

Introdução

Revisando o objetivo geral da pesquisa

Como objetivo geral temos o desenvolvimento de um “algoritmo criador” e sua análise. Assim como um pintor ou compositor, sua obra é influenciada por seus contemporâneos e antecessores, ela não nasce do nada. Porém, há também a influência de si próprio: seu gosto, sua própria técnica.

Temos portanto um algoritmo de otimização (por programação genética) que consegue sintetizar desenhos que tenham características próximas a protótipos. Nisso temos o primeiro requisito: a influência de outros artistas em suas obras. Para o segundo requisito – a originalidade – usamos um passo de interação, onde o artista que utiliza o sistema escolhe quais desenhos mais lhe agradam, dando-lhes notas.

Com a análise de métricas (dialética, oposição, inovação) pretendemos validar o algoritmo [continua...]

1. Representação das formas no AG

Cada forma é representada por um 'DNA' de G genes, baseado em “comandos de desenho”. Exemplo:

[FD 40 1]	[RT 45 1]	[FD 38 1]	...	[FD 10 1]
-----------	-----------	-----------	-----	-----------

Cada 'gene' é adquirido copiando-se o 'gene' de um dos protótipos, dada uma determinada probabilidade P . Essa probabilidade determina o quanto uma nova forma criada estará próxima de cada protótipo P_n .

Os “comandos de desenho” têm sempre o formato $[comando, m, \Delta]$ onde os comandos possíveis são FD (avança a caneta $m \times \Delta$ pixels), BD (retrocede a caneta $m \times \Delta$ pixels), RT (vira para a direita m° , Δ vezes), LT (vira para a esquerda m° , Δ vezes). Exemplo:

[FD 30 1]
[BD 20 1]
[RT 45 1]
[LT 90 1]

Para simplificar, mantemos $\Delta = 1$.

2. Operadores de evolução e probabilidades usadas

Crossover: dados dois indivíduos I_1 e I_2 , concatenam-se os primeiros genes de I_1 com os genes finais de I_2 , em um dado ponto de corte, resultando em um novo indivíduo. O ponto de corte é fixo na metade do DNA.

Mutação: dado um indivíduo I , escolhe-se aleatoriamente um gene e muta-o, gerando um novo comando de desenho aleatório. Esse indivíduo mutado é o novo indivíduo. O indivíduo I original não é alterado.

Inversão: dado um indivíduo I , inverte-se seu DNA, gerando um novo indivíduo. O indivíduo I original não é alterado.

Probabilidades: para os testes, a não ser quando especificado, sempre mantem-se a probabilidade $P = 50\%$.

3. Função de fitness

Dado um indivíduo I , geramos o seguinte vetor de características, aplicando certas medidas:

1	Quantidade de pixels pretos da forma
2	dp/média da projeção dos pixels pretos no eixo x
3	dp/média da projeção dos pixels pretos no eixo y
4	Quantidade de ângulos da forma
5	Média dos trechos de retas da forma
6	Dp. dos trechos de retas da forma
7	Correlação cruzada entre a forma de I e o protótipo P_1
8	Correlação cruzada entre a forma de I e o protótipo P_2

Este vetor de características é utilizado em dois momentos:

1. **Fitness:** Para cálculo do fitness da geração, toma-se a média OU o máximo das correlações cruzadas
2. **Métricas no PCA:** Para cálculo das métricas de dialética, inovação e oposição, toma-se todo o vetor (e quando é o caso, também calcula-se o vetor de características de cada protótipo)

É importante notar que a **correlação cruzada** é calculada da seguinte forma:

1. Sendo x e y imagens com bordas brancas
2. $X = \text{fft}(x)$, $Y = \text{fft}(y)$
3. $Z = X * \text{conj}(Y)$
4. $z = \text{ifft}(Z)$
5. $r = \max(z)$

4. Algoritmo usado

Cada nova geração é formada por uma população calculada da seguinte forma:

Elite	Preservação dos melhores: Cópia dos melhores 1/5 da elite anterior
	Cruzamento elite X plebe: Cruzamento entre os 1/5 melhores da elite anterior e indivíduos da plebe escolhidos aleatoriamente
	Cruzamento elite X elite: Cruzamento entre os 1/5 melhores da elite anterior com outros da elite, sem repetição
	Garantindo mutação na elite: Escolhe um indivíduo da nova elite, aplica mutação, gerando 1/5 novos indivíduos
	Garantindo inversão na elite: Escolhe um indivíduo da nova elite, aplica inversão, gerando 1/5 novos indivíduos
Plebe	1. Cruzamento entre dois indivíduos da plebe anterior , retirando-os da plebe

	<p>anterior para não haver risco de repetir cruzamentos.</p> <p>2. Mutação e inversão, com uma dada probabilidade, na nova plebe</p>
	<p>Cria novos indivíduos aleatórios para completar a plebe</p>

Para os testes, usam-se:

- Quantidade de gerações: 100 e 200 (geralmente estabiliza em 100)
- Tamanho da população: 100 indivíduos
- Tamanho da elite: 10% da pop.
- Tamanho do DNA: 42 genes
- Taxa de mutação: 20%
- Taxa de inversão: 20%

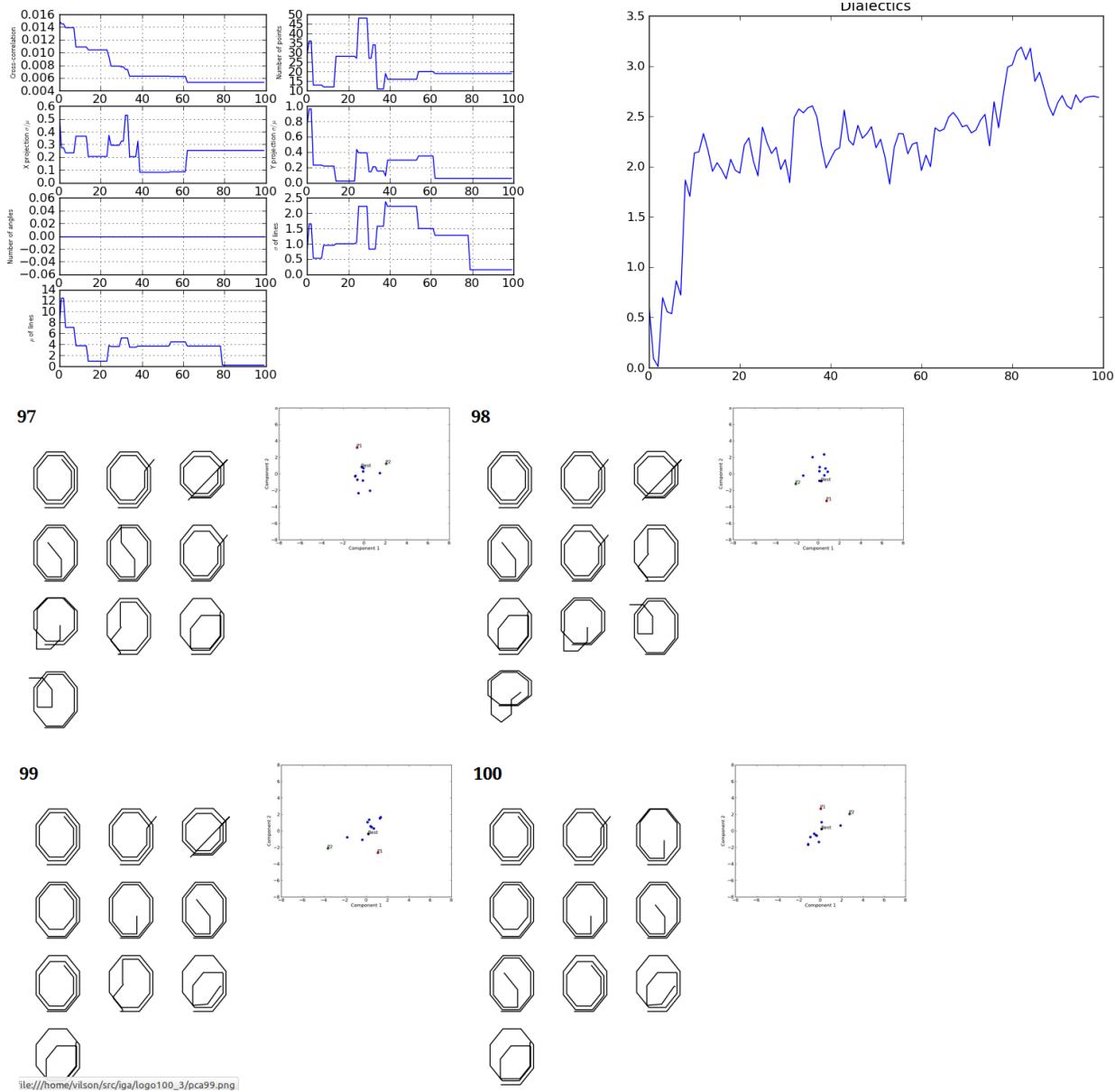
É importante notar que 1/5 da elite, ou seja, os melhores dos melhores, são usados várias vezes para cruzamento. O objetivo é, além de preservar os melhores, também garantir diversidade mínima.

5. Série de experimentos

Caso 1

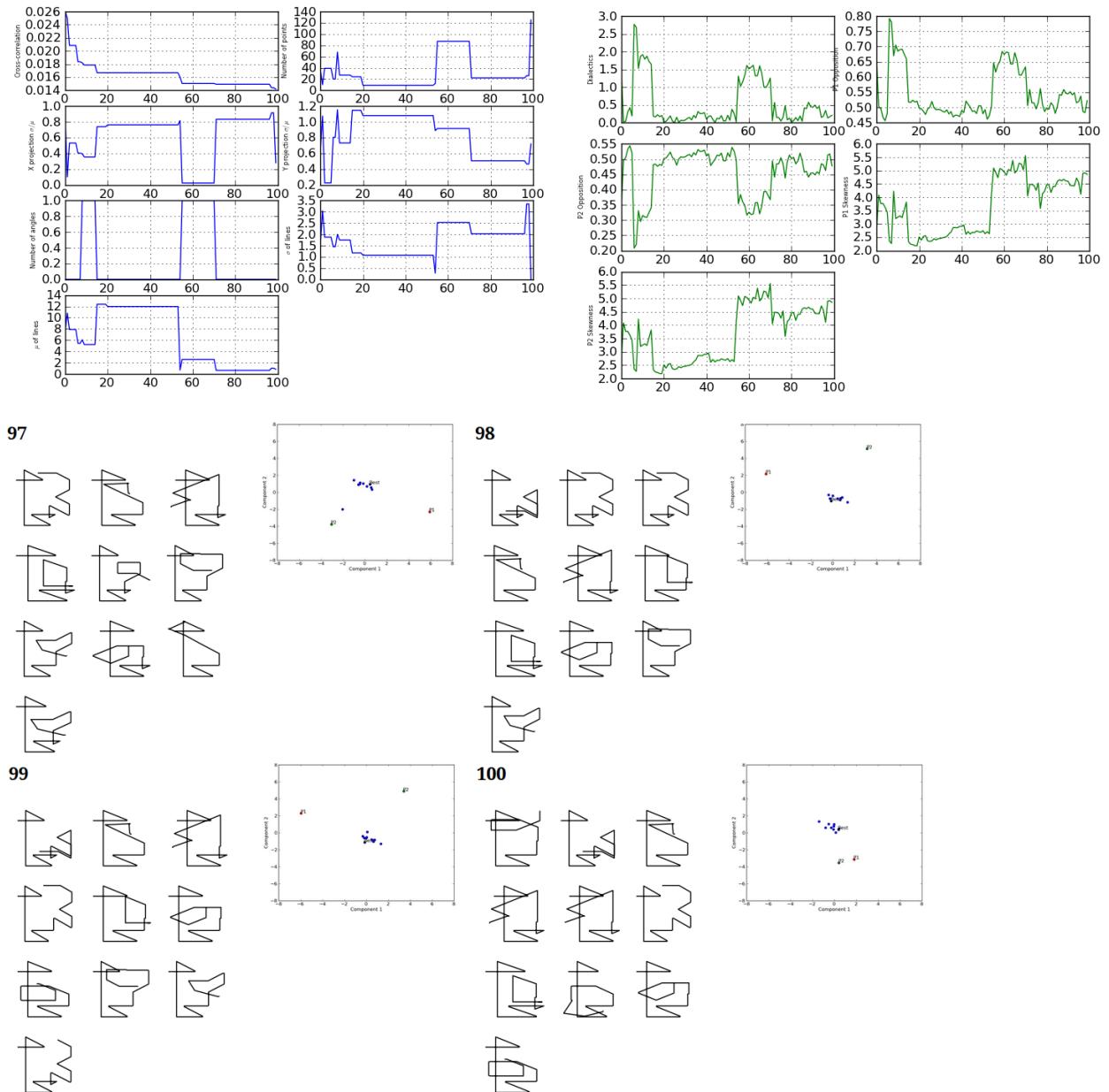
Hipótese: As formas dos indivíduos são tendenciosas a um protótipo.

