

5 Resultados

Neste capítulo são apresentados alguns resultados obtidos tanto na edição como na visualização de campos vetoriais. São feitas comparações entre as técnicas para geração da visualização do campo por meio de imagens auto-animadas utilizando a segmentação proposta - *OCGT* e sem a utilização - *OSGT*. Para gerarmos os resultados de edição, utilizamos um Mac Pro com processador Intel 2 x 3.2GHz Quad-Core com 18GB de memória. Já para a visualização por imagens auto-animadas, utilizamos um MacBook Pro com processador Intel Core 2 Duo de 2.4 GHz com 4GB de memória.

Edição: Apresentaremos resultados experimentais em dado sintético e em dado proveniente de medição. Como estamos tratando de campos vetoriais relativamente pequenos (Dado analítico: 2500 pontos; Dado de medição: 15624) armazenados em uma grade regular, a interface responde em tempo real às iterações do usuário.

Primeiramente nós validamos nossa abordagem em um campo vetorial sintético, corrompido por um ruído artificial não Gaussiano (ver Figura 5.1). Podemos remover o ruído do campo vetorial de forma adaptativa recuperando as singularidades originais. Utilizamos o espaço de escala Gaussiano com a interpolação de Shepard com núcleo - *SN*. Observe que variando o raio do núcleo, podemos manter uma porção maior de dados da escala selecionada.

Testamos nosso método em um dado real adquirido por um *Particle Image Velocimetry* (21) - PIV (ver Figura 5.2). Esse experimento é medido a partir de um jato de água, onde a água parte do lado esquerdo da imagem e bate contra a parede do lado direito. A parte à esquerda da imagem apresenta bastante ruído pois a quantidade de água é menor. Já a parte direita apresenta turbulência. Do lado direito então, existem singularidades importantes que desejamos manter, porém estas desaparecem antes das singularidades causadas pelo ruído. No campo reconstruído, as singularidades desejadas são recuperadas.

Os tempos para processamento de ambos os dados podem ser vistos na Tabela 5.1.

