

6 Função de Avaliação Baseada na Área Deformada

Uma nova proposta para a função de avaliação será baseá-la nos pontos discretizados dos veículos, em vez de utilizar suas posições do centro de massa e velocidades. O objetivo desta nova função é verificar se é possível chegar a valores mais precisos a partir da deformação sofrida pelos veículos, que é o foco deste trabalho. Uma ilustração desta nova função está representada na Figura 36.

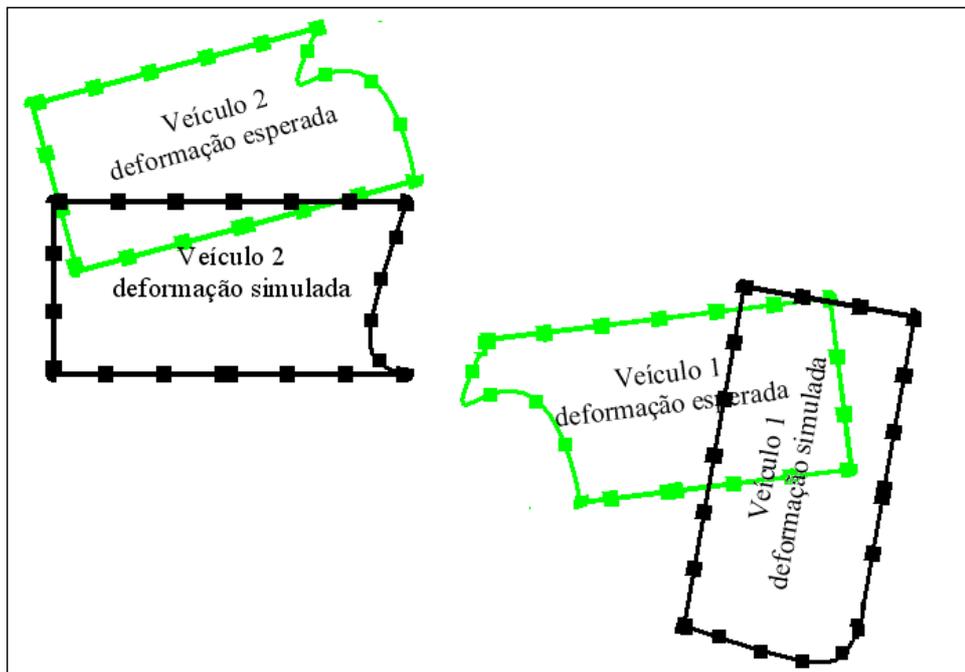


Figura 36 – Representação Gráfica da Função de Avaliação Baseada nos pontos discretos dos veículos.

Com isso, a nova função de avaliação passou a ser representada da seguinte forma:

$$d = 1000 * (d_1 + d_2)$$

$$d_1 = \sum ((\sqrt{(plocal1OK(x,i) - plocal1(x,i))})^2 + (\sqrt{(plocal1OK(y,i) - plocal1(y,i))})^2)$$

$$d_2 = \sum ((\sqrt{(plocal2OK(x,i) - plocal2(x,i))})^2 + (\sqrt{(plocal2OK(y,i) - plocal2(y,i))})^2)$$

onde,

$plocal1OK(x,i)$ é o conjunto das abscissas dos pontos representativos da área colidida do veículo 1

$plocal1(x,i)$ é o conjunto de abscissas dos pontos representativos da área colidida do veículo 1, encontradas pelo AG

$plocal1OK(y,i)$ é o conjunto das ordenadas dos pontos representativos da área colidida do veículo 1

$plocal1(y,i)$ é o conjunto das ordenadas dos pontos representativos da área colidida do veículo 1, encontradas pelo AG

$plocal2OK(x,i)$ é o conjunto das abscissas dos pontos representativos da área colidida do veículo 2

$plocal2(x,i)$ é o conjunto de abscissas dos pontos representativos da área colidida do veículo 2, encontradas pelo AG

$plocal2OK(y,i)$ é o conjunto das ordenadas dos pontos representativos da área colidida do veículo 2

$plocal2(y,i)$ é o conjunto das ordenadas dos pontos representativos da área colidida do veículo 2, encontradas pelo AG

Uma vez tendo sido definida esta nova função de avaliação, analisa-se agora aos resultados.

6.1.1.

