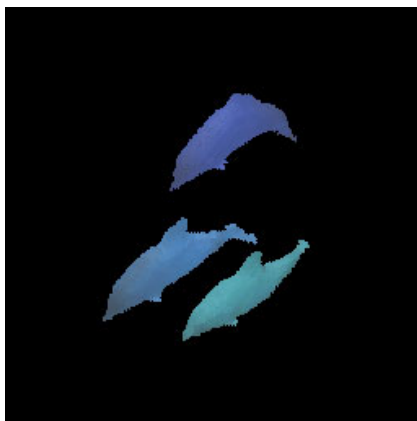
Figura 7.22: Estágios de refinamento de 4 a 8 da reconstrução do dado I através do algoritmo EERA.



7.23(a): Nível de refinamento 5



7.23(b): Nível de refinamento 6

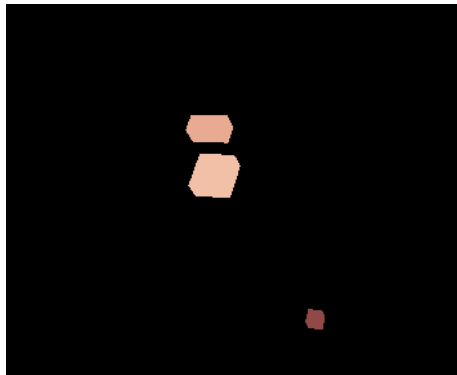


7.23(c): Nível de refinamento 7



7.23(d): Nível de refinamento 8

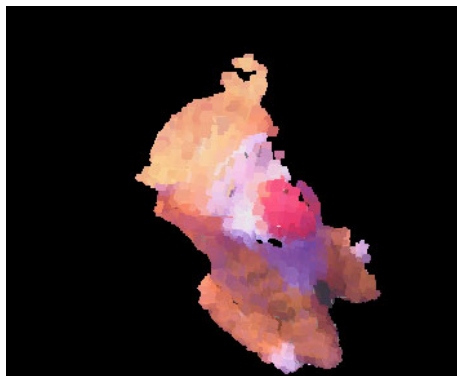
Figura 7.23: Estágios de refinamento de 5 a 8 da reconstrução do dado II através do algoritmo EERA.



7.24(a): Nível de refinamento 5



7.24(b): Nível de refinamento 6



7.24(c): Nível de refinamento 7

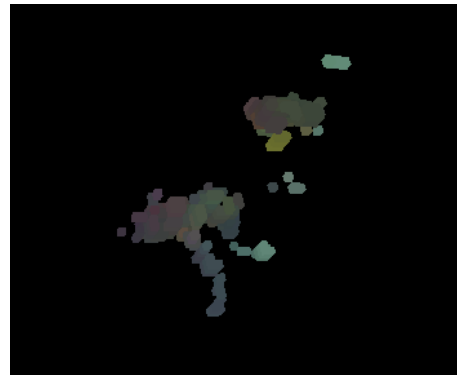


7.24(d): Nível de refinamento 8

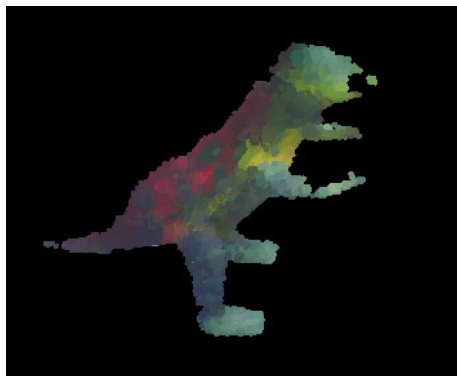
Figura 7.24: Estágios de refinamento de 5 a 8 da reconstrução do dado III através do algoritmo EERA.



7.25(a): Nível de refinamento 5



7.25(b): Nível de refinamento 6



7.25(c): Nível de refinamento 7



7.25(d): Nível de refinamento 8

Figura 7.25: Estágios de refinamento de 5 a 8 da reconstrução do dado IV através do algoritmo EERA.



## 7.5

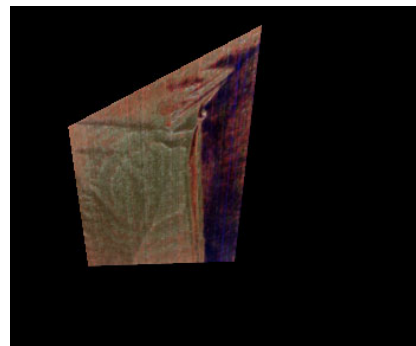
### Análise do teste estatístico baseado em limiares locais

Os resultados apresentados anteriormente foram obtidos utilizando-se um critério de foto-consistência que compara os valores de uma estatística calculada sobre as observações com um limiar global estabelecido empiricamente. Nesta seção, apresentamos alguns resultados obtidos através da utilização de um critério de foto-consistência baseado no teste estatístico proposto no capítulo 5, o qual modela diferenças nas observações geradas pelo ruído produzido por cada um dos sensores de cada uma das câmeras.