Teste 1: Evoluir várias gerações com probabilidade $P = 70\%$, forçando tendência ao protótipo P_1

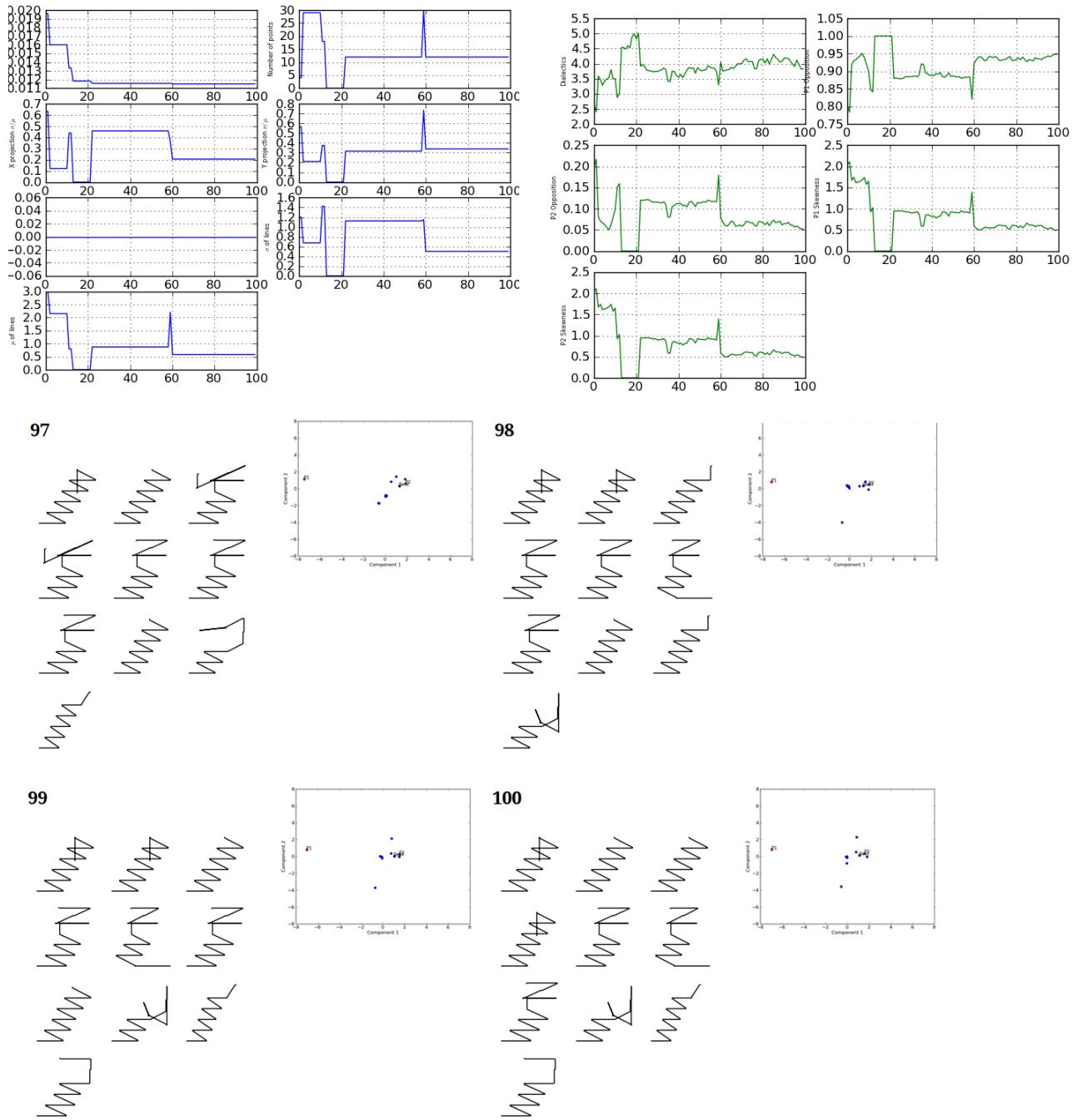


file:///home/vilson/src/iga/logo100_3/pca99.png

Teste 2: Evoluir várias gerações com probabilidade $P = 50\%$, sem tendência



Teste 3: Evoluir várias gerações com probabilidade $P = 30\%$, forçando tendência ao protótipo P_2



Caso 2

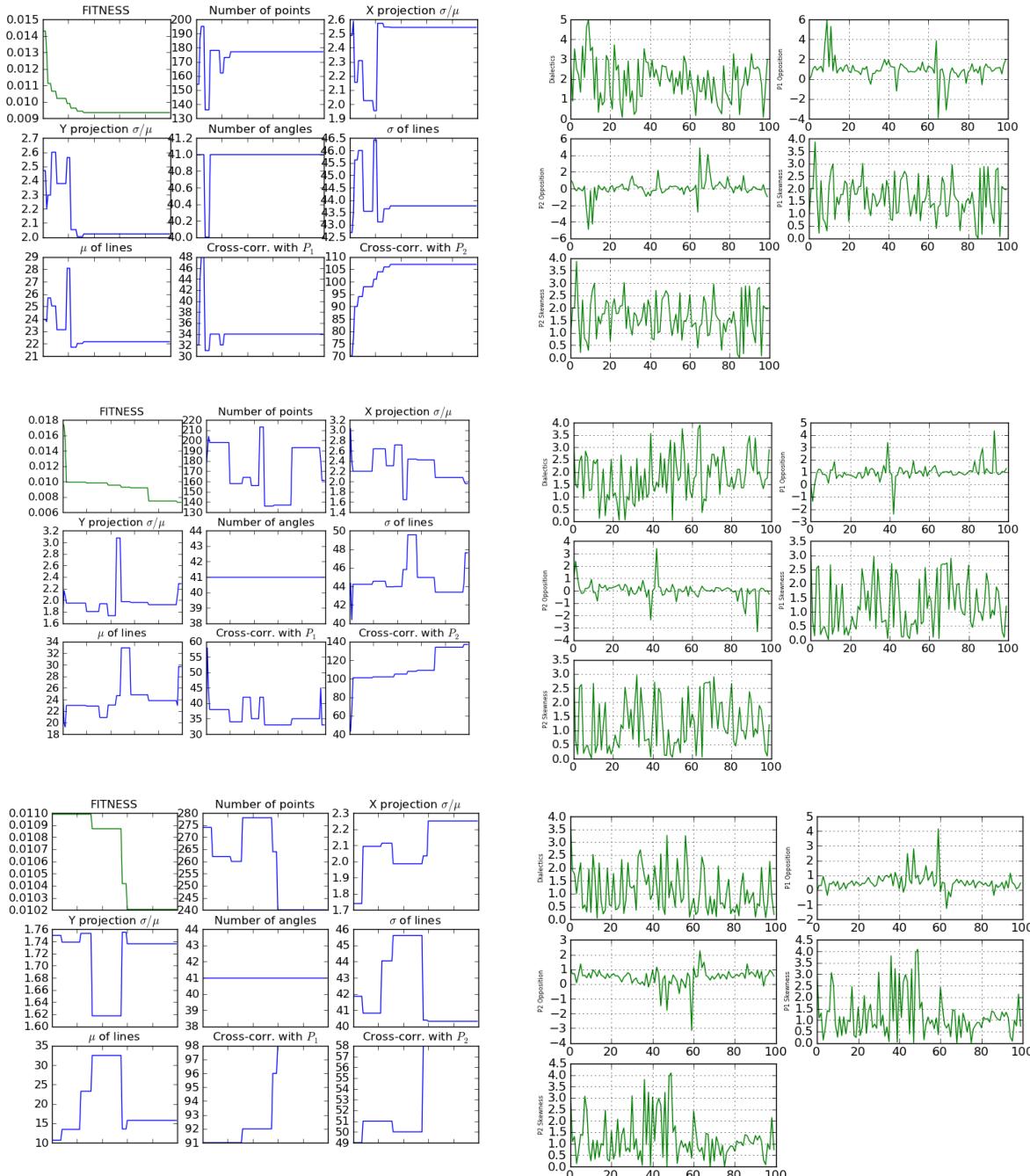
Hipótese: As métricas de dialética, oposição e inovação apresentam padrões durante as evoluções, considerando diferentes formas de cálculo de fitness e diferentes formas de se calcular as métricas.

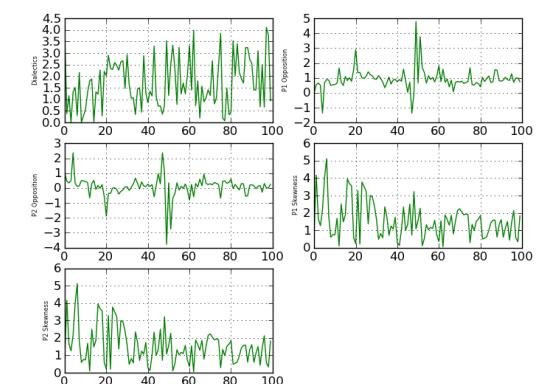
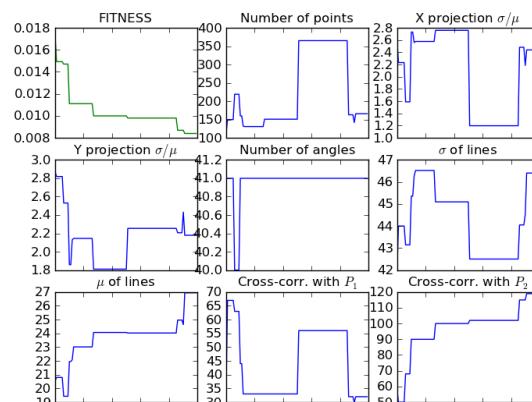
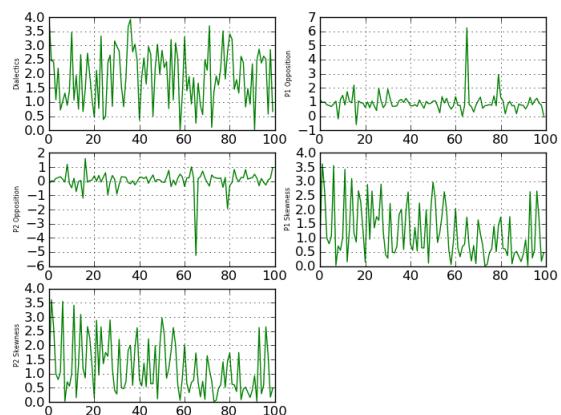
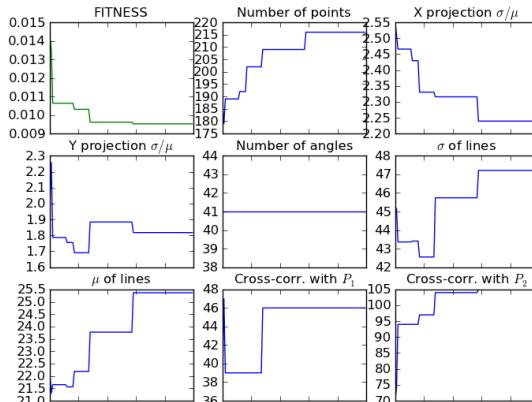
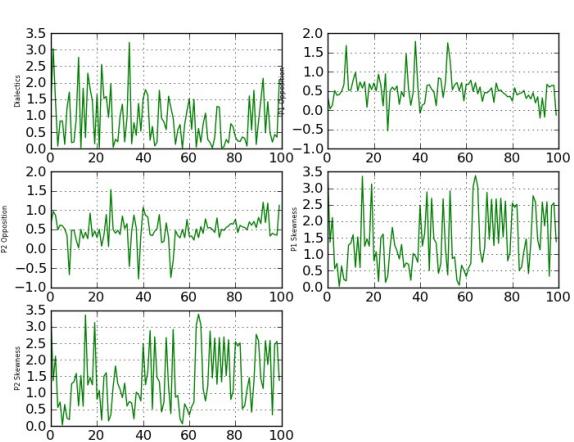
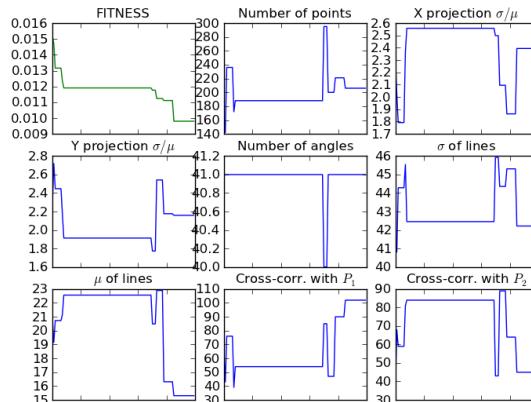
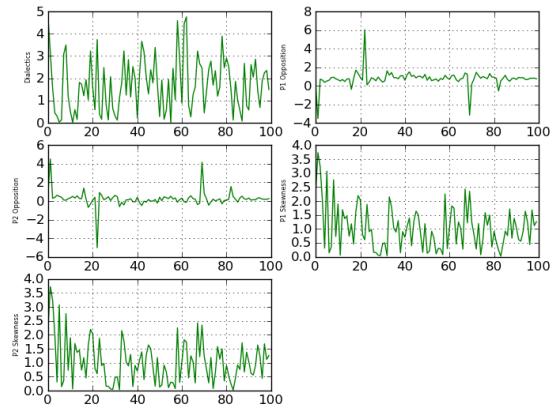
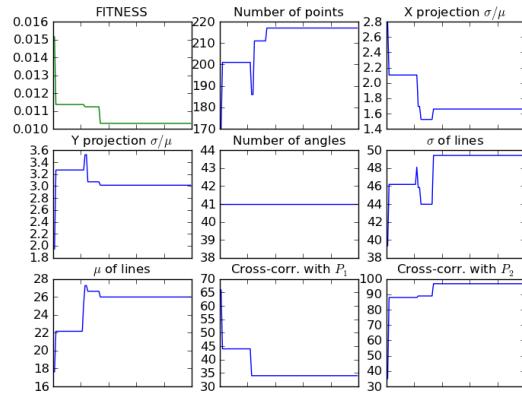
Teste 1A:

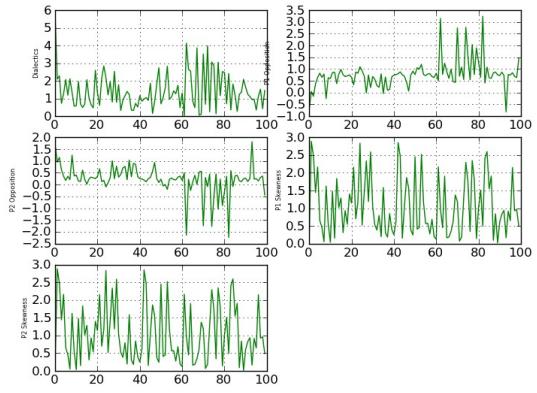
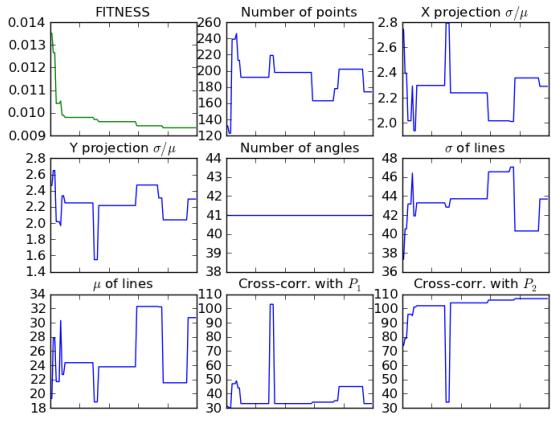
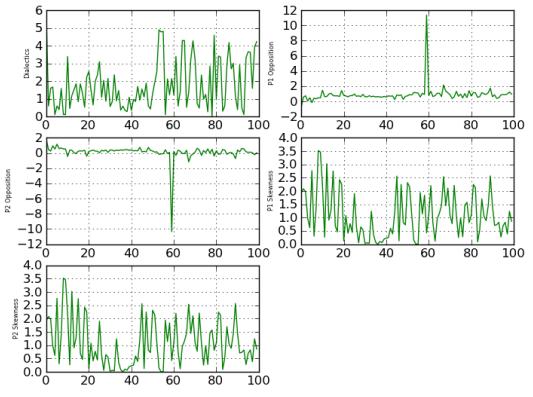
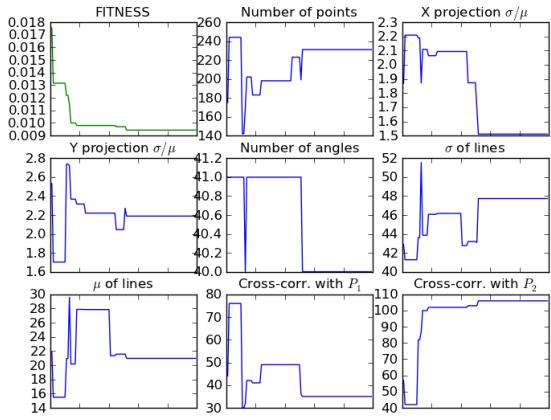
PCA: [P1, P2, Todos os indivíduos da geração atual].

Métricas: Calculadas a partir do PCA entre P_1 , P_2 e o melhor indivíduo.

Fitness: Max. entre as correlações com P1 e P2







Algumas observações:

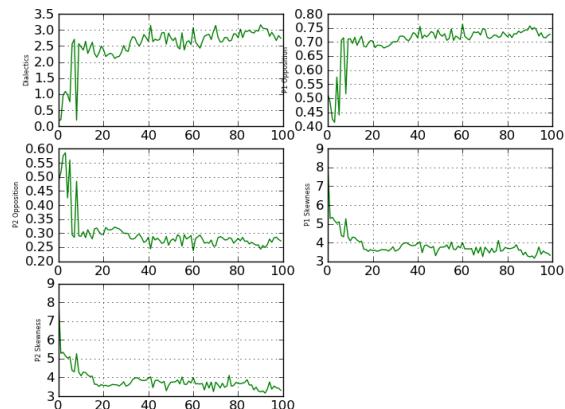
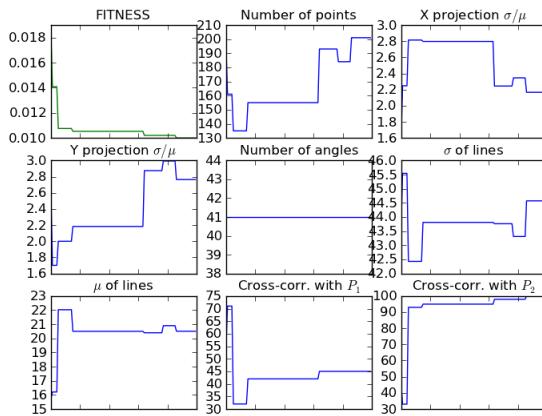
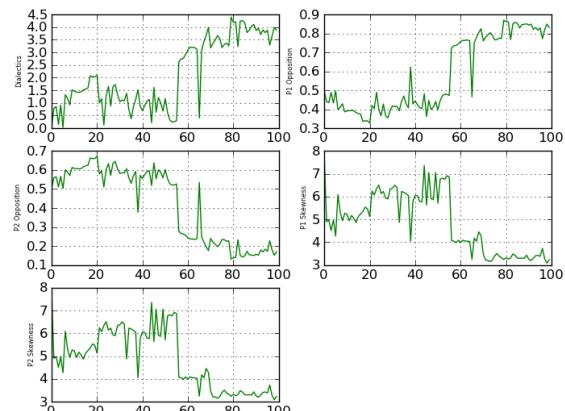
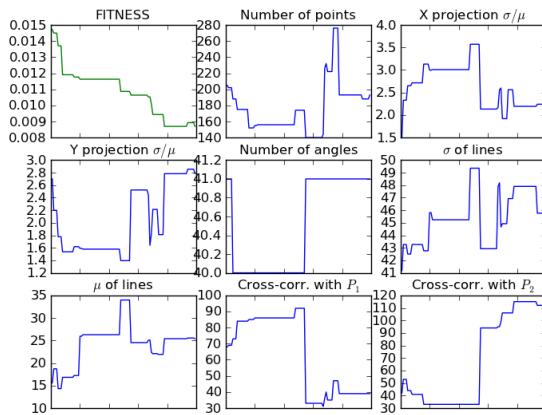
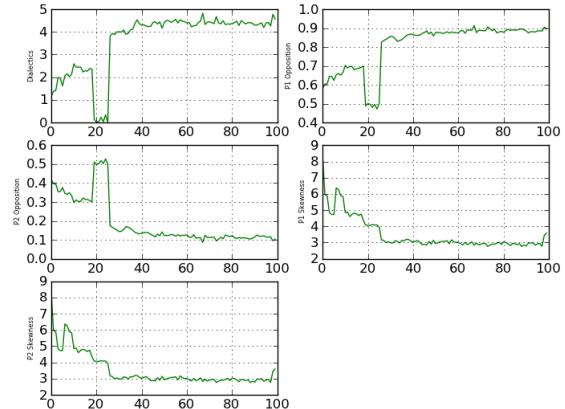
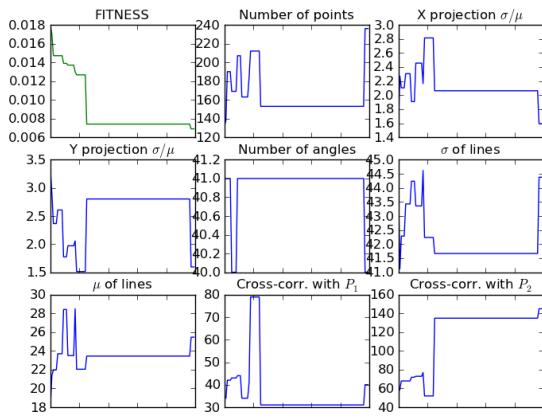
- tendência da inovação **cair** com o tempo
- variância da dialéctica aumenta muito com o tempo
- oposição **constante**, com alguns picos
- todas as métricas possuem comportamentos interessantes e diferentes entre si

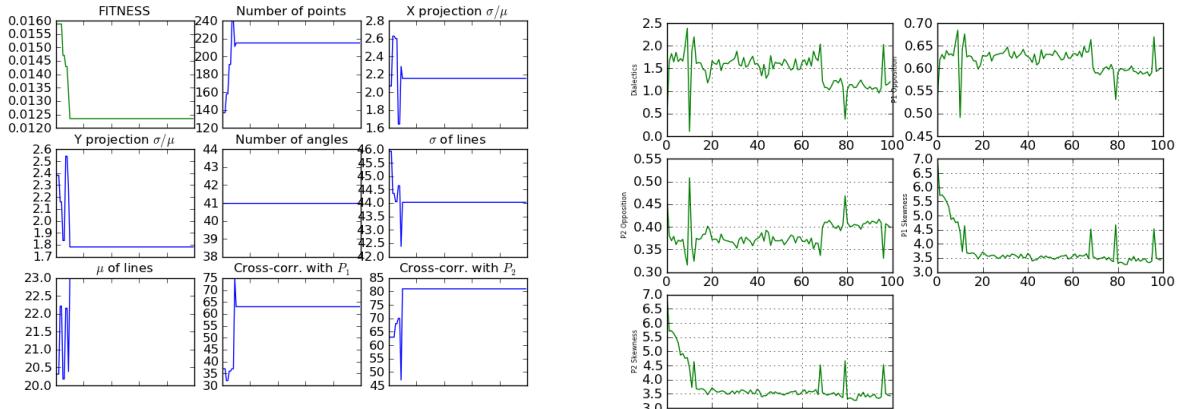
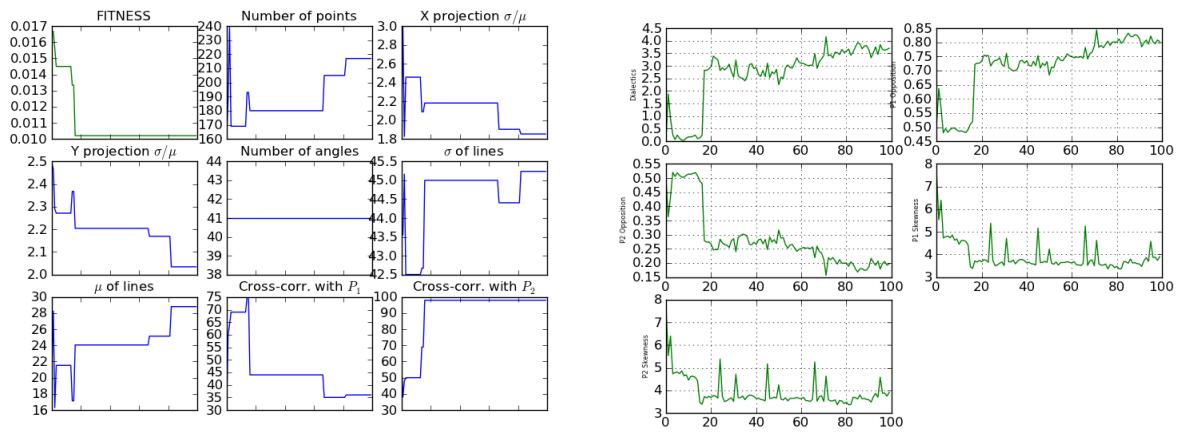
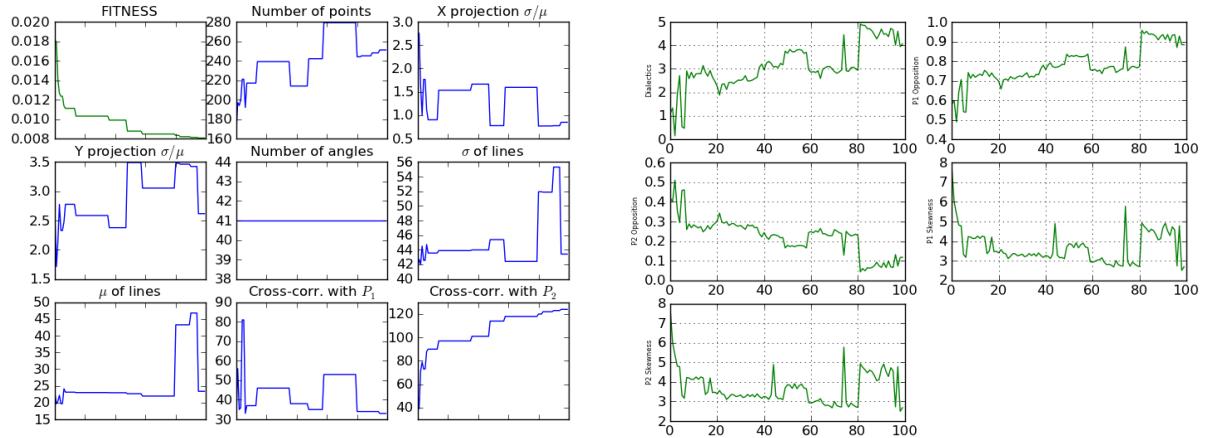
Teste 1Ab:

PCA: [P1, P2, Todos os indivíduos da geração atual].