Colisão Frontal com Deslocamento entre dois Veículos (offset)

A Tabela 25 mostra a comparação entre os resultados obtidos pelo AG com a função de avaliação baseada nos pontos discretos dos veículos e os valores obtidos pelo caso direto em uma colisão frontal com deslocamento entre os

veículos (off set), lembrando que quando não for possível calcular o erro será mostrado o erro absoluto, indicado com o símbolo “*”.

| VARIÁVEL | LIMITE INFERIOR | LIMITE SUPERIOR | VALOR OBTIDO | VALOR REAL | ERRO % |
|-----------------------------------|-----------------|-----------------|--------------|------------|---------|
| X do local da colisão (m) | 0 | 4 | 3,7273 | 2 | 86,37 |
| Y do local da colisão (m) | -1 | 0 | -0,1199 | -0,5 | 76,02 |
| V _x do veículo A (m/s) | 4 | 8 | 7,8404 | 6,705 | 16,93 |
| V _y do veículo A (m/s) | -0,2 | 0,2 | 0,1571 | 0 | 0,1571* |
| w do veículo A (rad/s) | -0,1 | 0,1 | 0,0632 | 0 | 0,0632* |
| X do veículo A (m) | - | - | 1,7339 | 0 | 1,7339* |
| Y do veículo A (m) | - | - | 0,3809 | 0 | 0,3809* |
| Atitude do veículo A (graus) | -57,3 | 57,3 | -0,7817 | 0 | 0,7817* |
| V _x do veículo B (m/s) | 4 | 8 | 5,9574 | 6,705 | 11,15 |
| V _y do veículo B (m/s) | -0,2 | 0,2 | 0,0250 | 0 | 0,0250* |
| w do veículo B (rad/s) | -0,1 | 0,1 | -0,0073 | 0 | 0,0073* |
| X do veículo B (m) | - | - | 5,7200 | 4 | 43,00 |
| Y do veículo B (m) | - | - | -0,6633 | -1 | 33,67 |
| Atitude do veículo B (graus) | - | - | 179,2183 | 180 | 0,43 |

Tabela 25 – Valores obtidos na Simulação de choque Frontal Offset – Função de Avaliação Baseada na Área Colidida.

As Figuras 37 e 38 apresentam, em relação à colisão frontal com deslocamento entre os veículos, as comparações gráficas realizadas entre as posições obtidas no caso direto e as obtidas pelo AG com a função de avaliação baseada nos pontos discretos dos veículos, para os veículos 1 e 2 respectivamente.

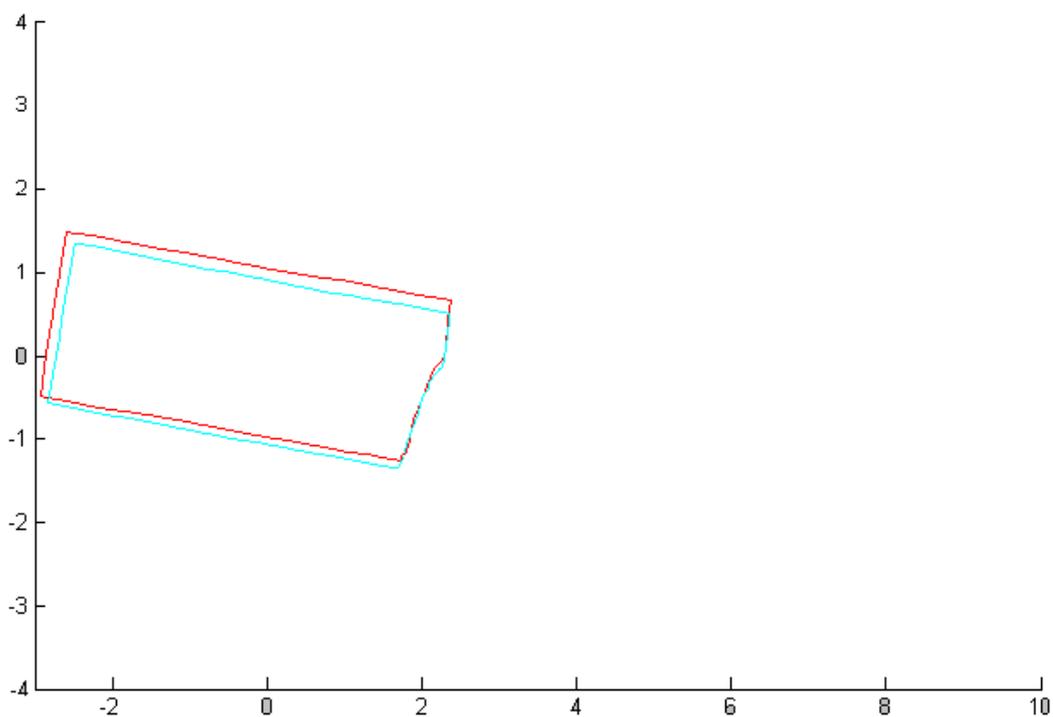


Figura 37 – Sobreposição entre o veículo 1 gerado a partir dos dados originais (vermelho) e o veículo 1 gerado pelo 2ª função de avaliação do AG (ciano) – Frontal Offset.

Observando a Figura 37, pode-se perceber que o erro entre a posição obtida pelo caso direto e a posição obtida pelo AG é pequeno. Este erro está bem próximo ao obtido com a função de avaliação baseada nas posições dos centros de massa e das velocidades dos veículos. Como dito anteriormente, isto se dá, principalmente, por se tratar de choque frontal e pelo fato da posição e da atitude do veículo 1 não depender da área colidida.