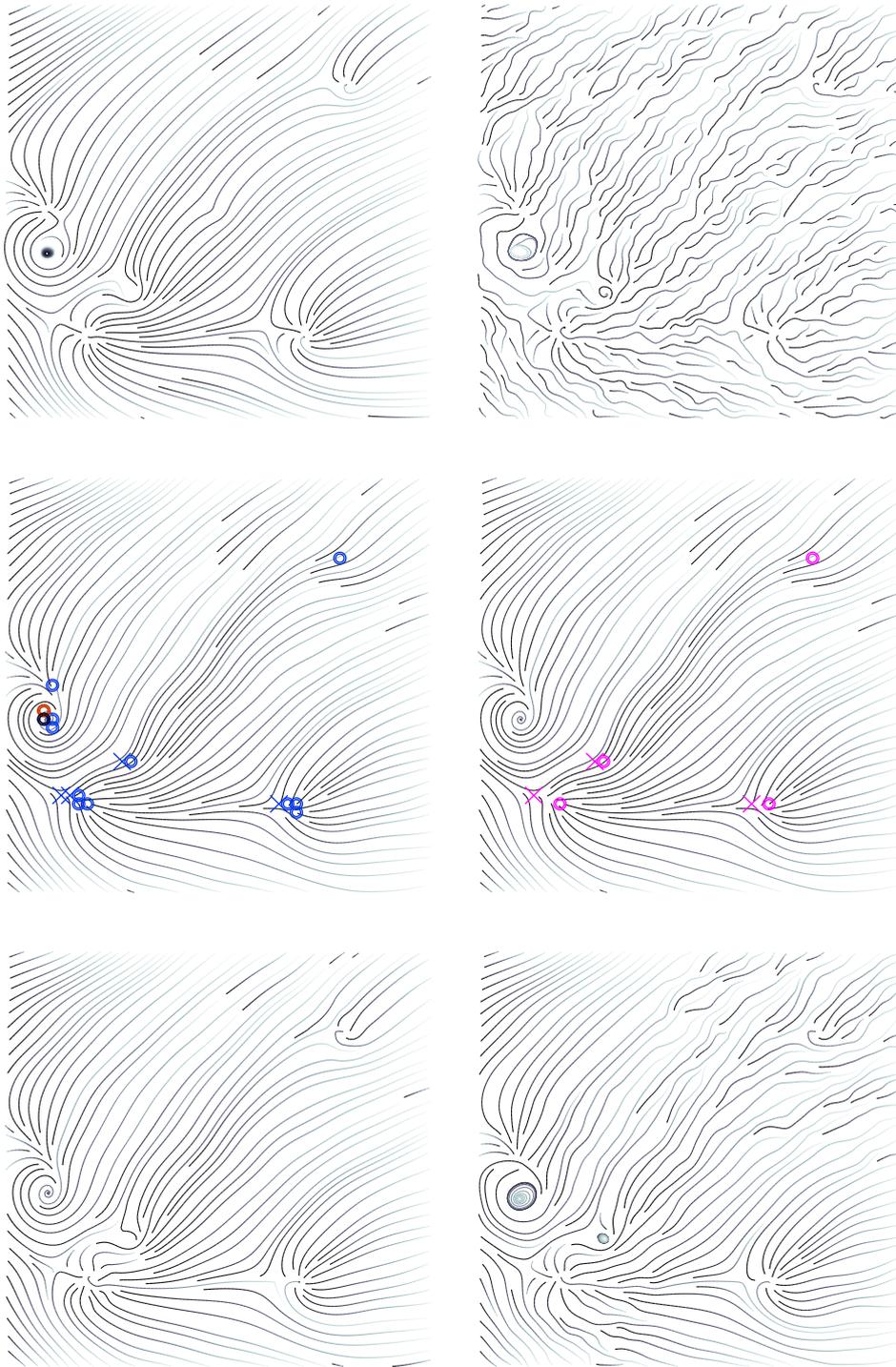


Figura 5.1: Experimento em campo vetorial sintético (topo à esquerda) artificialmente corrompido por ruído não gaussiano (topo à direita). O usuário pode escolher entre singularidades que desapareceram antes da escala s_0 (em azul) ou singularidades que podem ser suavizadas fora da escala $s > s_0$ (em vermelho, no meio à esquerda). A partir da seleção do usuário, reconstruímos o campo vetorial mantendo as singularidades da escala selecionadas em um raio pequeno (em baixo à esquerda) ou grande (em baixo à direita).

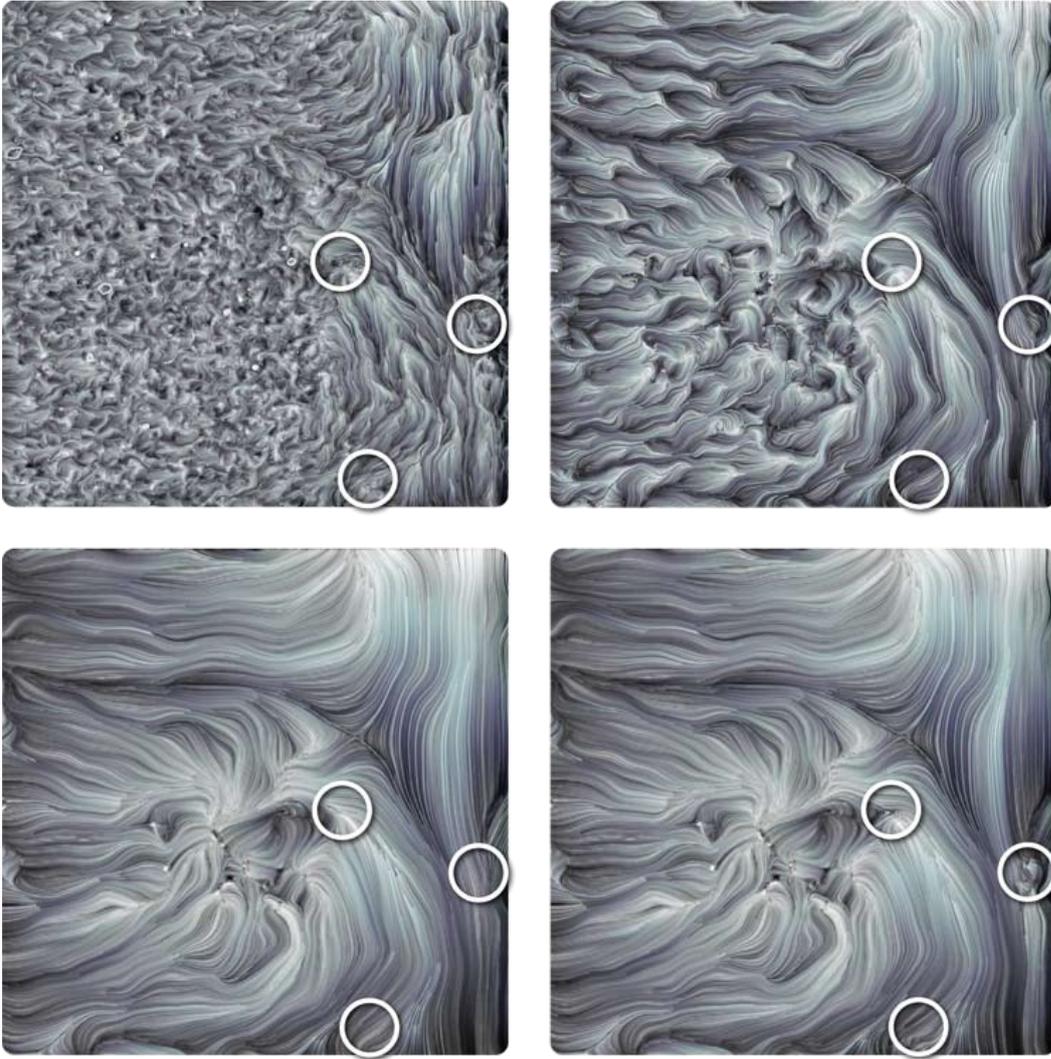
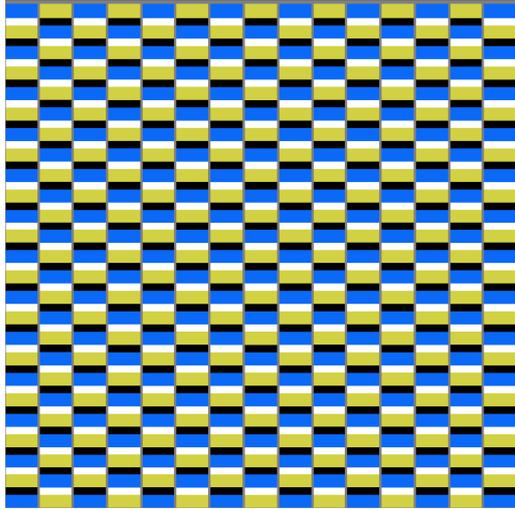