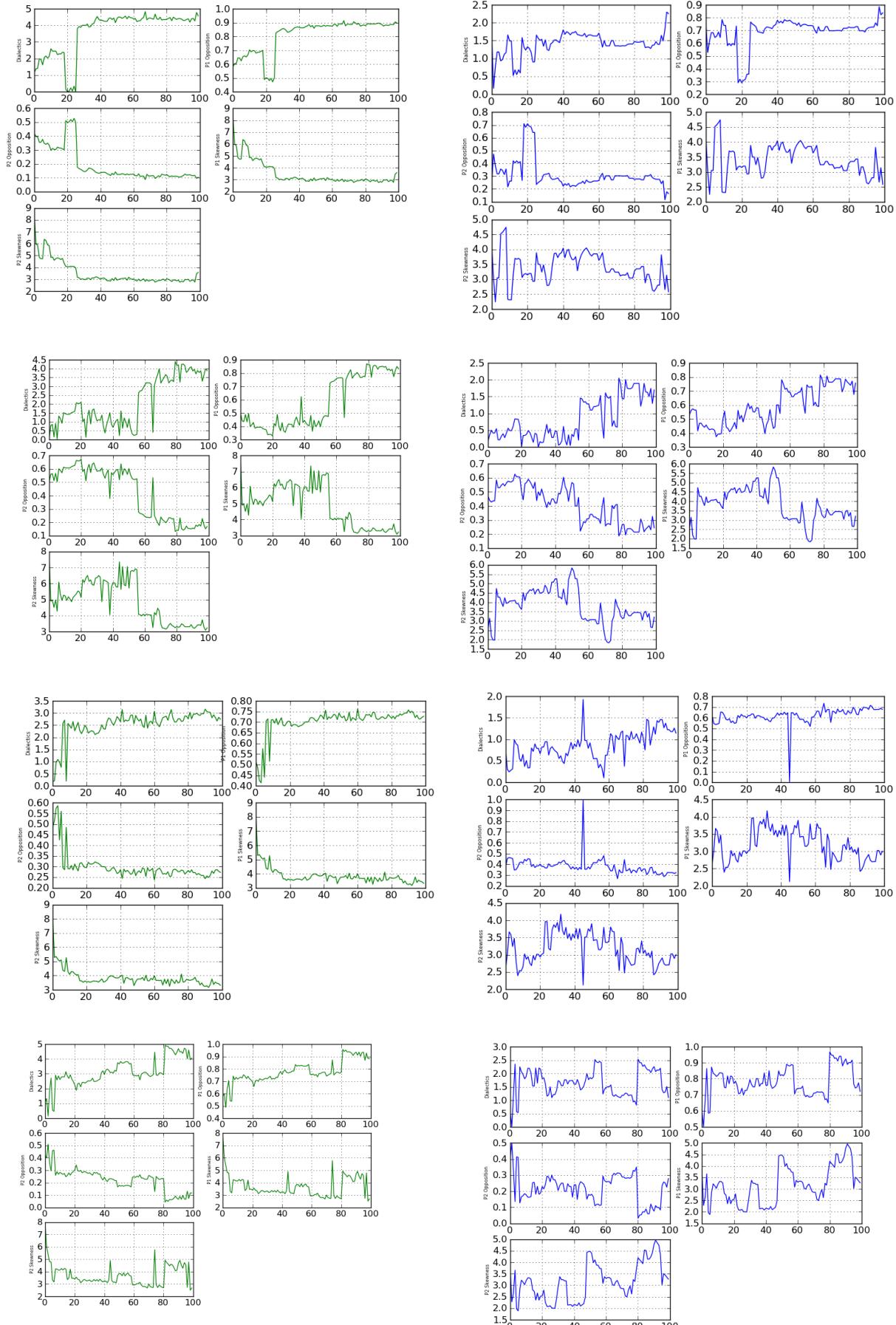
Métricas: Calculadas a partir de todos os 8 componentes do PCA entre P_1 , P_2 e o melhor indivíduo.

Fitness: Max. entre as correlações com P1 e P2

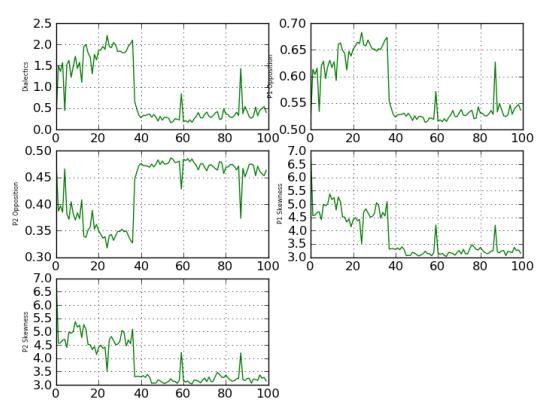
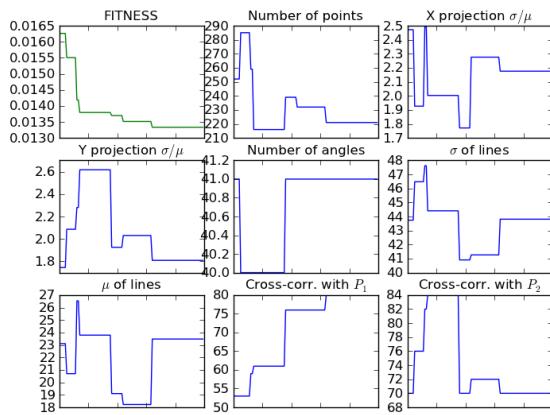
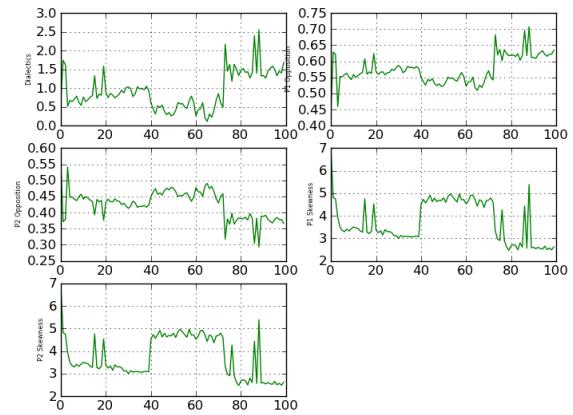
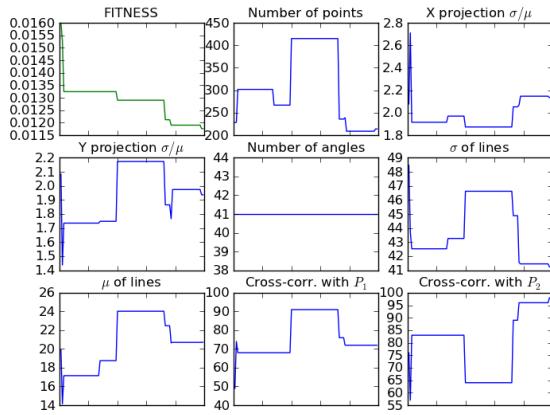




O mesmo teste, mas considerando os 8 componentes dos 5 melhores de cada geração. Mostrando a evolução das medidas para ambos os casos (todos os indivíduos e apenas 5 melhores) para facilitar a comparação.

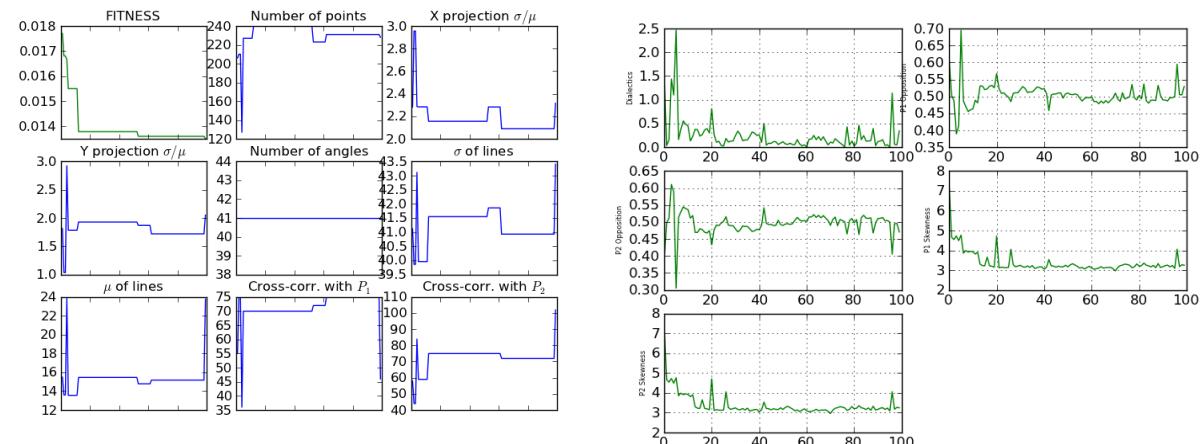
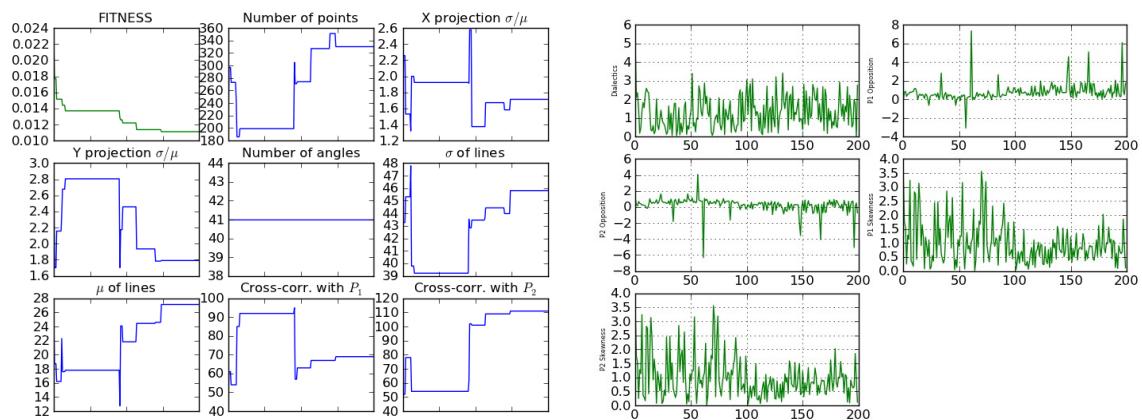
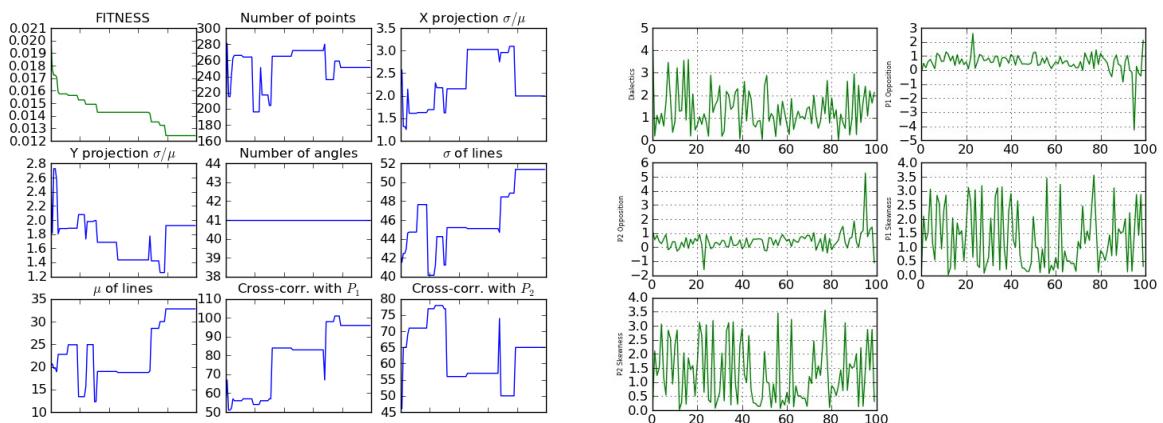


O mesmo teste, mas considerando como fitness a média entre as correlações-cruzadas do melhor indivíduo com os protótipos P1 e P2.

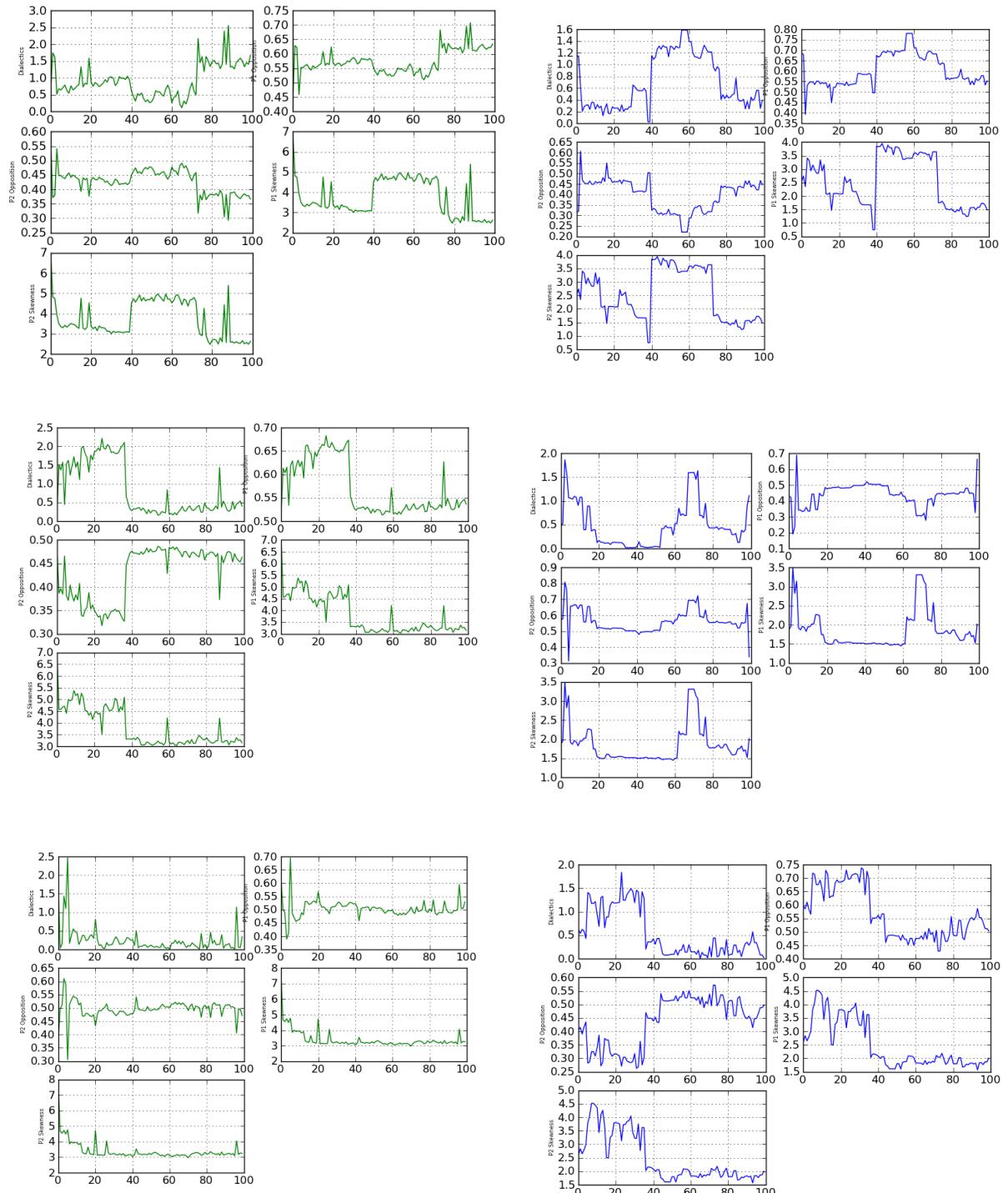


Teste 1B:

Fitness: Média entre os correlações com P1 e P2

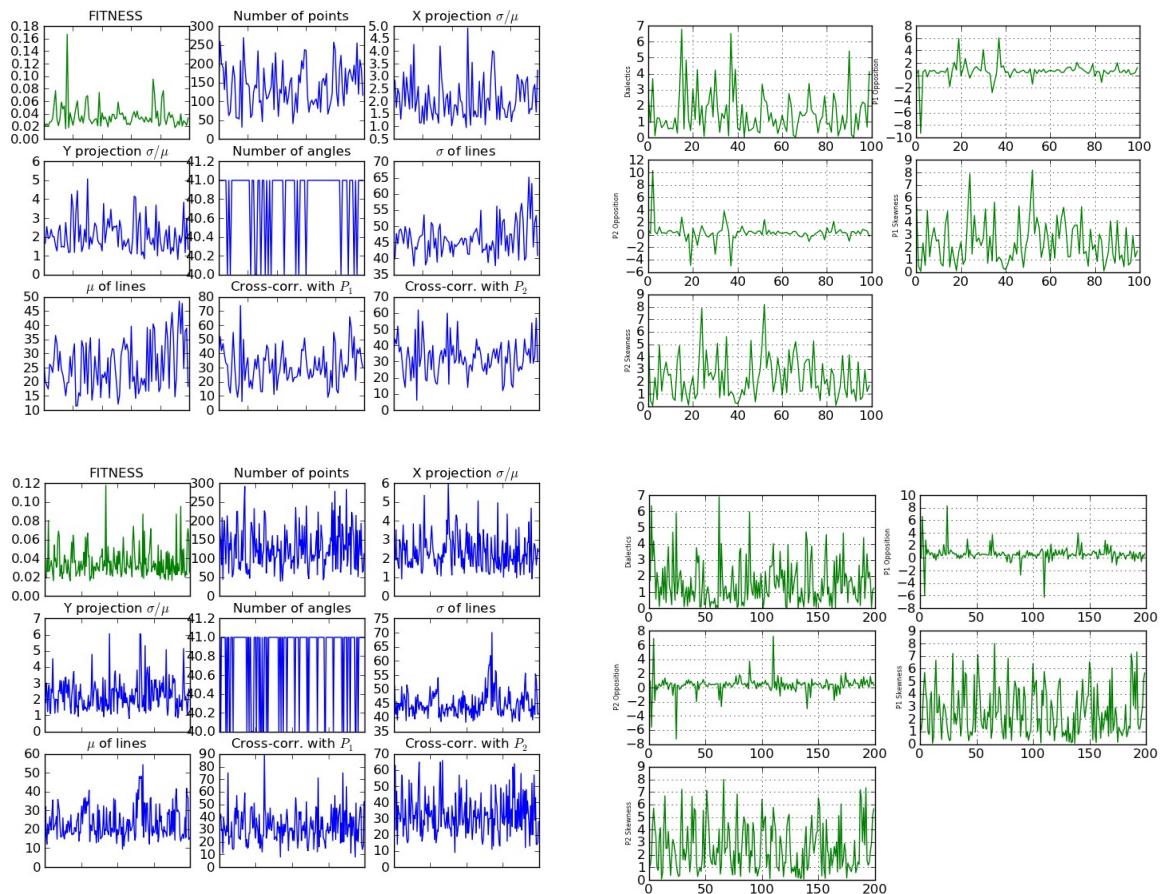


Mais uma vez, o mesmo caso anterior, mas comparando as métricas aplicadas a todos os indivíduos e apenas aos melhores 5.



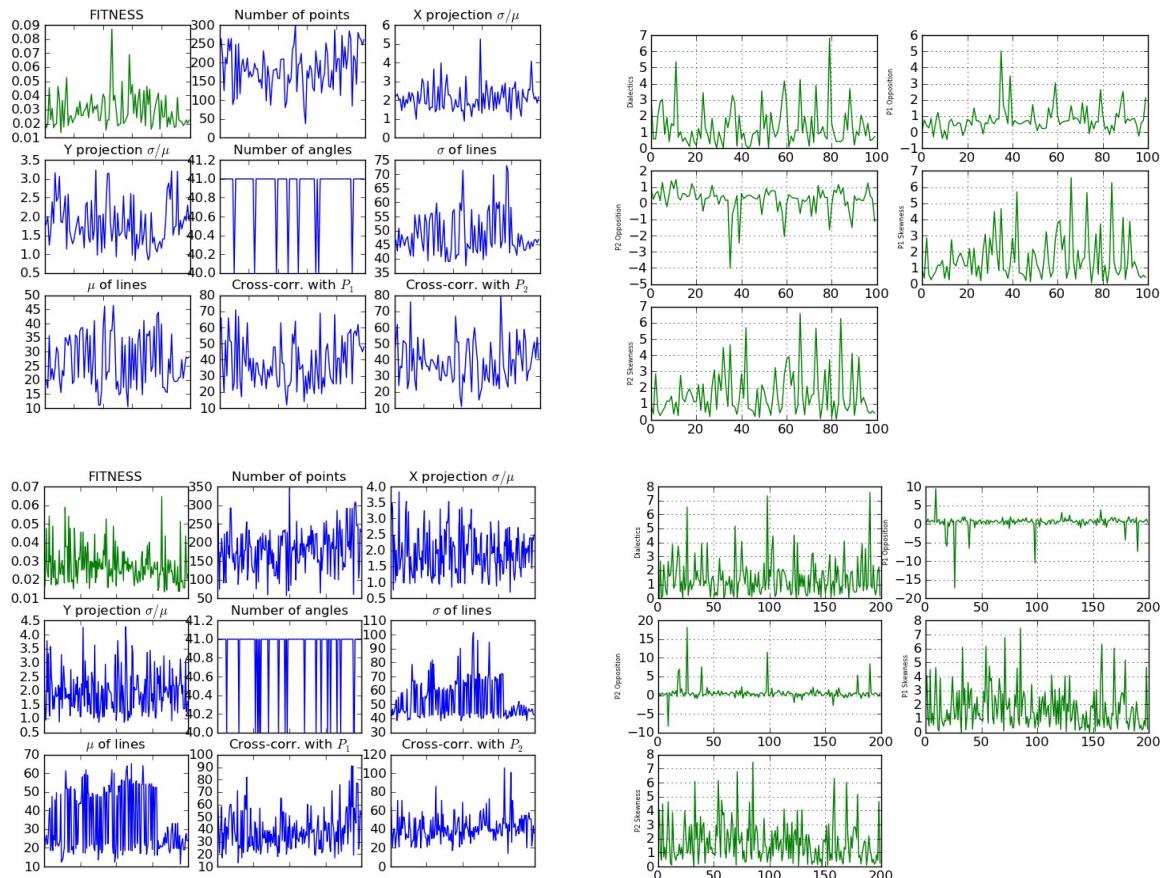
Teste 1C:

Fitness: Dialética entre P1, P2 e o melhor indivíduo, no PCA



Teste 1D:

Fitness: Distância do melhor indivíduo ao ponto médio entre P1, P2, no PCA

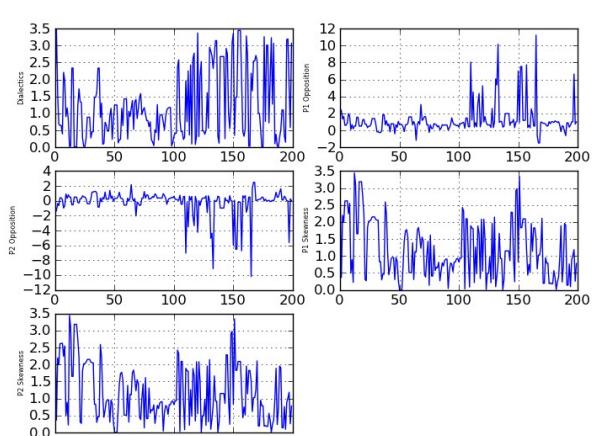
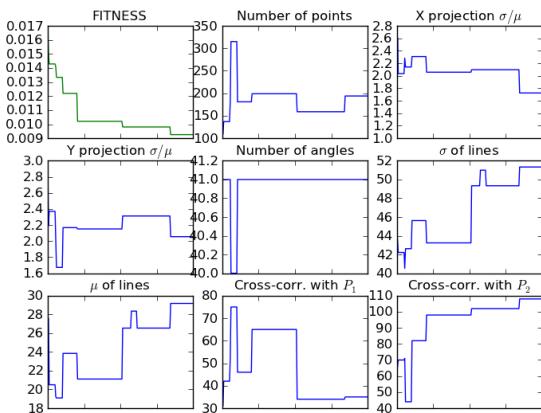
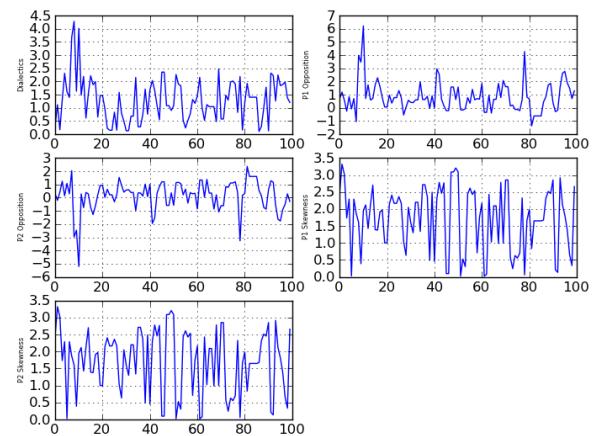
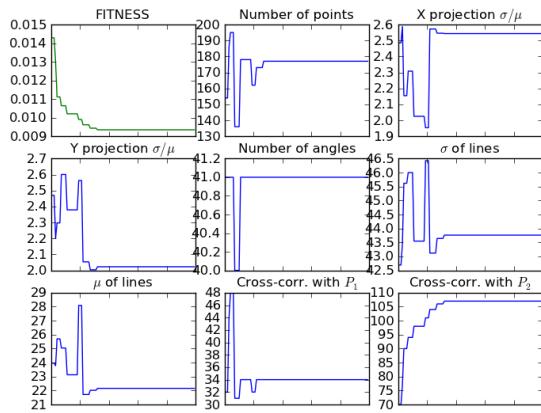


Teste 2A:

PCA: [P1, P2, Melhores 5 indivíduos].

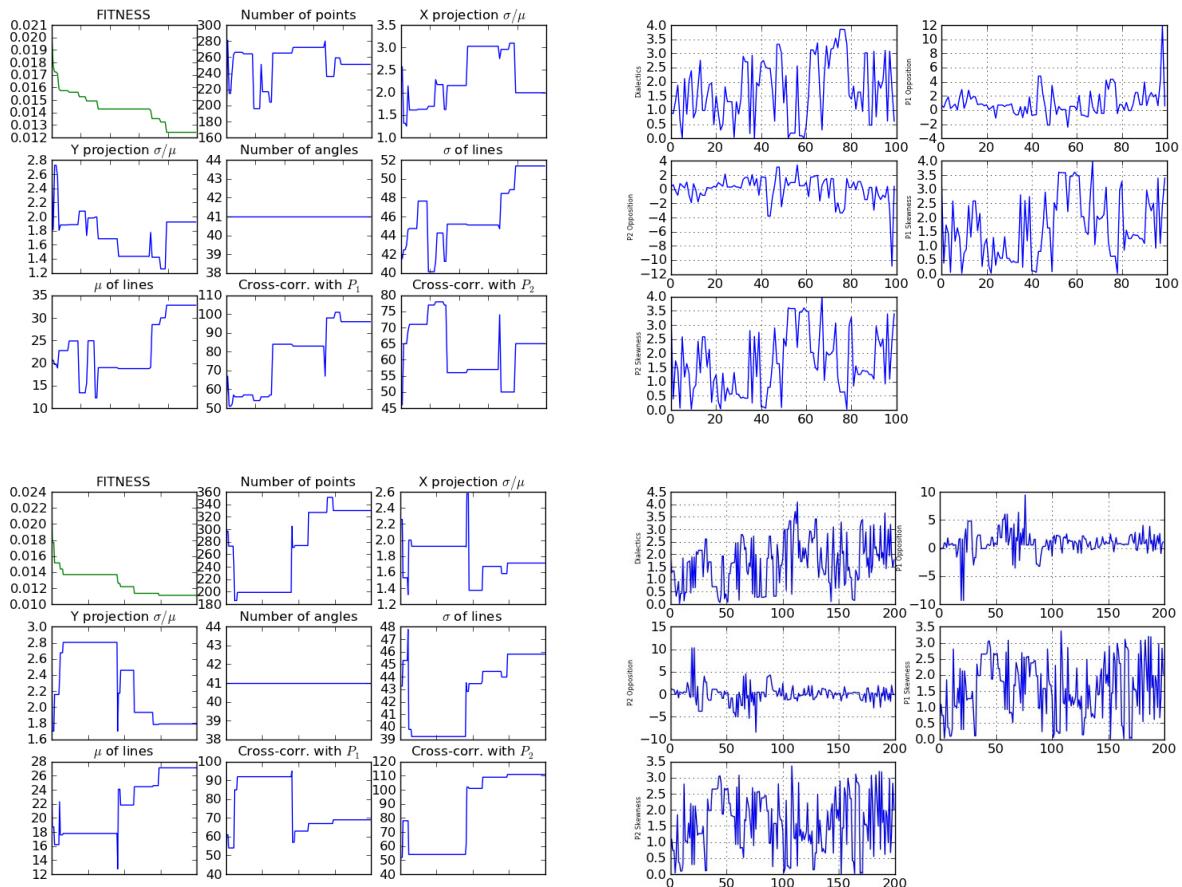
Métricas: Calculadas a partir do PCA entre P1, P2 e o melhor indivíduo.