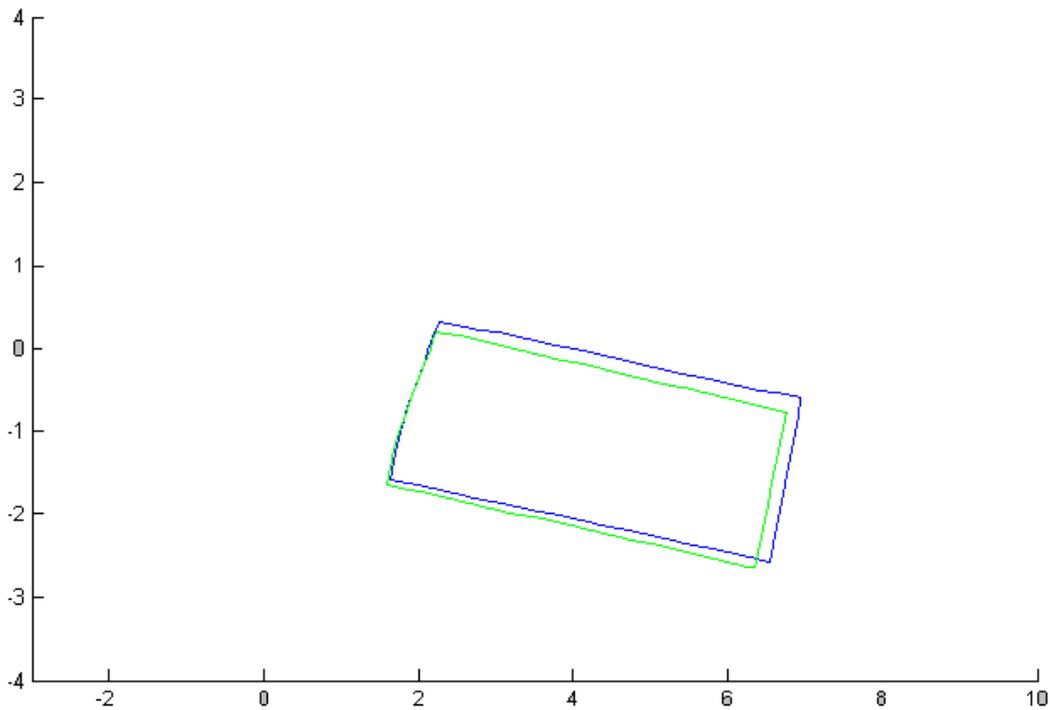


Figura 38 – Sobreposição entre o veículo 2 gerado a partir dos dados originais (azul) e o veículo 2 gerado pelo 2ª função de avaliação do AG (verde) – Frontal Offset.

Ao observar a Figura 38, pode-se perceber que o erro entre a posição obtida pelo caso direto e a posição obtida pelo AG com a função de avaliação baseada nos pontos discretizados da estrutura do veículo foi menor que o erro encontrado na simulação frontal com offset com a função de avaliação baseada nos centros de massa e nas velocidades dos veículos. Isto pode ser indício da melhoria dos resultados em face à nova função de avaliação.

6.1.2 Colisão Frontal Oblíqua a 170°

A Tabela 26 mostra a comparação entre os resultados obtidos pelo AG com a função de avaliação baseada nos pontos discretizados da estrutura do veículo e os valores obtidos pelo caso direto em uma colisão frontal oblíqua a 170°, lembrando que quando não for possível calcular o erro será mostrado o erro absoluto, indicado com o símbolo “*”.

| VARIÁVEL | LIMITE INFERIOR | LIMITE SUPERIOR | VALOR OBTIDO | VALOR REAL | ERRO % |
|-----------------------------------|-----------------|-----------------|--------------|------------|---------|
| X do local da colisão (m) | 0 | 4 | 4,0298 | 2 | 101,49 |
| Y do local da colisão (m) | -1 | 0 | -0,2174 | -0,7 | 68,94 |
| V _x do veículo A (m/s) | 4 | 8 | 2,8948 | 6,705 | 56,83 |
| V _y do veículo A (m/s) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| w do veículo A (rad/s) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| X do veículo A (m) | - | - | 2,0241 | 0 | 2,0241* |
| Y do veículo A (m) | - | - | 0,7711 | 0 | 0,7711* |
| Atitude do veículo A (graus) | -57,3 | 57,3 | 0,3289 | 0 | 0,3289* |
| V _x do veículo B (m/s) | 4 | 8 | 2,2756 | 6,705 | 66,06 |
| V _y do veículo B (m/s) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| w do veículo B (rad/s) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| X do veículo B (m) | - | - | 6,0355 | 4,1 | 47,21 |
| Y do veículo B (m) | - | - | -1,2059 | -1 | 20,59 |
| Atitude do veículo B (graus) | - | - | 180,3289 | 170 | 6,08 |

Tabela 26 – Valores obtidos na Simulação da Colisão frontal oblíqua a 170° - Função de Avaliação Baseada na Área Colidida.