Figura 5.2: Campo vetorial medido por um PIV (topo à esquerda) em um experimento com jato de água: o espaço de escala se encontra no passo $s = 30$ até $s = 100$ (topo à direita e em baixo à esquerda, respectivamente). No passo $s=30$, as singularidades do lado direito foram mantidas mas ainda há uma grande quantidade de ruído. Já no passo $s=100$, há pouco ruído mas as singularidades desapareceram. Selecionando as singularidades do lado direito da imagem, obtemos um melhor comportamento do fluido (em baixo à direita).

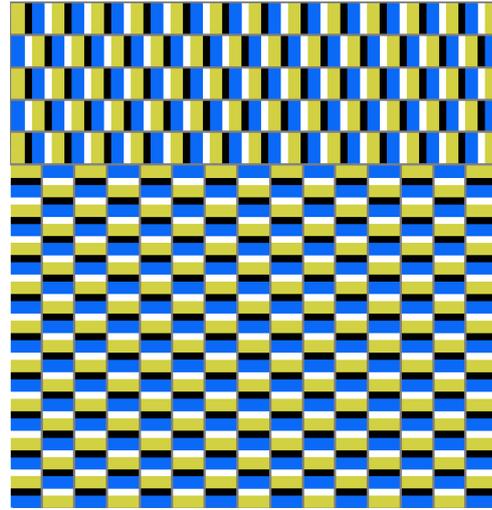
Dado	Fig	Tam	Filtro		Singularidade		Escala selec	Reconstrução	
			tipo	(ms)	tipo	(ms)		tipo	resol
Analítico	5.1	2500	G_σ	18.9	w_Γ	98.0	7.3	SN	0.1
PIV	5.2	15624	G_σ	135.0	$\mathbf{b}=0$	947.6	65.6	RBF	0.1 7.6

Tabela 5.1: Tempos, em milissegundos, para cada passo da edição.

Visualização por imagens auto-animadas: Para a comparação dos resultados, utilizamos o seguinte critério: geramos a visualização de um mesmo campo em duas versões, uma utilizando a segmentação do campo e uma sem a segmentação. Nas duas versões, utilizamos a otimização descrita em 3.4.2. Afim de obtermos uma comparação entre as duas versões, fixamos um fator *pontos não otimizados* - *PNO* - para mensurar a quantidade de *pixels* não amarelos durante a etapa de otimização. Quando o mesmo *PNO* é obtido em ambas as imagens, paramos a otimização.



5.3(a): Campo estático



5.3(b): Composição de campos estáticos

Figura 5.3: Resultado 1 - Campos estáticos.

Neste primeiro resultado, a visualização do campo em 5.3(a) foi gerada em 0.89 *segs* em ambas as técnicas, pois neste caso, não foi necessária a geração do grafo topológico, já que o campo não apresenta singularidades. Em 5.3(b), observamos um resultado semelhante, já que também não foram detectadas singularidades em todo o campo. Neste exemplo, o resultado foi obtido em 0.93 *segs*. O único *overhead* de nossa proposta nesses casos é a detecção de singularidades, que demorou 0.0002 *segs*.