Fitness: Max. entre as correlações com P1 e P2



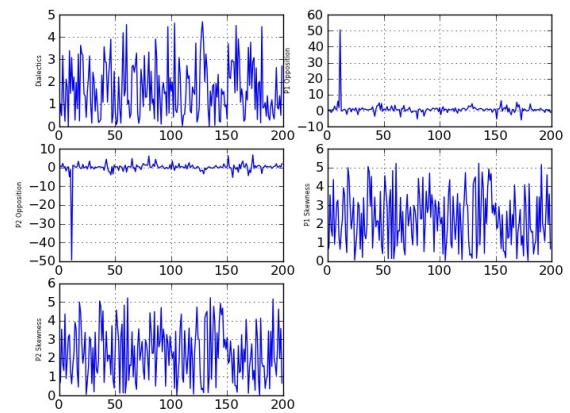
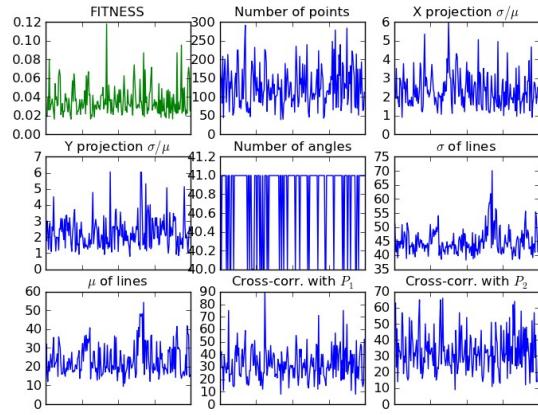
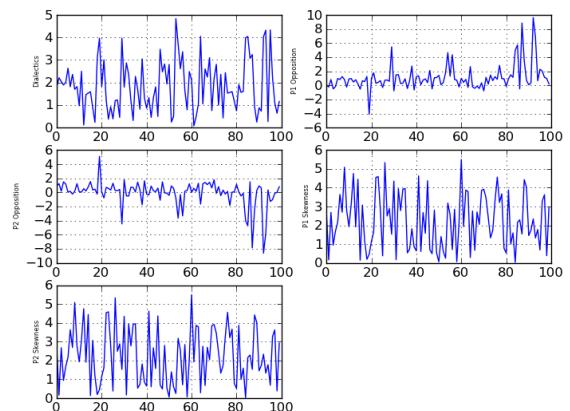
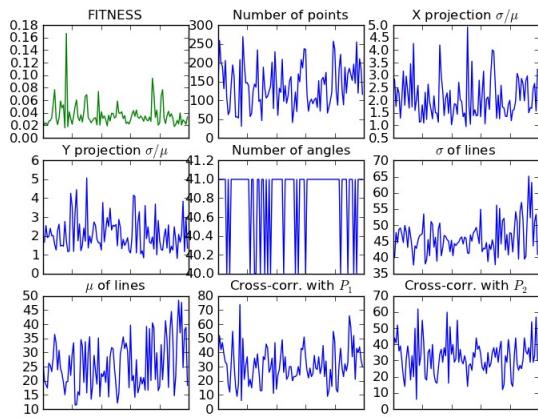
Teste 2B:

Fitness: Média entre os correlações com P1 e P2



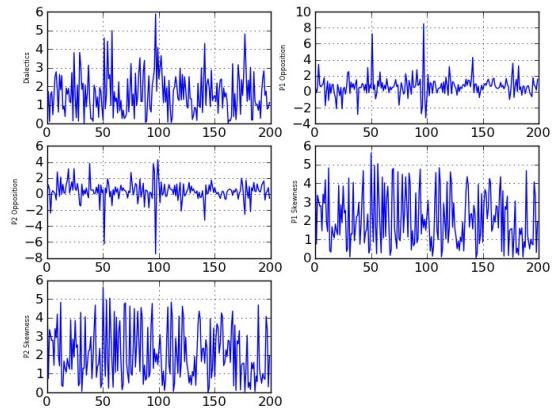
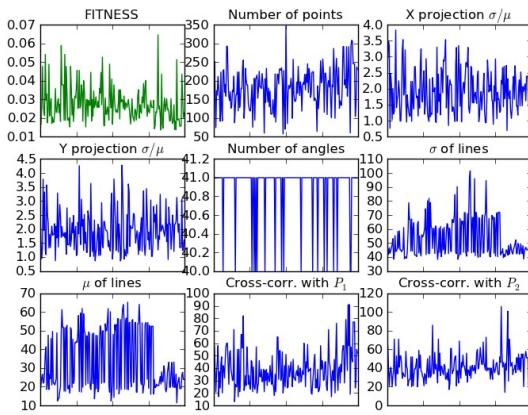
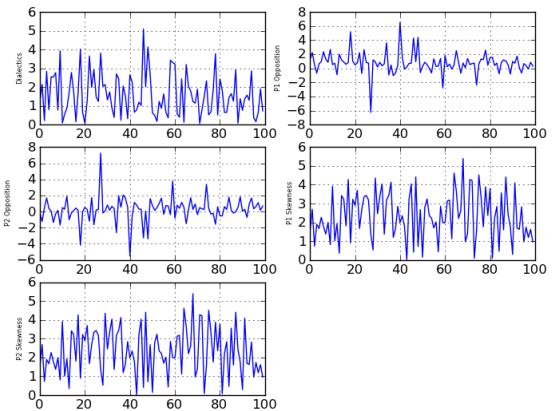
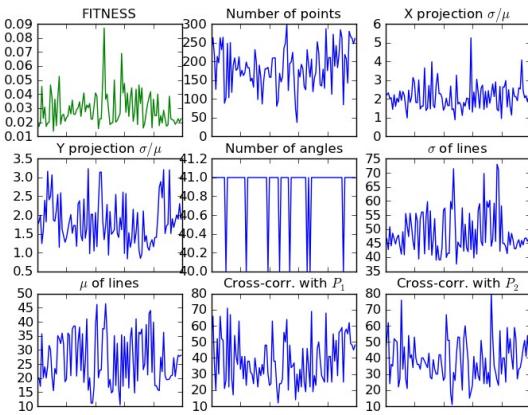
Teste 2C:

Fitness: Dialética entre P1, P2 e o melhor indivíduo, no PCA



Teste 2D:

Fitness: Distância do melhor indivíduo ao ponto médio entre P1, P2, no PCA



Teste 3A:

PCA: [P1, P2, Melhores 5 indivíduos ordenados do melhor para pior].

Métricas: Calculadas da mesma forma que o 'metrics' (série temporal)

Fitness: Max. entre as correlações com P1 e P2

100 gerações:

OPOSICOES ['1.00', '0.50', '0.17', '0.80', '0.33', '0.27']
INOVACOES ['0.0', '2.04', '1.91', '1.61', '1.62', '1.46']
DIALETICAS ['0.88', '1.99', '2.79', '0.71', '1.88']

OPOSICOES ['1.00', '0.48', '0.21', '0.80', '0.57', '0.23']
INOVACOES ['0.00', '1.93', '1.88', '1.64', '1.82', '1.60']
DIALETICAS ['0.98', '1.89', '2.71', '0.69', '1.68']

OPOSICOES ['1.00', '0.47', '0.52', '0.16', '1.00', '0.15']
INOVACOES ['0.00', '1.91', '1.91', '0.57', '1.95', '1.63']
DIALETICAS ['1.07', '1.48', '1.09', '0.34', '1.57']

OPOSICOES ['1.00', '0.49', '0.53', '0.13', '0.97', '0.69']
INOVACOES ['0.00', '1.96', '1.87', '0.52', '1.88', '2.17']
DIALETICAS ['0.92', '1.51', '1.18', '0.19', '1.85']

OPOSICOES ['1.00', '0.49', '0.58', '0.13', '0.64', '-0.20']
INOVACOES ['0.00', '2.12', '1.98', '0.56', '1.51', '1.80']
DIALETICAS ['1.04', '1.24', '1.39', '0.64', '2.59']

200 gerações:

OPOSICOES ['1.00', '0.38', '0.57', '0.03', '0.01', '0.12']
INOVACOES ['0.00', '2.63', '2.30', '0.82', '0.16', '0.62']
DIALETICAS ['2.50', '0.33', '1.59', '0.41', '0.14']

OPOSICOES ['1.00', '0.37', '0.52', '0.01', '0.11', '0.35']
INOVACOES ['0.00', '2.64', '2.12', '0.65', '1.13', '1.56']
DIALETICAS ['2.53', '0.47', '1.77', '1.24', '1.25']

OPOSICOES ['1.00', '0.37', '0.54', '-0.03', '-0.15', '0.37']
INOVACOES ['0.00', '2.54', '2.00', '0.65', '1.21', '1.43']
DIALETICAS ['2.42', '0.42', '1.85', '0.39', '0.80']

OPOSICOES ['1.00', '0.38', '0.54', '-0.04', '-0.13', '0.38']
INOVACOES ['0.00', '2.55', '2.02', '0.21', '1.52', '1.35']
DIALETICAS ['2.42', '0.35', '1.90', '0.35', '1.24']

OPOSICOES ['1.00', '0.37', '0.55', '0.19', '0.16', '0.35']
INOVACOES ['0.00', '2.51', '2.05', '1.45', '1.90', '1.42']
DIALETICAS ['2.40', '0.51', '1.81', '0.52', '0.04']

Teste 3B:

Fitness: Média entre os correlações com P1 e P2

100 gerações:

OPOSICOES ['1.00', '0.55', '0.00', '-0.10', '0.35', '0.56']

INOVACOES ['0.00', '2.17', '0.00', '1.20', '2.18', '2.16']

DIALETICAS ['0.64', '2.08', '0.0', '0.16', '0.80']

OPOSICOES ['1.00', '0.57', '0.00', '-0.02', '0.34', '0.77']

INOVACOES ['0.0', '2.27', '0.00', '1.29', '1.96', '2.04']

DIALETICAS ['0.57', '2.17', '0.0', '0.16', '1.76']

OPOSICOES ['1.00', '0.55', '0.17', '0.45', '0.24', '0.69']

INOVACOES ['0.00', '2.16', '2.26', '2.01', '1.81', '1.48']

DIALETICAS ['0.64', '3.07', '1.59', '2.09', '1.31']

OPOSICOES ['1.00', '0.53', '0.25', '0.00', '0.48', '0.14']

INOVACOES ['0.00', '2.08', '1.97', '1.29', '2.14', '0.67']

DIALETICAS ['0.66', '2.86', '0.87', '1.74', '1.01']

OPOSICOES ['1.00', '0.57', '0.00', '-0.02', '0.34', '0.77']

INOVACOES ['0.0', '2.27', '0.00', '1.29', '1.96', '2.04']

DIALETICAS ['0.57', '2.17', '0.0', '0.16', '1.76']

200 gerações:

OPOSICOES ['1.00', '0.43', '0.00', '-0.12', '0.34', '1.00']

INOVACOES ['0.00', '2.39', '0.00', '0.86', '0.71', '2.08']

DIALETICAS ['1.83', '1.77', '0.0', '0.87', '2.67']

OPOSICOES ['1.00', '0.44', '0.00', '-0.12', '0.76', '0.25']

INOVACOES ['0.00', '2.29', '0.00', '0.70', '1.49', '2.26']

DIALETICAS ['1.71', '1.72', '0.0', '2.19', '0.73']

OPOSICOES ['1.00', '0.43', '0.00', '0.67', '0.13', '0.26']

INOVACOES ['0.00', '2.31', '0.00', '1.66', '2.03', '1.32']

DIALETICAS ['1.75', '1.93', '0.0', '0.74', '1.00']

OPOSICOES ['1.00', '0.45', '-0.19', '0.57', '0.14', '0.27']

INOVACOES ['0.00', '2.13', '1.14', '1.71', '2.09', '1.41']

DIALETICAS ['1.48', '2.03', '0.62', '0.61', '0.99']

OPOSICOES ['1.00', '0.44', '-0.19', '0.58', '0.20', '0.41']

INOVACOES ['0.00', '2.18', '1.13', '1.70', '2.22', '1.27']

DIALETICAS ['1.57', '2.05', '0.72', '0.46', '0.28']

Teste 3C:

Fitness: Dialética entre P1, P2 e o melhor indivíduo, no PCA

100 gerações:

OPOSICOES ['1.00', '0.79', '0.52', '0.27', '0.79', '0.33']

INOVACOES ['0.00', '3.24', '2.28', '0.97', '2.82', '1.95']

DIALETICAS ['1.55', '0.32', '1.38', '2.49', '0.30']

OPOSICOES ['1.00', '0.62', '0.53', '0.98', '0.58', '0.28']

INOVACOES ['0.00', '2.76', '1.78', '2.82', '2.06', '0.74']

DIALETICAS ['0.99', '0.23', '1.45', '1.35', '1.34']

OPOSICOES ['1.00', '0.72', '0.28', '0.14', '0.25', '0.41']

INOVACOES ['0.00', '2.45', '2.11', '2.20', '2.40', '1.29']

DIALETICAS ['0.35', '1.55', '0.09', '0.69', '0.98']

OPOSICOES ['1.00', '0.66', '0.52', '0.62', '0.54', '0.36']

INOVACOES ['0.00', '2.97', '1.93', '1.90', '2.78', '1.81']

DIALETICAS ['1.91', '0.12', '0.09', '0.97', '0.85']

OPOSICOES ['1.00', '0.69', '0.35', '-0.15', '0.13', '0.26']

INOVACOES ['0.00', '2.18', '1.73', '1.79', '1.70', '0.79']

DIALETICAS ['0.62', '1.88', '2.04', '1.04', '0.98']

200 gerações:

OPOSICOES ['1.00', '0.65', '0.43', '0.38', '0.50', '0.67']

INOVACOES ['0.00', '2.28', '3.80', '2.18', '2.18', '1.66']