As Figuras 39 e 40 apresentam, em relação à colisão frontal oblíqua a 170°, as comparações gráficas realizadas entre as posições obtidas no caso direto e as obtidas pelo AG com a função de avaliação baseada nos pontos discretizados da estrutura do veículo, para os veículos 1 e 2 respectivamente.

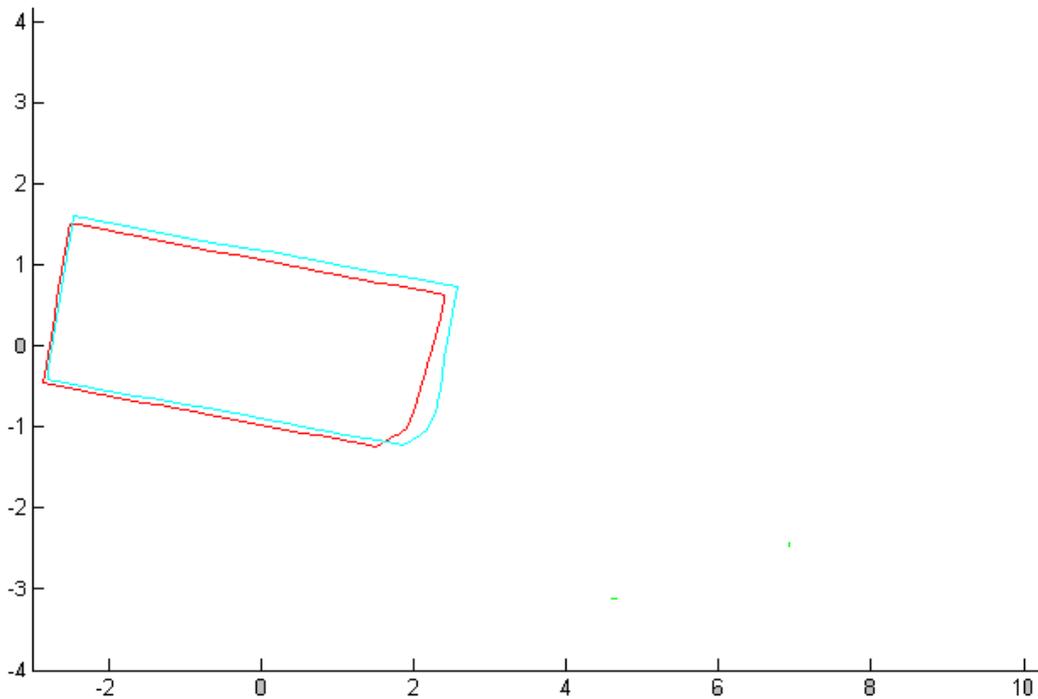


Figura 39 – Sobreposição entre o veículo 1 gerado a partir dos dados originais (vermelho) e o veículo 1 gerado pelo 2ª função de avaliação do AG (ciano) – Frontal Oblíqua a 170°.

Como pode-se observar na Figura 39, o erro entre as posições geradas pelo caso direto e pelo AG foram pequenas em relação ao veículo 1. Como dito anteriormente, este erro será menor do que a comparação efetuada com o veículo 2, tendo em vista que o modelo utiliza a área colidida entre os veículos para encontrar a posição do segundo veículo. Comparando os resultados obtidos nesta função de avaliação com a função de avaliação baseada nos centros de massa e nas velocidades dos veículos, percebe-se que o erro obtido para esta função de avaliação foi aproximadamente igual ao obtido com a função anterior.