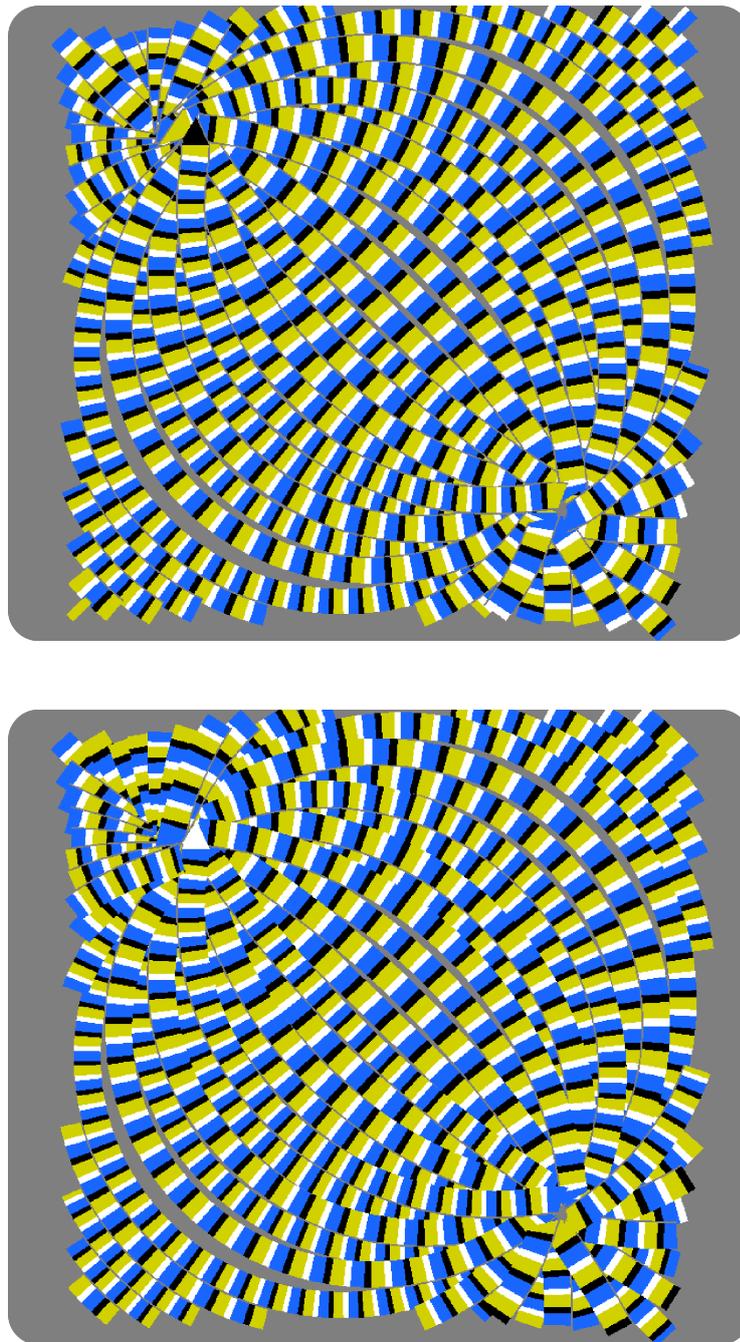


Figura 5.4: Resultado 2 - Campo com duas singularidades. Visualização gerada utilizando a segmentação do campo (topo). Visualização sem utilizar a segmentação do campo (em baixo).

Neste segundo resultado, o tempo utilizado para a geração do grafo topológico foi de 0.0002 *segs* e para a geração da otimização foi de 1.4203 *segs*, totalizando 1.4205 *segs*. No campo onde não foi feita a segmentação, o tempo gasto na otimização foi de 3.0696 *segs*. Assim, a versão utilizando o grafo topológico foi gerada gastando 46.3% do tempo da versão sem o grafo.

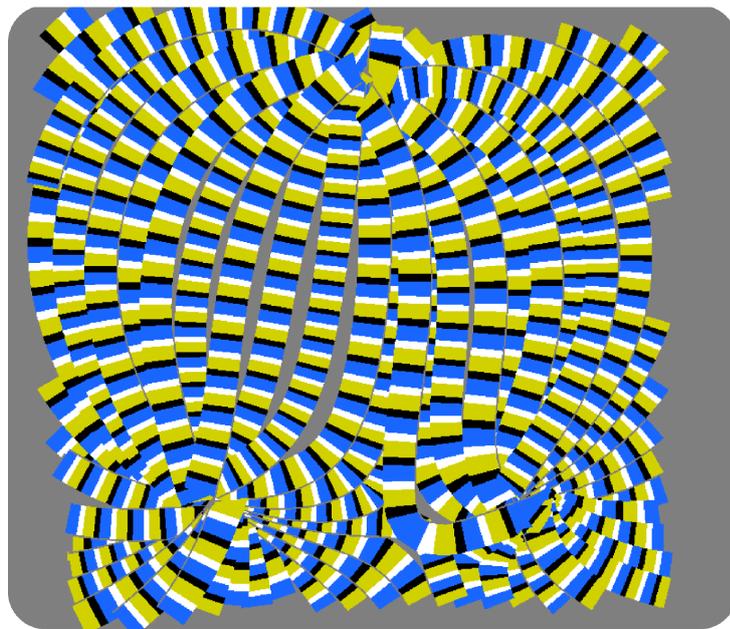
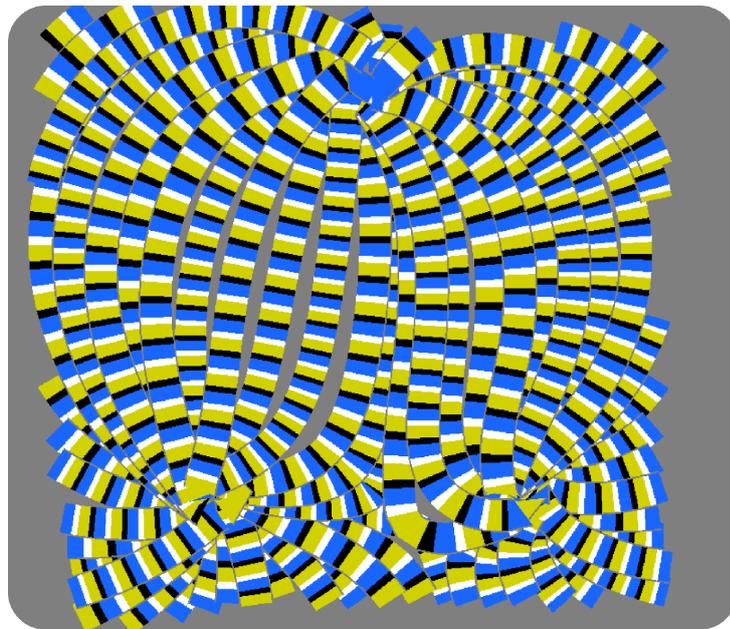