DIALETICAS ['0.68', '2.10', '0.36', '2.00', '1.46']

OPOSICOES ['1.00', '0.80', '0.42', '0.09', '0.77', '0.52']

INOVACOES ['0.00', '3.00', '2.56', '1.69', '1.00', '2.58']

DIALETICAS ['1.15', '0.45', '0.63', '1.04', '0.93']

OPOSICOES ['1.00', '0.71', '0.22', '0.05', '0.41', '0.53']

INOVACOES ['0.00', '2.54', '2.61', '1.06', '1.36', '2.56']

DIALETICAS ['0.98', '2.06', '0.93', '0.40', '0.47']

OPOSICOES ['1.00', '0.73', '0.26', '0.67', '0.70', '-0.25']

INOVACOES ['0.00', '2.22', '0.79', '2.22', '2.12', '1.65']

DIALETICAS ['0.18', '1.46', '1.27', '1.50', '2.39']

OPOSICOES ['1.00', '0.62', '0.17', '0.50', '0.47', '0.13']

INOVACOES ['0.00', '1.73', '1.30', '2.62', '1.87', '2.28']

DIALETICAS ['0.45', '2.57', '1.28', '0.31', '0.22']

Teste 3D:

Fitness: Distância do melhor indivíduo ao ponto médio entre P1, P2, no PCA

100 gerações:

OPOSICOES ['1.00', '0.54', '0.29', '0.50', '0.09', '0.28']

INOVACOES ['0.00', '1.77', '1.95', '1.85', '2.87', '1.88']

DIALETICAS ['0.48', '0.63', '0.76', '1.81', '0.60']

OPOSICOES ['1.00', '0.52', '-0.04', '0.28', '0.68', '-0.10']

INOVACOES ['0.00', '2.29', '0.65', '1.22', '1.48', '2.88']

DIALETICAS ['1.13', '2.03', '0.52', '0.99', '2.35']

OPOSICOES ['1.00', '0.55', '0.49', '0.61', '0.48', '-0.53']

INOVACOES ['0.00', '2.17', '2.66', '1.50', '1.45', '1.99']

DIALETICAS ['0.88', '1.67', '2.03', '0.16', '2.95']

OPOSICOES ['1.00', '0.49', '0.09', '0.63', '0.13', '0.65']

INOVACOES ['0.00', '2.15', '1.54', '3.07', '0.81', '1.32']

DIALETICAS ['1.29', '2.16', '1.09', '1.22', '2.06']

OPOSICOES ['1.00', '0.59', '0.57', '0.51', '0.72', '0.43']

INOVACOES ['0.00', '2.41', '3.27', '1.54', '1.56', '1.30']

DIALETICAS ['0.80', '1.04', '1.26', '0.47', '0.21']

200 gerações:

OPOSICOES ['1.00', '0.63', '-0.03', '0.69', '0.51', '0.94']

INOVACOES ['0.00', '1.94', '1.13', '3.20', '1.04', '2.11']

DIALETICAS ['0.08', '2.02', '0.86', '1.04', '0.51']

OPOSICOES ['1.00', '0.61', '0.64', '0.73', '0.48', '0.48']

INOVACOES ['0.00', '3.00', '1.53', '2.34', '3.28', '1.41']

DIALETICAS ['1.80', '1.00', '0.88', '1.21', '0.20']

OPOSICOES ['1.00', '0.66', '0.13', '0.40', '0.54', '0.73']

INOVACOES ['0.00', '2.43', '2.37', '2.38', '1.90', '1.31']

DIALETICAS ['0.52', '1.93', '1.12', '1.44', '0.14']

OPOSICOES ['1.00', '0.55', '0.78', '0.48', '0.35', '0.54']

INOVACOES ['0.00', '1.87', '3.57', '1.15', '1.10', '2.09']

DIALETICAS ['0.49', '1.51', '1.31', '2.50', '1.66']

OPOSICOES ['1.00', '0.54', '0.68', '0.35', '0.54', '0.50']

INOVACOES ['0.00', '1.65', '2.93', '2.99', '1.65', '0.86']

DIALETICAS ['0.33', '1.68', '0.35', '0.53', '0.26']

Teste 4A:

PCA: [MelhoreS indivíduos ordenados do melhor para pior].

Métricas: Calculadas da mesma forma que o 'metrics' (série temporal)

Fitness: Max. entre as correlações com P1 e P2

100 gerações:

OPOSICOES ['1.00', '0.95', '0.33', '0.34', '0.68', '0.78']

INOVACOES ['0.00', '1.98', '2.09', '1.45', '2.70', '2.70']

DIALETICAS ['0.71', '1.26', '1.64', '1.33', '2.96']

OPOSICOES ['1.00', '0.97', '0.58', '0.53', '0.81', '0.49']

INOVACOES ['0.0', '1.63', '1.46', '2.37', '3.59', '2.10']

DIALETICAS ['1.31', '0.70', '2.43', '2.43', '1.15']

OPOSICOES ['1.00', '0.13', '0.91', '0.21', '0.66', '0.34']

INOVACOES ['0.00', '0.76', '1.40', '2.33', '3.35', '3.32']

DIALETICAS ['1.59', '0.68', '1.99', '2.35', '0.14']

OPOSICOES ['1.00', '0.23', '0.91', '0.57', '0.65', '0.53']

INOVACOES ['0.00', '1.03', '1.62', '2.70', '2.60', '3.67']

DIALETICAS ['1.51', '1.16', '0.26', '1.79', '0.94']

OPOSICOES ['1.00', '0.13', '0.70', '0.02', '0.06', '0.66']

INOVACOES ['0.00', '1.08', '1.80', '1.65', '1.79', '3.40']

DIALETICAS ['2.25', '1.06', '2.15', '0.19', '0.28']

200 gerações:

OPOSICOES ['1.00', '0.17', '-0.02', '0.21', '-0.04', '0.41']

INOVACOES ['0.00', '1.56', '0.27', '1.49', '1.36', '2.59']

DIALETICAS ['2.84', '0.90', '0.50', '0.90', '1.16']

OPOSICOES ['1.00', '0.04', '0.02', '0.54', '-0.02', '0.29']

INOVACOES ['0.00', '0.93', '1.77', '1.91', '0.30', '1.66']

DIALETICAS ['3.26', '1.60', '1.76', '1.60', '0.64']

OPOSICOES ['1.00', '0.01', '0.45', '0.44', '0.34', '-0.02']

INOVACOES ['0.00', '0.99', '2.49', '2.44', '0.90', '0.26']

DIALETICAS ['3.42', '0.74', '0.47', '0.12', '0.76']

OPOSICOES ['1.00', '-0.09', '0.36', '0.46', '0.33', '0.44']

INOVACOES ['0.00', '0.52', '2.39', '2.26', '0.87', '1.82']

DIALETICAS ['3.57', '0.22', '1.12', '0.00', '0.03']

OPOSICOES ['1.00', '0.25', '0.48', '0.44', '0.27', '0.69']

INOVACOES ['0.00', '1.92', '2.11', '1.99', '1.44', '2.70']

DIALETICAS ['2.52', '0.60', '0.19', '0.83', '0.49']

Teste 4B:

Fitness: Média entre os correlações com P1 e P2

100 gerações:

OPOSICOES ['0.0', '1.50', '0.75', '0.64', '0.66', '0.44']
INOVACOES ['0.0', '0.00', '1.76', '3.53', '2.50', '3.27']
DIALETICAS ['0.0', '1.17', '1.83', '1.33', '0.51']

OPOSICOES ['0.0', '1.50', '0.77', '0.75', '0.14', '0.63']
INOVACOES ['0.0', '0.00', '1.79', '2.63', '3.26', '2.76']
DIALETICAS ['0.0', '1.27', '0.38', '1.83', '2.36']

OPOSICOES ['1.00', '0.91', '0.62', '0.67', '0.19', '0.67']
INOVACOES ['0.00', '1.18', '2.34', '1.99', '3.20', '2.53']
DIALETICAS ['1.97', '1.05', '0.60', '1.63', '2.25']

OPOSICOES ['1.00', '0.80', '0.81', '0.37', '0.72', '0.48']
INOVACOES ['0.00', '2.49', '2.64', '1.00', '2.72', '2.72']
DIALETICAS ['2.37', '1.97', '0.99', '2.71', '0.21']

OPOSICOES ['0.0', '1.50', '0.78', '0.64', '0.07', '0.39']
INOVACOES ['0.0', '0.00', '1.63', '2.19', '2.73', '3.41']
DIALETICAS ['0.0', '1.19', '0.71', '1.73', '0.90']

200 gerações:

OPOSICOES ['0.0', '1.50', '0.76', '0.48', '0.43', '0.04']
INOVACOES ['0.0', '0.00', '1.87', '3.39', '3.34', '1.39']
DIALETICAS ['0.0', '0.35', '1.37', '0.05', '2.47']

OPOSICOES ['0.0', '1.50', '0.92', '0.42', '0.11', '-0.01']
INOVACOES ['0.0', '0.00', '2.78', '3.23', '1.62', '0.49']
DIALETICAS ['0.0', '0.60', '0.24', '2.30', '0.51']

OPOSICOES ['0.0', '1.50', '0.34', '0.10', '0.00', '0.76']
INOVACOES ['0.0', '0.00', '3.64', '1.79', '0.48', '3.13']
DIALETICAS ['0.0', '2.16', '2.14', '0.58', '1.35']

OPOSICOES ['1.00', '0.99', '0.47', '0.20', '0.02', '0.25']
INOVACOES ['0.00', '2.13', '2.95', '1.96', '0.53', '1.51']
DIALETICAS ['0.61', '0.37', '2.17', '0.65', '0.30']

OPOSICOES ['1.00', '1.03', '0.47', '0.46', '0.22', '0.00']
INOVACOES ['0.00', '2.02', '2.88', '2.50', '1.47', '1.59']
DIALETICAS ['0.51', '0.35', '0.43', '0.17', '1.53']

Teste 4C:

Fitness: Dialética entre P1, P2 e o melhor indivíduo, no PCA

100 gerações:

OPOSICOES ['1.00', '0.32', '0.85', '0.43', '-0.01', '0.13']

INOVACOES ['0.00', '1.50', '2.82', '2.29', '0.40', '2.48']

DIALETICAS ['1.83', '2.43', '0.42', '1.76', '0.85']

OPOSICOES ['1.00', '0.90', '0.63', '0.45', '-0.02', '1.21']

INOVACOES ['0.00', '1.94', '2.10', '1.00', '1.53', '2.38']

DIALETICAS ['2.25', '0.38', '0.92', '0.88', '4.17']

OPOSICOES ['1.00', '0.88', '0.71', '0.76', '0.25', '0.70']

INOVACOES ['0.00', '1.64', '2.42', '1.20', '2.87', '2.98']

DIALETICAS ['0.57', '0.13', '2.37', '2.37', '1.63']

OPOSICOES ['1.00', '0.65', '0.67', '0.52', '0.39', '0.33']

INOVACOES ['0.00', '2.18', '2.97', '2.72', '1.85', '1.95']

DIALETICAS ['0.68', '1.42', '0.71', '1.46', '2.39']

OPOSICOES ['1.00', '0.76', '0.42', '0.41', '0.58', '0.49']

INOVACOES ['0.00', '1.75', '3.78', '1.50', '2.15', '2.46']

DIALETICAS ['0.34', '4.50', '0.01', '0.40', '0.47']

200 gerações:

OPOSICOES ['1.00', '0.59', '0.90', '0.66', '0.89', '0.49']

INOVACOES ['0.00', '1.73', '3.07', '1.44', '2.00', '2.64']

DIALETICAS ['0.16', '2.94', '2.48', '1.73', '0.33']

OPOSICOES ['1.00', '0.54', '1.36', '0.33', '0.50', '0.68']

INOVACOES ['0.00', '1.11', '1.48', '2.45', '2.21', '2.38']

DIALETICAS ['0.34', '3.96', '0.97', '3.03', '0.53']

OPOSICOES ['1.00', '0.32', '0.93', '0.97', '0.21', '0.26']

INOVACOES ['0.00', '0.93', '0.61', '2.99', '2.88', '3.57']

DIALETICAS ['1.13', '0.98', '0.20', '1.67', '1.22']

OPOSICOES ['1.00', '0.80', '0.96', '-0.02', '0.75', '0.36']

INOVACOES ['0.00', '0.85', '1.97', '2.26', '1.79', '2.40']

DIALETICAS ['1.81', '1.41', '2.34', '2.73', '1.95']

OPOSICOES ['1.00', '1.11', '0.65', '0.46', '0.46', '0.66']

INOVACOES ['0.00', '1.77', '1.58', '2.85', '3.14', '2.49']

DIALETICAS ['0.20', '0.98', '0.68', '0.10', '2.13']

Teste 4D:

Fitness: Distância do melhor indivíduo ao ponto médio entre P1, P2, no PCA

100 gerações:

OPOSICOES ['1.00', '0.85', '0.43', '0.41', '0.72', '0.56']

INOVACOES ['0.00', '1.55', '2.82', '1.96', '3.28', '1.52']

DIALETICAS ['1.66', '1.49', '0.64', '0.97', '1.83']

OPOSICOES ['1.00', '0.87', '0.94', '0.66', '0.66', '0.41']

INOVACOES ['0.00', '0.66', '1.51', '2.67', '4.02', '2.52']

DIALETICAS ['1.32', '0.58', '0.80', '1.65', '0.47']

OPOSICOES ['1.00', '0.86', '0.59', '0.70', '0.58', '0.64']

INOVACOES ['0.00', '0.75', '1.64', '3.37', '2.13', '3.50']

DIALETICAS ['2.20', '0.40', '3.28', '1.47', '3.19']

OPOSICOES ['1.00', '1.12', '0.34', '0.88', '0.11', '0.60']

INOVACOES ['0.00', '2.22', '1.32', '1.00', '3.76', '1.98']

DIALETICAS ['1.16', '0.80', '1.81', '2.58', '2.49']