Para que este teste pudesse ser realizado associamos um mapa de desvios para cada câmera a partir dos desvios calculados para os mapas de intervalos de confiança utilizados na segmentação do objeto de interesse (ver capítulo 6, seção 6.3). A figura 7.26(a) ilustra um dos mapas de desvio de uma das câmeras e a figura 7.26(b) o seu registro sobre um plano no espaço da cena.



7.26(a): Mapa de desvios



7.26(b): Mapeamento de desvios registrado

As figuras 7.26(c), 7.26(d), 7.26(e), 7.26(f), 7.26(g), 7.26(h), 7.26(i), 7.26(j), 7.26(k) mostram os resultados obtidos pela aplicação dos algoritmos EEI, EEI e EEI sobre o dado Tigre para três diferentes níveis de significância, enquanto que as figuras 7.27(a), 7.27(b), 7.27(c), 7.27(d), 7.27(e), 7.27(f), 7.27(g), 7.27(h), 7.27(i), representam os resultados obtidos através do mesmo tipo de teste aplicado ao dado Dino. Os dados sintéticos não foram avaliados já que o modelo proposto não permite avaliar adequadamente o tipo de erro existente no processo de geração de imagens correspondente.

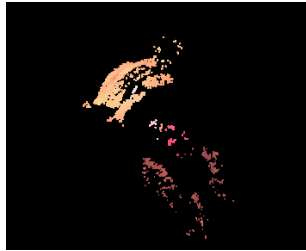
Podemos observar que os resultados obtidos através da aplicação dos algoritmos EEAC e EEAR aos dados Tigre e Dino, como mostram respectivamente as figuras 7.26(h), 7.26(k) e 7.27(f), 7.27(i) são um pouco mais nítidos que os obtidos através do critério anterior. Podemos perceber

um maior detalhe por exemplo nas texturas de ambos os objetos. Isto se deve ao fato de que o uso de limiares locais permite que o critério seja mais rígido descartando mais elementos que não fazem realmente parte da superfície. Por outro lado, fica evidente que foi necessário aumentar muito o nível de significância, em torno de 99,99999999%, para que não houvesse um excesso de perdas de partes da cena a ser reconstruída, como ocorre, por exemplo, nas figuras 7.26(f), 7.26(g) e 7.27(g), 7.26(j), correspondentes ao dado Tigre, e nas figuras 7.27(d), 7.27(e) e 7.27(g), 7.27(h), referentes ao dado Dino. A maioria das perdas ocorre devido ao fato de que os limiares utilizados são determinados somente com base em um modelo que descreve probabilisticamente as diferenças observadas nas imagens de uma região da cena de acordo com o nível de ruído introduzido pelos sensores. Logo, tais limiares não são capazes de levar em consideração outras fontes de erro como, por exemplo, o fato das superfícies da cena não serem perfeitamente lambertianas. Neste caso, eles se tornam excessivamente rígidos quando utilizados na avaliação de regiões da imagem correspondentes a regiões da cena cuja diferença de cor observada nas imagens de entrada se deve predominantemente a fenômenos não lambertianos, como, por exemplo, reflectância.

O algoritmo EEEL, com o critério de foto-consistência baseado em limiares locais, não produziu resultados satisfatórios, produzindo muitas perdas na reconstrução como podemos observar através das figuras 7.26(c), 7.26(d), e 7.26(e), correspondentes ao dado Tigre, e através das figuras 7.27(a), 7.27(b) e 7.27(c), correspondentes ao dado Dino. Este resultado nos fornece mais indícios de que uma amostragem não adequada contribui para um aumento do desvio dos valores de cor observados nas diferentes imagens de uma certa região da cena, impedindo assim o uso de limiares mais rígidos os quais poderiam possibilitar a obtenção de resultados mais precisos.

Finalmente, concluímos que o teste baseado em limiares locais permite uma avaliação em termos probabilísticos da foto-consistência de um dado elemento do espaço em relação às imagens de entrada, além de possibilitar a realização de uma checagem mais flexível, que se adapta aos diferentes níveis de erro local que podem existir nas diversas regiões da superfície da cena. Ainda assim, verificamos que é preciso adicionar ao modelo alguma componente capaz de contemplar erros não causados pelo ruído dos sensores, o que pode ser feito inicialmente, através da adição de alguma constante de erro global aos limiares de comparação. O simples aumento do nível de significância, estratégia aqui adotada, não é o mais adequado devido

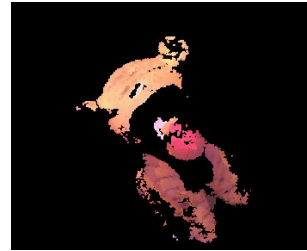
aos limites determinados pela precisão numérica. De fato, a estratégia ideal envolve a utilização de um modelo probabilístico mais completo o que requer estudos mais profundos que devem ser realizados em trabalhos futuros.