Figura 5.5: Resultado 3 - Campo com quatro singularidades. Visualização gerada utilizando a segmentação do campo (topo). Visualização sem utilizar a segmentação do campo (em baixo).

No resultado da Figura 5.5, observamos que o tempo utilizado para a geração do grafo topológico foi de 0.0004 *secs* e para a geração da otimização foi de 1.3022 *secs*, totalizando 1.3026 *secs*. Já no campo onde não foi feita a segmentação, o tempo gasto na realização da otimização foi de 3.0011 *secs*. Desta forma, a versão utilizando o grafo topológico foi gerada gastando 43.4% do tempo da versão sem o grafo.

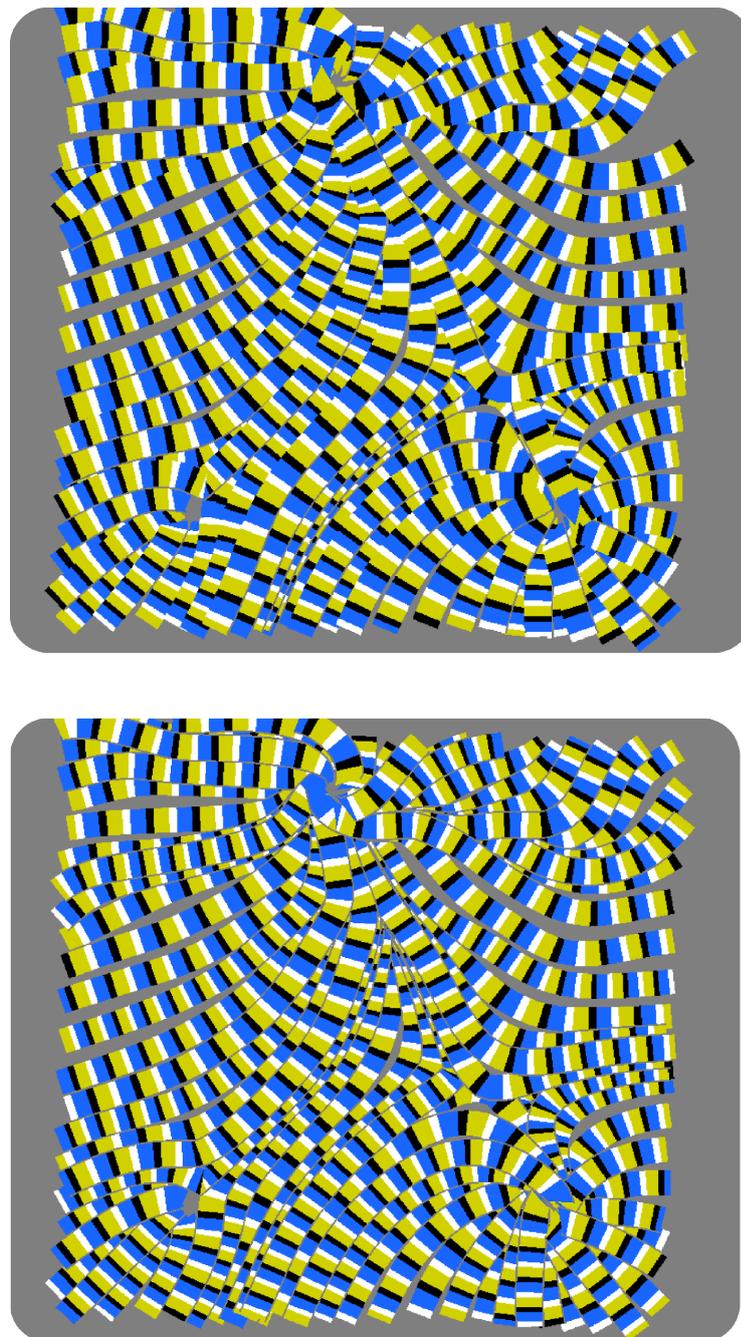


Figura 5.6: Resultado 4 - Campo com quatro singularidades. Visualização gerada utilizando a segmentação do campo (topo). Visualização sem utilizar a segmentação do campo (em baixo).

O tempo utilizado para a geração do grafo topológico do resultado da Figura 5.6 foi de 0.0004 *secs* e para a geração da otimização foi de 1.5708 *secs*, totalizando 1.5712 *secs*. Já o tempo gasto na etapa de otimização do campo onde não foi feita a segmentação foi de 3.7206 *secs*. Observamos então que a versão utilizando o grafo topológico gastou 42.2% do tempo da versão sem o grafo.