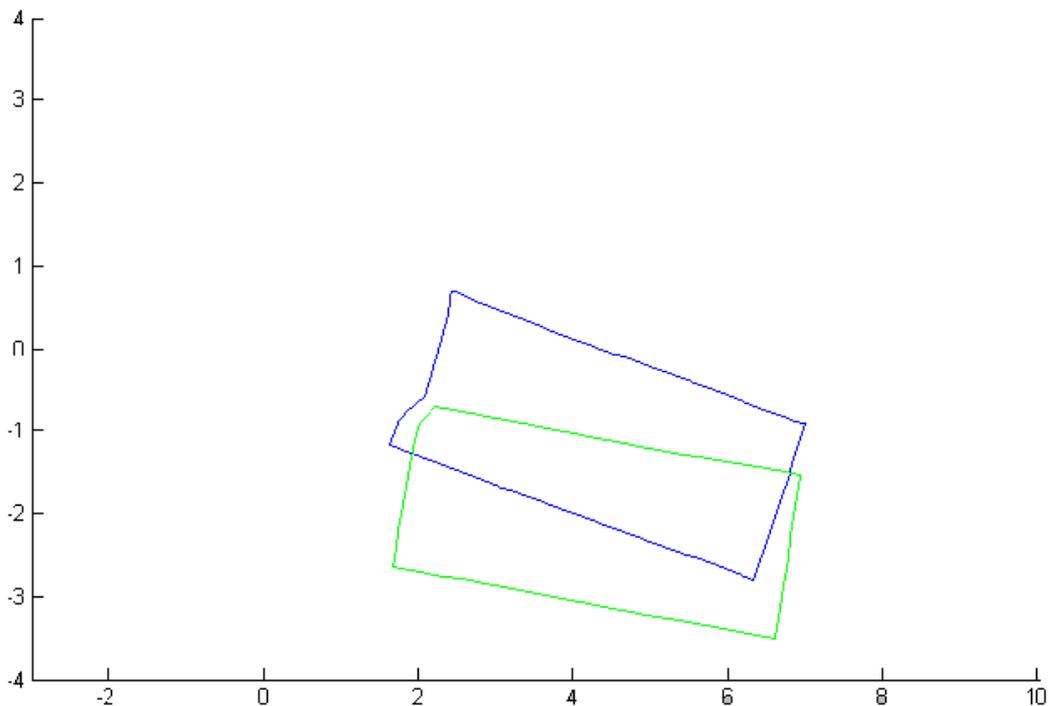


Figura 40 – Sobreposição entre o veículo 2 gerado a partir dos dados originais (azul) e o veículo 2 gerado pelo 2ª função de avaliação do AG (verde) – Frontal Oblíqua a 170°.

Observando a Figura 40, percebe-se que o erro encontrado agora foi maior do que o encontrado na simulação da colisão frontal com deslocamento entre os veículos (frontal offset). Isto mostra que a simplificação do modelo, ao considerar as áreas dos veículos planas durante a colisão, aumenta o erro em colisões oblíquas. Novamente comparando o erro obtido para esta nova função de avaliação com a função de avaliação anterior, tem-se que o erro encontrado para esta função de avaliação é ligeiramente superior ao da função anterior. Com isso, pode-se verificar que esta função de avaliação não tende a reduzir os erros nos choques oblíquos.

6.1.3. Colisão Traseira Oblíqua a 10° – Veículo da Frente Estático

A Tabela 27 mostra a comparação entre os resultados obtidos pelo AG com a função de avaliação baseada nos pontos discretizados das estruturas dos veículos e os valores obtidos pelo caso direto em uma colisão traseira oblíqua a 10° com o veículo da frente estático, lembrando que quando não for possível calcular o erro será mostrado o erro absoluto, indicado com o símbolo “**”.

| VARIÁVEL | LIMITE INFERIOR | LIMITE SUPERIOR | VALOR OBTIDO | VALOR REAL | ERRO % |
|-----------------------------------|-----------------|-----------------|--------------|------------|---------|
| X do local da colisão (m) | 0 | 4 | 2,0767 | 2 | 3,84 |
| Y do local da colisão (m) | 0 | 1 | 0,6198 | 0,8 | 22,53 |
| V _x do veículo A (m/s) | 4 | 8 | 9,9020 | 6,705 | 47,68 |
| V _y do veículo A (m/s) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| w do veículo A (rad/s) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| X do veículo A (m) | - | - | 0,0880 | 0 | 0,0880* |
| Y do veículo A (m) | - | - | -0,4025 | 0 | 0,4025* |
| Atitude do veículo A (graus) | -57,3 | 57,3 | 0,6387 | 0 | 0,6387* |
| V _x do veículo B (m/s) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| V _y do veículo B (m/s) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| w do veículo B (rad/s) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| X do veículo B (m) | - | - | 4,7181 | 5,2 | 9,27 |
| Y do veículo B (m) | - | - | -0,3509 | 1 | 135,09 |
| Atitude do veículo B (graus) | - | - | 180,6387 | 190 | 4,93 |

Tabela 27 – Valores obtidos na Simulação da Colisão traseira oblíqua a 10° com veículo da frente estático - Função de Avaliação Baseada na Área Colidida.

As Figuras 41 e 42 apresentam, em relação à colisão traseira oblíqua a 10° com o veículo da frente estático, as comparações gráficas realizadas entre as posições obtidas no caso direto e as obtidas pelo AG com a função de avaliação baseada nos pontos discretizados das estruturas dos veículos, para os veículos 1 e 2 respectivamente.