7.26(c): EEI - Nível de significância 99,99%



7.26(d): EEI - Nível de significância 99,9999%



7.26(e): EEI - Nível de significância 99,99999999%



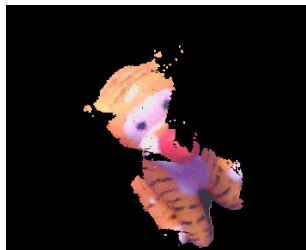
7.26(f): EEC - Nível de significância 99,99%



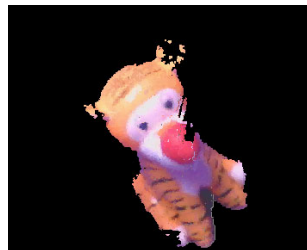
7.26(g): EEC - Nível de significância 99,9999%



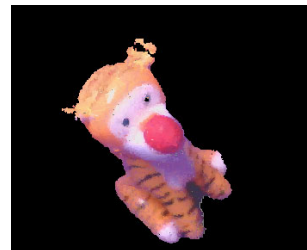
7.26(h): EEC - Nível de significância 99,99999999%



7.26(i): EERA - Nível de significância 99,99%

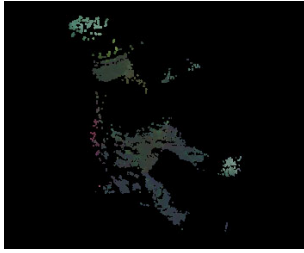


7.26(j): EERA - Nível de significância 99,9999%



7.26(k): EERA - Nível de significância 99,99999999%

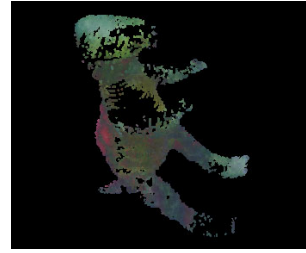
Figura 7.26: Resultado da aplicação dos algoritmos para diferentes níveis de significância do teste estatístico proposto no capítulo 5



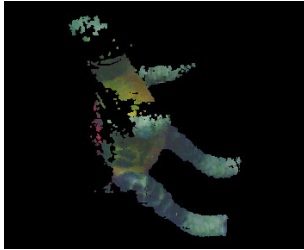
7.27(a): EEEI - Nível de significância 99,99%



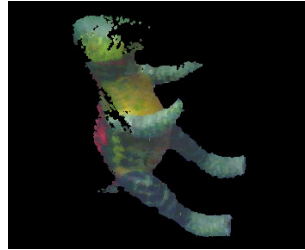
7.27(b): EEEI - Nível de significância 99,9999%



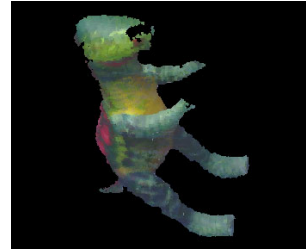
7.27(c): EEEI - Nível de significância 99,99999999%



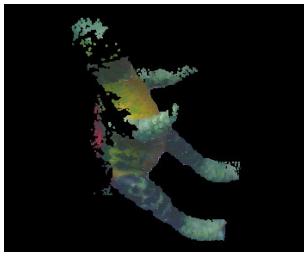
7.27(d): EEEC - Nível de significância 99,99%



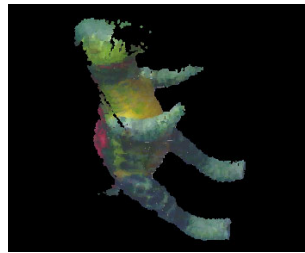
7.27(e): EEEC - Nível de significância 99,9999%



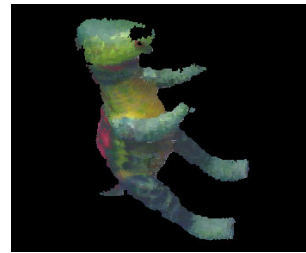
7.27(f): EEEC - Nível de significância 99,99999999%



7.27(g): EERA - Nível de significância 99,99%



7.27(h): EERA - Nível de significância 99,9999%



7.27(i): EERA - Nível de significância 99,99999999%

Figura 7.27: Resultado da aplicação dos algoritmos para diferentes níveis de significância do teste estatístico proposto no capítulo 5

## 7.6

### Análise de desempenho

As tabelas de 7.1 a 7.12 mostram resultados obtidos pelas três variantes EEEL,EEEC e EERA, para o conjunto de dados utilizados. Os tempos foram medidos em um computador Pentium IV 1.6 Mhz, com 512Mb de RAM e placa gráfica GeForce II 32Mb.