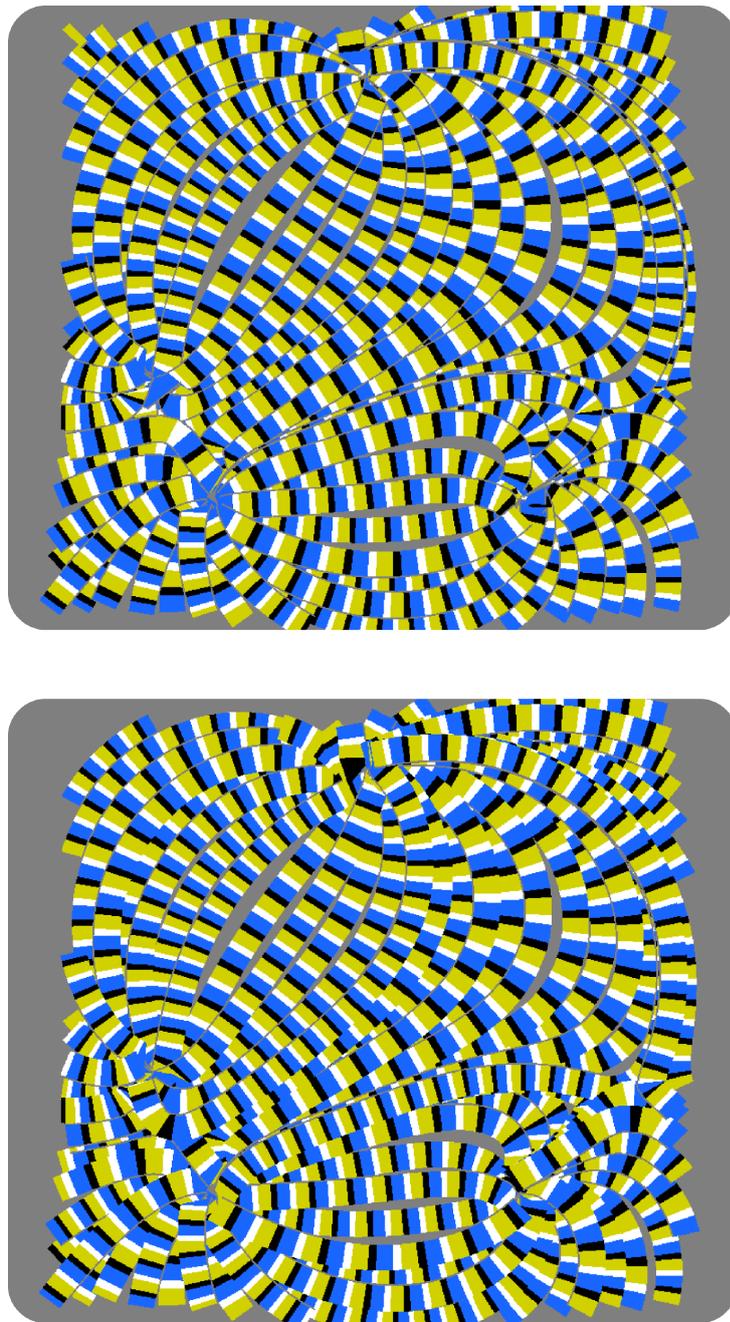


Figura 5.7: Resultado 5 - Campo com seis singularidades. Visualização gerada utilizando a segmentação do campo (topo). Visualização sem utilizar a segmentação do campo (em baixo).

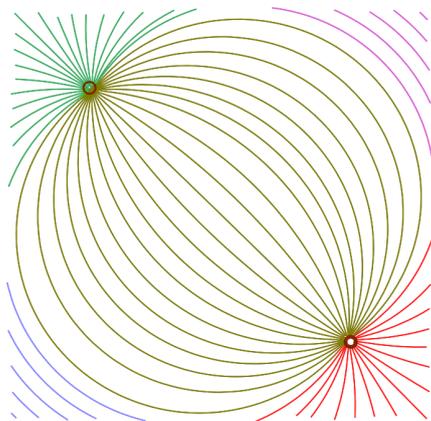
Neste resultado o tempo utilizado para a geração do grafo topológico foi de 0.0003 *secs* e para a geração da otimização foi de 1.5459 *secs*, totalizando 1.5462 *secs*. No campo onde não foi feita a segmentação, o tempo gasto na otimização foi de 3.7717 *secs*. Sendo assim, a versão utilizando o grafo topológico foi gerada gastando 40.9% do tempo da versão sem o grafo.

Abaixo observamos uma tabela sintetizando os tempos dos resultados apresentados.