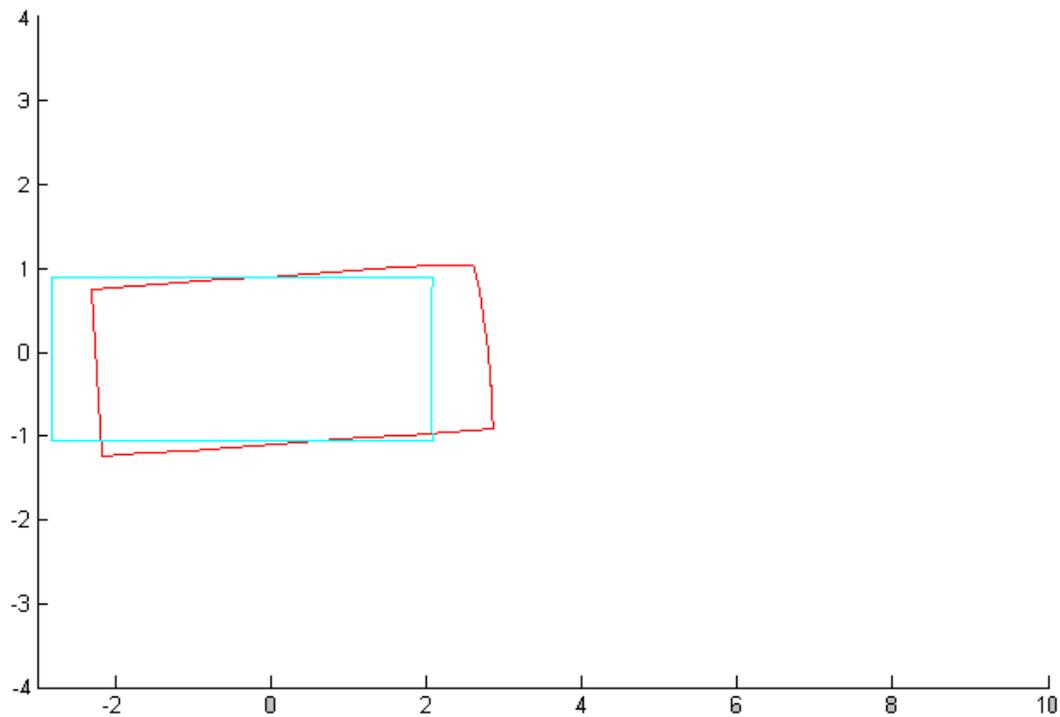


Figura 41 – Sobreposição entre o veículo 1 gerado a partir dos dados originais (vermelho) e o veículo 1 gerado pelo 2ª função de avaliação do AG (ciano) – Traseira Oblíqua a 10° com veículo da frente estático.

Observando a Figura 41, pode-se perceber que o erro encontrado entre as posições obtidas no caso direto e as obtidas pelo AG com a nova função de avaliação foi maior do que as simulações frontais. Assim como na simulação efetuada com a função de avaliação anterior, esta diferença pode ser explicada pela mudança das características estruturais dos veículos, tais como rigidez e amortecimento, da dianteira para a traseira. Comparando os resultados obtidos com esta função de avaliação com os da função de avaliação anterior, percebe-se que praticamente não houve variação do erro.

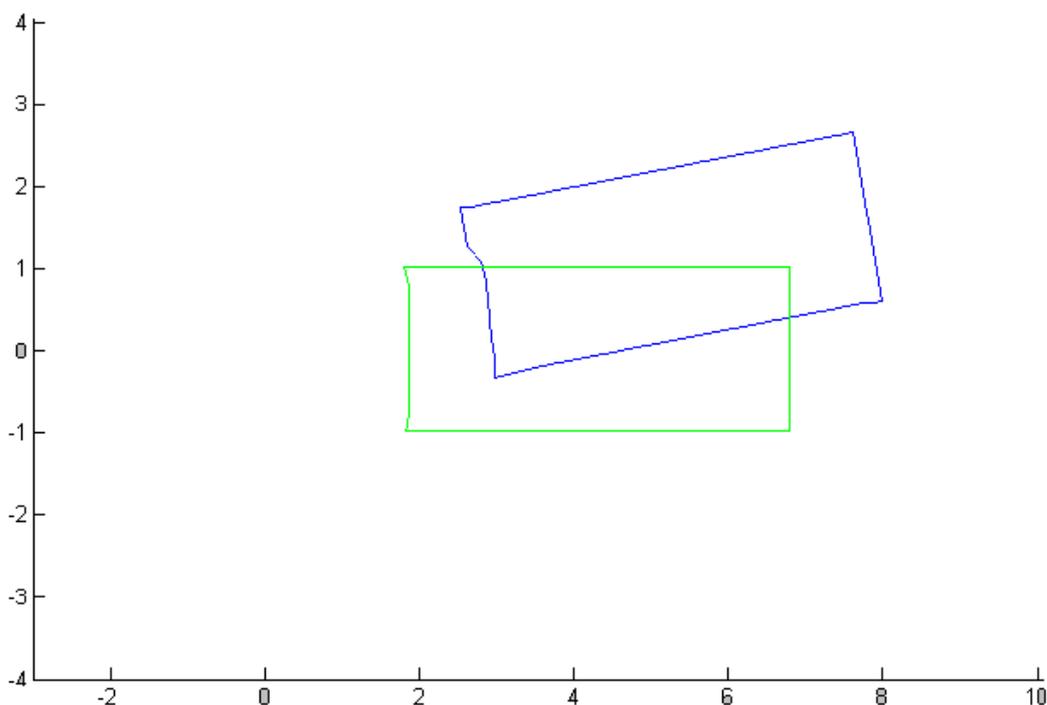


Figura 42 – Sobreposição entre o veículo 2 gerado a partir dos dados originais (azul) e o veículo 2 gerado pelo 2ª função de avaliação do AG (verde) – Traseira Oblíqua a 10° com veículo da frente estático.