Analisando as tabelas, podemos perceber que o método que trabalha no espaço da imagem é bem mais rápido que o método no espaço da cena. Isto se deve ao fato, já mencionado anteriormente, que as operações de cópia do framebuffer para memória convencional introduzem um retardo bastante grande tornando o tempo de processamento do método EEEL bem maior. O método EERA, que se baseia na estratégia de refinamento adaptativo, é mais lento nas reconstruções de baixa resolução, no entanto torna-se o mais rápido de todos à medida em que aumentamos a resolução, mesmo com todo o retardo introduzido pelas operações de cópia do framebuffer.

A maior eficiência do método de escultura do espaço por refinamento adaptativo depende, entretanto, da relação existente entre o volume inicial de reconstrução e o volume de ocupação do objeto. A maior eficiência no caso do dado Dolphins comprova esta afirmação. Neste dado a razão entre o volume ocupado pelo objeto e o volume inicial de reconstrução é pequena. Nos dados reais utilizamos um volume de reconstrução que é bem próximo do volume ocupado do objeto o que explica o menor do ganho em eficiência.

### 7.6.1

#### Desempenho dos métodos aplicados à reconstrução do dado AI

tamanho das imagens	total de voxels	voxels removidos	voxels consistentes	tempo
64x64	262144	242683	19461	1s
128x128	2097152	1941614	155538	6s
256x256	16777216	15532893	1244323	49s

Tabela 7.1: Resultado da aplicação do algoritmo EEI na reconstrução do dado I

tamanho das imagens	total de voxels	voxels removidos	voxels consistentes	tempo
64x64	262144	244540	17604	3s
128x128	2097152	1948049	149103	12s
256x256	16777216	15530995	1246221	70s

Tabela 7.2: Resultado da aplicação do algoritmo EEI na reconstrução do dado I

tamanho das imagens	tempo
64x64	4s
128x128	8s
256x256	18s

Tabela 7.3: Resultado da aplicação do algoritmo EERA na reconstrução do dado I

## 7.6.2

### Desempenho dos métodos aplicados à reconstrução do dado Dolphins

tamanho das imagens	total de voxels	voxels removidos	voxels consistentes	tempo
64x64	262144	257438	4706	1s
128x128	2097152	2059575	37577	6s
256x256	16777216	15532893	299199	45s

Tabela 7.4: Resultado da aplicação do algoritmo EEI na reconstrução do dado II

tamanho das imagens	total de voxels	voxels removidos	voxels consistentes	tempo
64x64	262144	258286	3858	3s
128x128	2097152	2062666	34486	12s
256x256	16777216	16476192	301024	71s

Tabela 7.5: Resultado da aplicação do algoritmo EEI na reconstrução do dado II

tamanho das imagens	tempo
64x64	3s
128x128	6s
256x256	13s

Tabela 7.6: Resultado da aplicação do algoritmo EERA na reconstrução do dado II

### 7.6.3

#### Desempenho dos métodos aplicados à reconstrução do dado Tigre

tamanho das imagens	total de voxels	voxels removidos	voxels consistentes	tempo
64x64	262144	260314	1803	1s
128x128	2097152	2033893	63259	2s
256x256	16777216	16010084	767132	12s

Tabela 7.7: Resultado da aplicação do algoritmo EEI na reconstrução do dado III

tamanho das imagens	total de voxels	voxels removidos	voxels consistentes	tempo
64x64	262144	252885	9259	4s
128x128	2097152	2009781	80371	9s
256x256	16777216	16058761	718455	31s

Tabela 7.8: Resultado da aplicação do algoritmo EEI na reconstrução do dado III

tamanho das imagens	tempo
64x64	6s
128x128	11s
256x256	22s

Tabela 7.9: Resultado da aplicação do algoritmo EERA na reconstrução do dado III



#### 7.6.4

#### Desempenho dos métodos aplicados à reconstrução do dado Dino

tamanho das imagens	total de voxels	voxels removidos	voxels consistentes	tempo
64x64	262144	259663	2481	1s
128x128	2097152	2033893	33985	2s
256x256	16777216	16777216	342698	15s

Tabela 7.10: Resultado da aplicação do algoritmo EEI na reconstrução do dado IV

tamanho das imagens	total de voxels	voxels removidos	voxels consistentes	tempo
64x64	262144	252885	3542	4s
128x128	2097152	2061380	35772	9s
256x256	16777216	16474304	302912	34s

Tabela 7.11: Resultado da aplicação do algoritmo EEEC na reconstrução do dado IV

tamanho das imagens	tempo
64x64	5s
128x128	10s
256x256	21s

Tabela 7.12: Resultado da aplicação do algoritmo EERA na reconstrução do dado IV