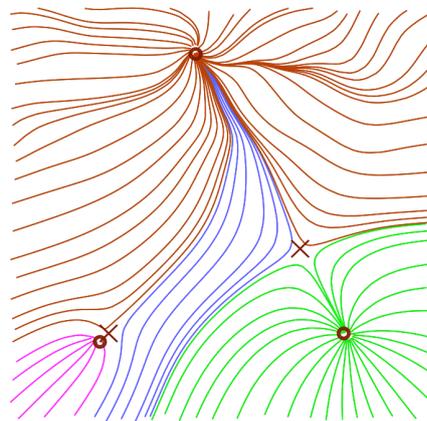
Dado	Fig	Grafo	OCGT	Tempo total	OSGT	Ganho
Resultado 1	5.3	0	(a)0.89 (b)0.93	(a)0.89 (b)0.93	(a)0.89 (b)0.93	0.0 %
Resultado 2	5.4	0.0002	1.4203	1.4205	3.0696	53.7%
Resultado 3	5.5	0.0004	1.3022	1.3026	3.0011	56.6%
Resultado 4	5.6	0.0004	1.5708	1.5712	3.7206	57.8%
Resultado 5	5.7	0.0003	1.5459	1.5462	3.7717	59.1%

Tabela 5.2: Tempos, em segundos, dos resultados apresentados no processo de visualização.

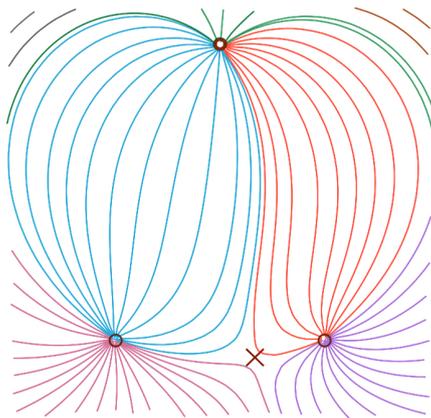
Logo a seguir, estão dispostos os grafos topológicos dos campos acima.



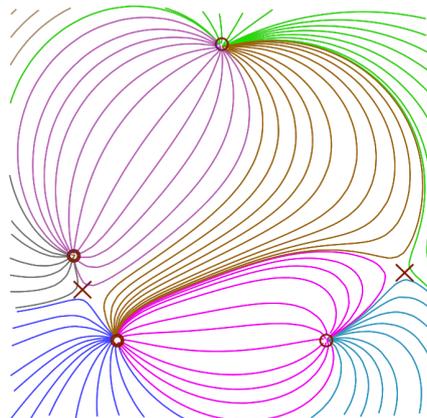
5.8(a): Grafo do Resultado 2



5.8(b): Grafo do Resultado 3



5.8(c): Grafo do Resultado 4



5.8(d): Grafo do Resultado 5

Figura 5.8: Grafos topológicos.

Fizemos também experimentos em dados antes de ser realizada a edição do campo vetorial:

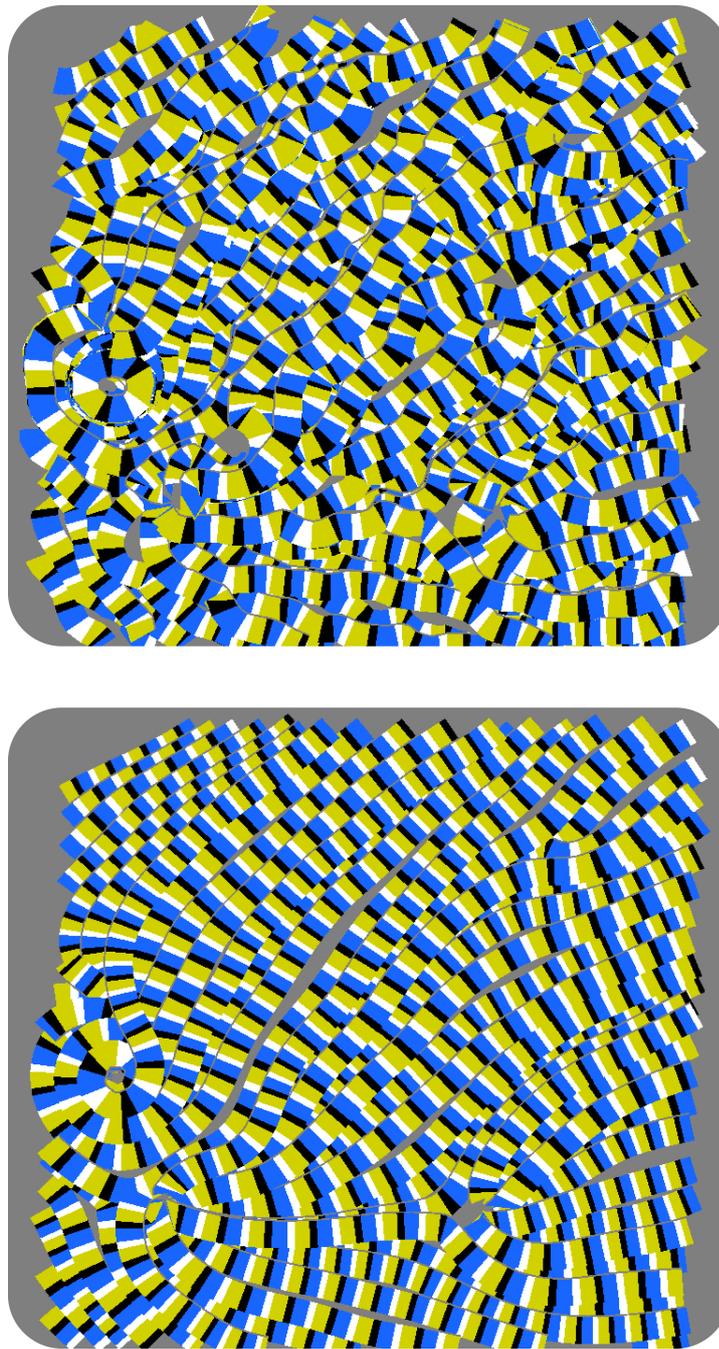


Figura 5.9: Resultado 6 - Dado analítico

No resultado 6 (Figura 5.9), observamos o resultado da visualização do campo vetorial por imagens auto-animadas sem utilizar a edição do campo (topo) e utilizando a edição (em baixo). Para gerar a visualização do dado sem a edição foram utilizados 4.8029 *segs*, enquanto na visualização do dado editado, foram utilizados 2.6185 *segs*. A versão editada foi então gerada gastando 54.5% do tempo da versão não editada.

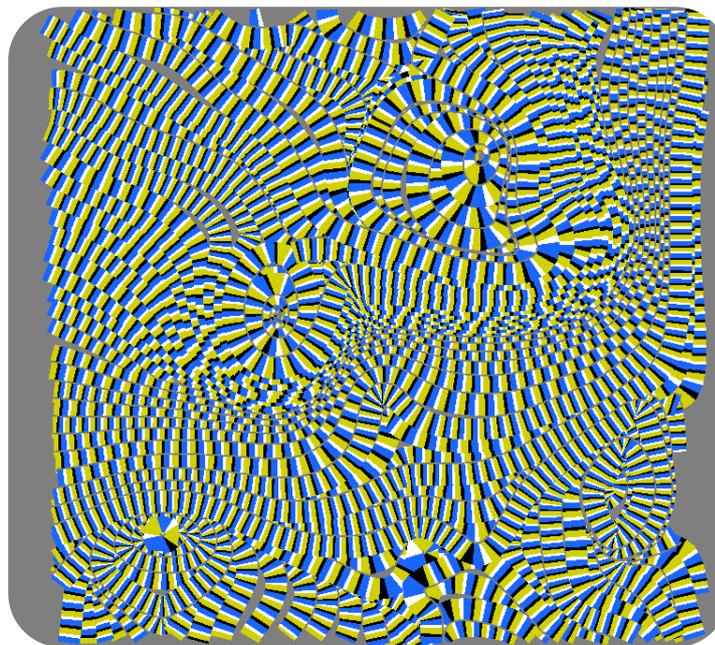
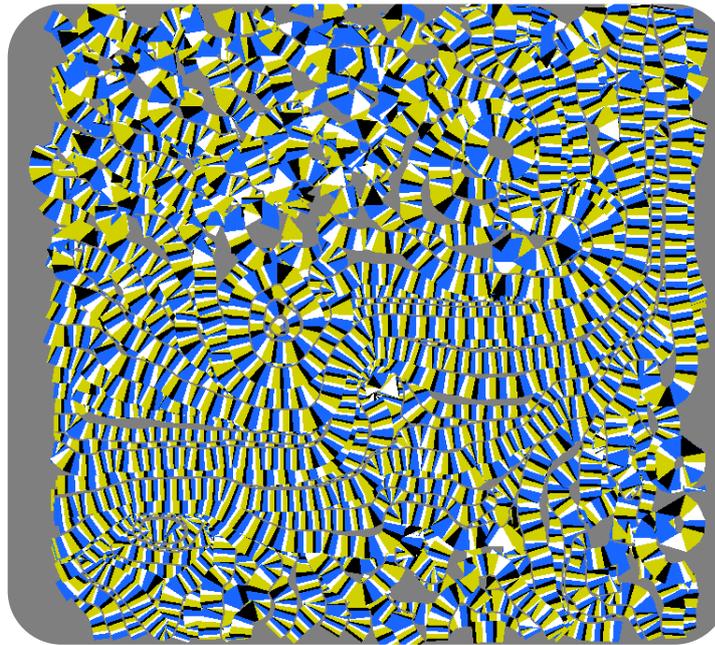


Figura 5.10: Resultado 7 - PIV

No PIV, resultado 7 (Figura 5.10), observamos a visualização do campo vetorial por imagens auto-animadas sem utilizar a edição do campo (topo) e utilizando a edição (em baixo). No dado não editado, foram gastos 24.5488 *secs*, enquanto, na visualização do dado editado, foram gastos 9.2604 *secs*. A versão editada foi então gerada gastando 37.7% do tempo da versão não editada.

Abaixo, obsevamos uma tabela sintetizando o tempo do processo de visualização por imagens auto-animadas. Dispomos os tempos utilizados tanto para o dado sem edição como para o dado editado.

Dado	Fig	Dado sem edição	Dado com edição	Ganho
Resutado 6	5.9	4.8029	2.6185	55.5%
Resutado 7	5.10	24.5488	9.2604	62.3%

Tabela 5.3: Tempos, em segundos, dos resultados apresentados no processo de edição seguido da visualização.