Analisando agora, a partir da Figura 42, os resultados obtidos pelo caso direto e pelo AG com a nova função de avaliação, observa-se que o erro foi maior que as comparações realizadas até então com esta nova função de avaliação. Os principais motivos que podem ter ocasionado este fato são as diferenças estruturais na dianteira e na traseira do veículo e o modelo que considera a área entre os veículos plana no instante da colisão. Além da área ser considerada plana, a posição e atitude do veículo 2 são obtidas por meio desta área, o que, devido a esta simplificação, aumenta o erro obtido. Praticamente não houve variação do erro obtido com a função de avaliação anterior e esta função de avaliação.

6.1.4.

Colisão Traseira Oblíqua a 10° – Veículo da Frente a 5 km/h

A Tabela 28 mostra a comparação entre os resultados obtidos pelo AG com a nova função de avaliação e os valores obtidos pelo caso direto em uma colisão traseira oblíqua a 10° com o veículo da frente a 5 km/h, lembrando que

quando não for possível calcular o erro será mostrado o erro absoluto, indicado com o símbolo “*”.

| VARIÁVEL | LIMITE INFERIOR | LIMITE SUPERIOR | VALOR OBTIDO | VALOR REAL | ERRO % |
|-----------------------------------|-----------------|-----------------|--------------|------------|---------|
| X do local da colisão (m) | 0 | 4 | 1,9008 | 2 | 4,96 |
| Y do local da colisão (m) | 0 | 1 | 0,6872 | 0,8 | 14,10 |
| V _x do veículo A (m/s) | 4 | 8 | 6,5820 | 6,705 | 1,83 |
| V _y do veículo A (m/s) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| w do veículo A (rad/s) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| X do veículo A (m) | - | - | -0,0942 | 0 | 0,0942* |
| Y do veículo A (m) | - | - | -0,3277 | 0 | 0,3277* |
| Atitude do veículo A (graus) | -57,3 | 57,3 | 0,2834 | 0 | 0,2834* |
| V _x do veículo B (m/s) | -2 | 3 | 1,2153 | -1,39 | 187,43 |
| V _y do veículo B (m/s) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| w do veículo B (rad/s) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| X do veículo B (m) | - | - | 4,6303 | 5,2 | 10,96 |
| Y do veículo B (m) | - | - | -0,2993 | 1 | 129,93 |
| Atitude do veículo B (graus) | - | - | 180,2834 | 190 | 5,11 |

Tabela 28 – Valores obtidos na Simulação da Colisão traseira oblíqua a 10° com veículo da frente a 5 km/h - Função de Avaliação Baseada na Área Colidida.

As Figuras 43 e 44 apresentam, em relação à colisão traseira oblíqua a 10° com o veículo da frente a 5 km/h, as comparações gráficas realizadas entre as posições obtidas no caso direto e as obtidas pelo AG com a função de avaliação baseada nos pontos discretizados da estrutura do veículo, para os veículos 1 e 2 respectivamente.

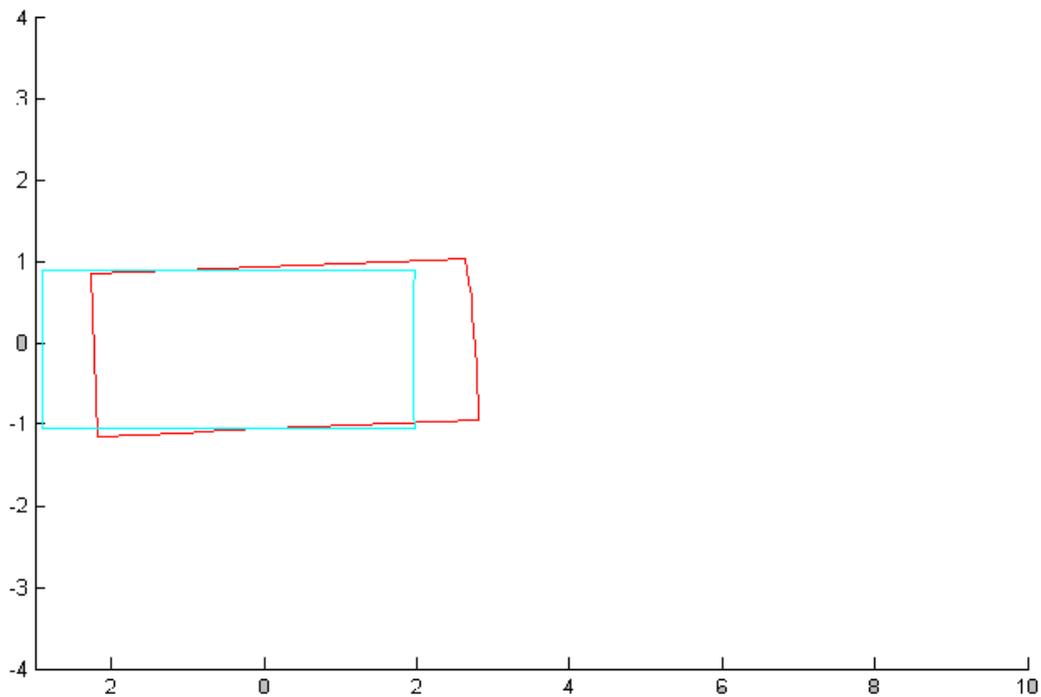


Figura 43 – Sobreposição entre o veículo 1 gerado a partir dos dados originais (vermelho) e o veículo 1 gerado pelo 2ª função de avaliação do AG (ciano) – Traseira Oblíqua a 10° com veículo da frente a 5 km/h.

Observando a Figura 43, pode-se perceber que, assim como na simulação da colisão traseira oblíqua a 10° com o veículo da frente estático, o erro encontrado entre as posições obtidas no caso direto e as obtidas pelo AG foi maior do que as simulações frontais. Esta diferença pode ser explicada pela mudança das características estruturais dos veículos, tais como rigidez e amortecimento, da dianteira para a traseira. Comparando os resultados obtidos entre as duas funções de avaliação percebe-se que os erros obtidos foram praticamente iguais.

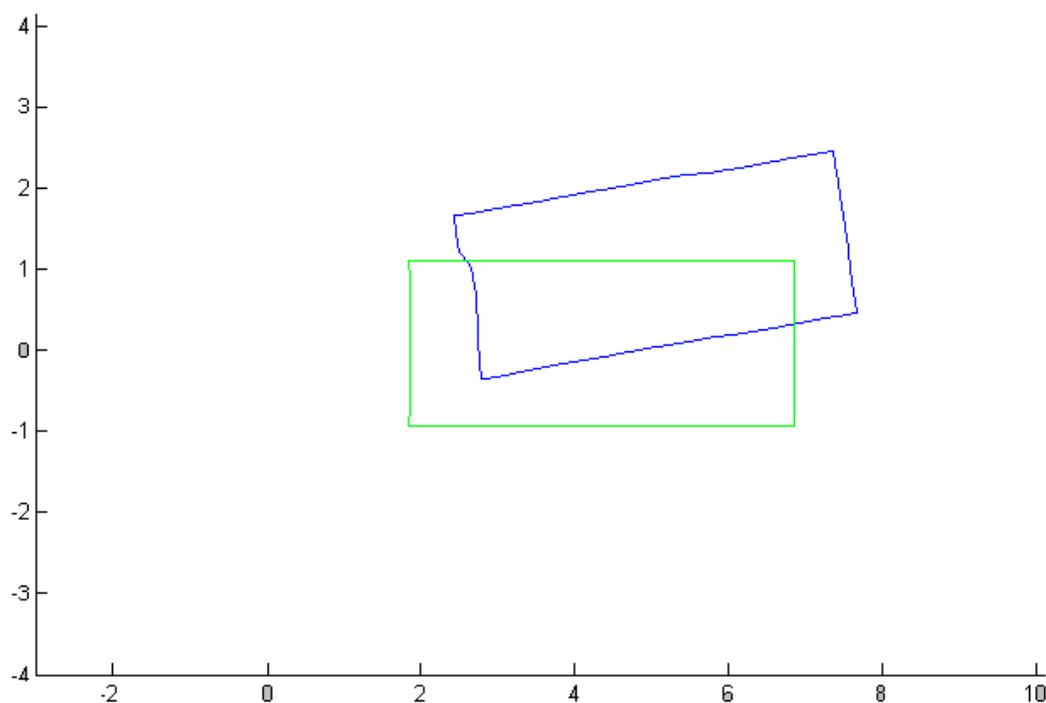


Figura 44 – Sobreposição entre o veículo 2 gerado a partir dos dados originais (azul) e o veículo 2 gerado pelo 2ª função de avaliação do AG (verde) – Traseira Oblíqua a 10° com veículo da frente a 5 km/h.

Analisando agora, a partir da Figura 44, os resultados obtidos pelo caso direto e pelo AG com esta nova função de avaliação, observa-se que o erro foi um pouco menor que o obtido na simulação da colisão traseira oblíqua com o veículo estático. Assim como na simulação da colisão traseira com o veículo estático, os principais motivos que podem ter ocasionado este erro maior que as simulações das colisões frontais são as diferenças estruturais na dianteira e na traseira do veículo e o modelo que considera a área entre os veículos plana no instante da colisão. Além da área ser considerada plana, a posição e atitude do veículo 2 são obtidas por meio desta área, o que, devido a esta simplificação, aumenta o erro obtido. Novamente comparando os resultados obtidos entre as duas funções de avaliação, percebe-se que o erro foi praticamente igual.