OPOSICOES ['1.00', '0.84', '0.54', '0.77', '1.25', '0.68']

INOVACOES ['0.00', '0.89', '1.23', '1.26', '2.03', '3.40']

DIALETICAS ['2.28', '0.36', '0.37', '1.59', '1.94']

200 gerações:

OPOSICOES ['1.00', '0.97', '0.52', '0.79', '0.67', '0.71']

INOVACOES ['0.00', '2.77', '1.53', '2.20', '1.91', '2.55']

DIALETICAS ['1.13', '0.47', '0.73', '1.57', '1.67']

OPOSICOES ['1.00', '0.76', '0.77', '0.56', '1.08', '0.37']

INOVACOES ['0.00', '1.30', '2.67', '1.79', '2.05', '1.31']

DIALETICAS ['2.26', '0.76', '0.38', '0.75', '0.40']

OPOSICOES ['1.00', '0.92', '0.62', '1.38', '0.38', '0.76']

INOVACOES ['0.00', '1.68', '0.73', '1.69', '1.93', '2.44']

DIALETICAS ['1.96', '0.88', '1.29', '0.59', '0.10']

OPOSICOES ['1.00', '0.70', '0.63', '0.23', '0.43', '1.09']

INOVACOES ['0.00', '0.84', '1.64', '2.94', '1.17', '3.56']

DIALETICAS ['1.92', '1.76', '1.79', '0.48', '4.04']

OPOSICOES ['1.00', '0.81', '0.76', '0.38', '0.57', '0.59']

INOVACOES ['0.00', '2.25', '1.88', '1.99', '2.37', '3.41']

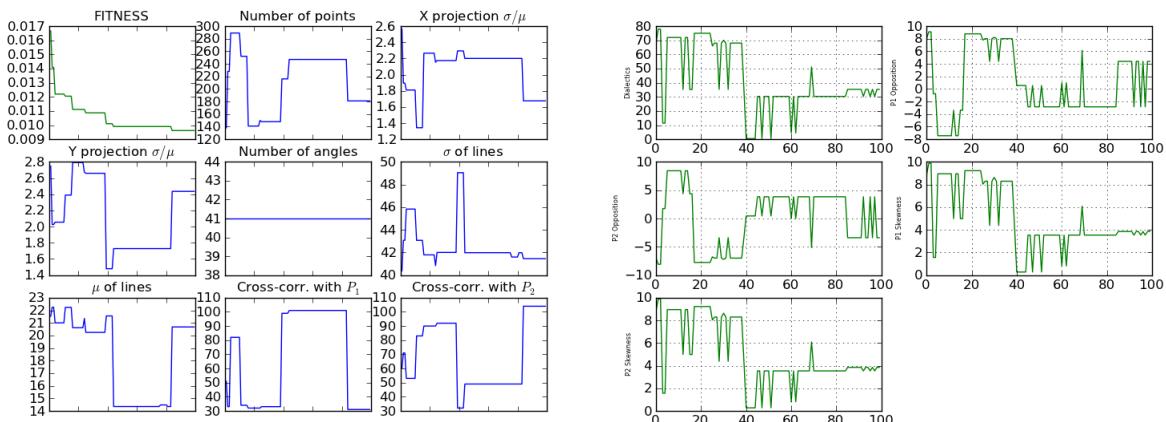
DIALETICAS ['0.94', '0.56', '0.97', '0.86', '0.61']

Teste 5A:

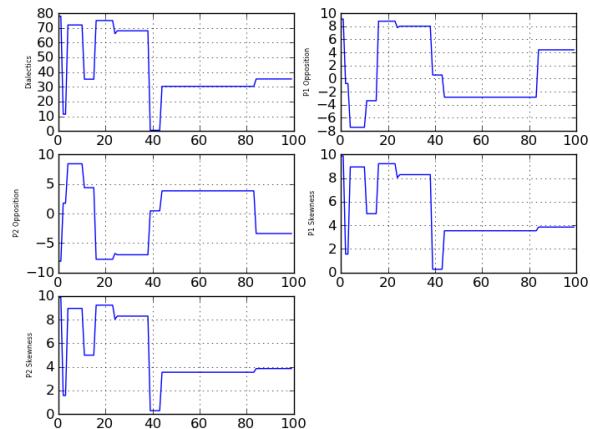
PCA: não há.

Métricas: Calculadas a partir do vetor de características de P_1 , P_2 e todos os indivíduos.

Fitness: Max. entre as correlações com P_1 e P_2



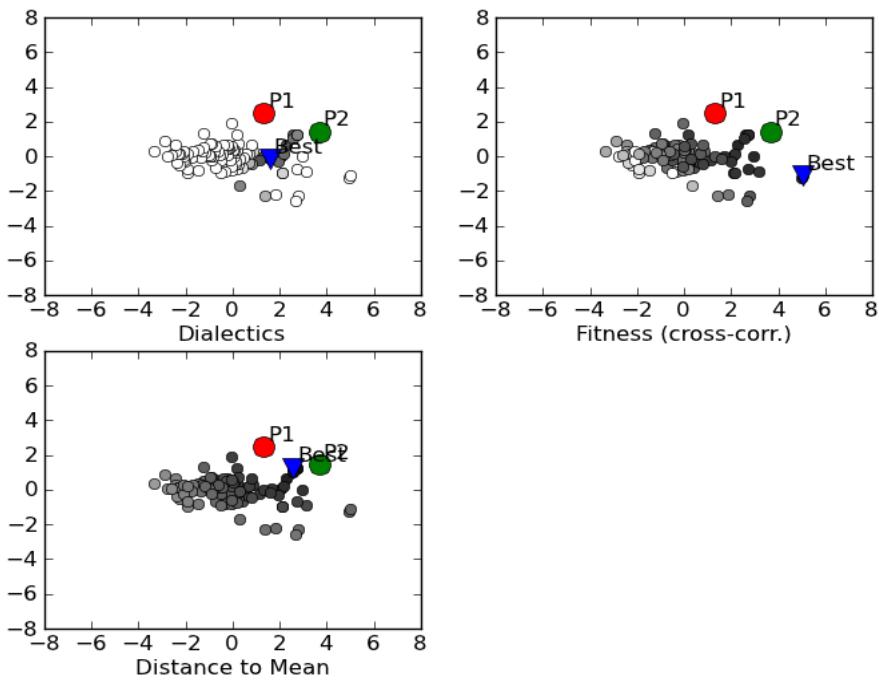
Métricas: Calculadas a partir do vetor de características de P_1 , P_2 e melhores 5 indivíduos.

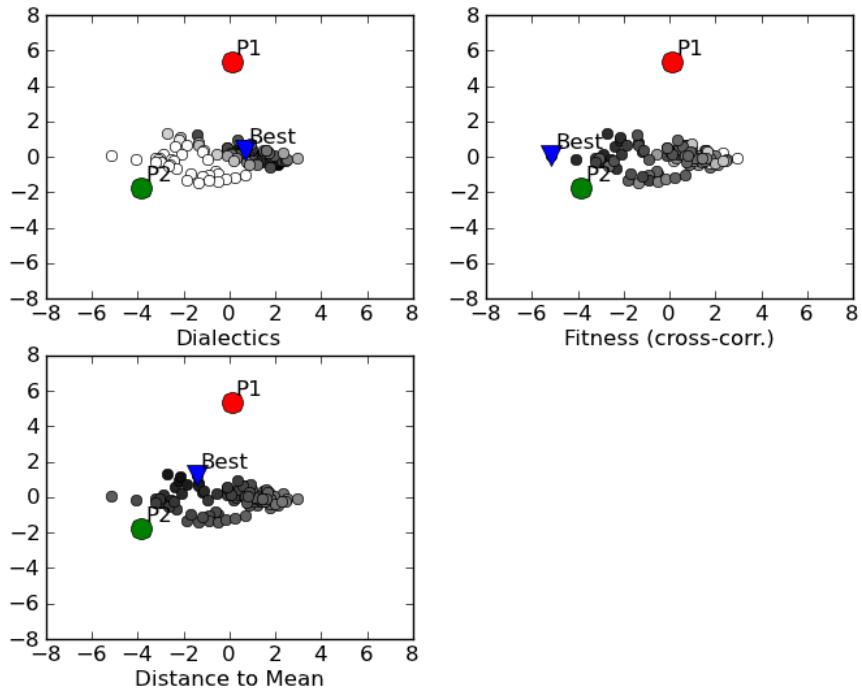
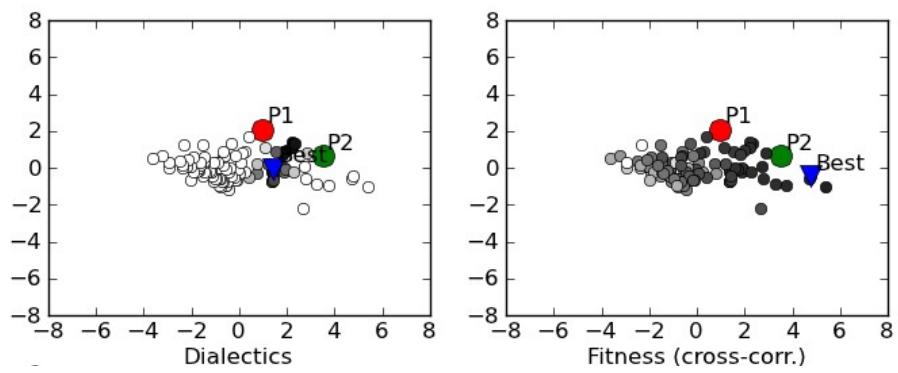
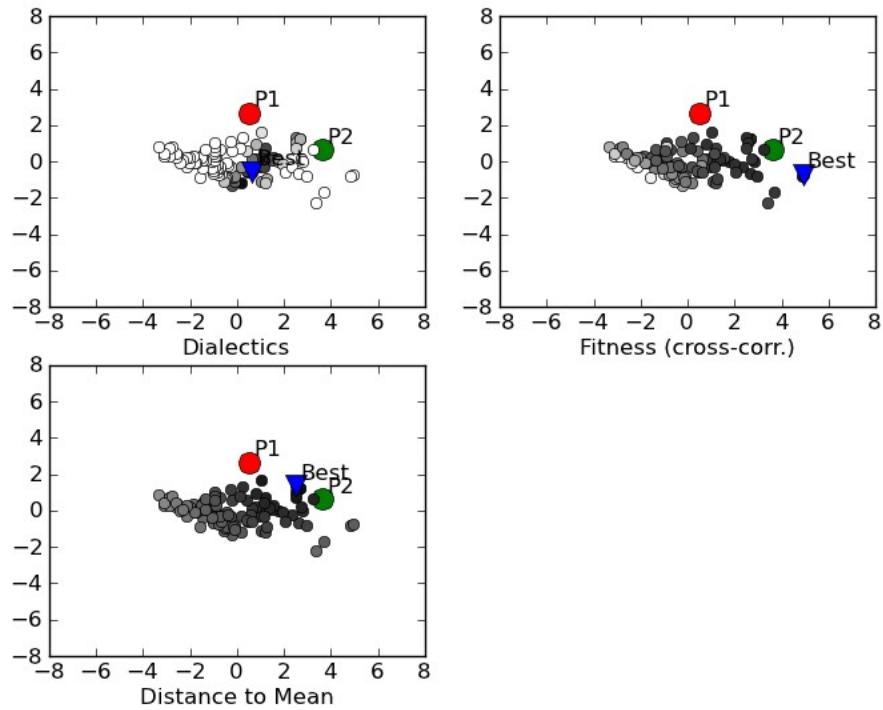


Caso 3

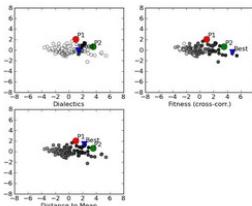
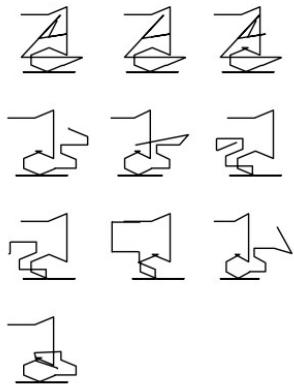
Hipótese: A dialética não é suficiente para cálculo do fitness pois os melhores indivíduos têm como tendência estarem próximos aos protótipos. Isso não é levado em conta pela dialética. Porém, se considerarmos a distância ao ponto médio entre os protótipos, há uma aproximação interessante do fitness.

Testes: Realizei a evolução de 200 gerações, tomando como fitness a correlação cruzada (como de costume) e comparando os gráficos de PCA onde são mostrados o melhor indivíduo calculado pela: dialética, pela correlação (próprio fitness) e distância ao ponto médio entre os protótipos. Seguem alguns destes gráficos:

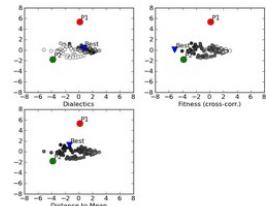
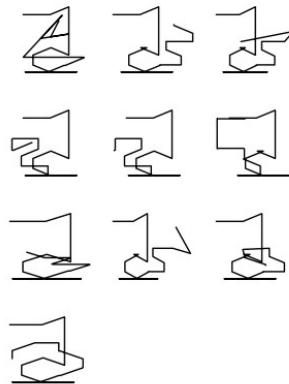




199



200



Observações

Teste1A, 2A, 3A, 4A estão em teste1a.py (alterando-se a quantidade max. De gerações) e resultados nos diretórios teste1a_1 (100 gerações) e teste1a_2 (200 gerações).

Questões

- Pelo que eu entendi, as métricas de oposição, inovação e dialética são calculadas após a projeção PCA. Você já experimentou calcular antes da projeção (no espaço original)?
 - *Ainda não, mas realmente é um teste interessante, irei fazê-lo*
- Não ficou muito clara a explicação dos vários 1/5 da elite. Eu entendi que você separou 10% como elite, e desses 10% você separou em quintos. Digamos, com 100 indivíduos, a elite seriam 10 indivíduos, que seriam divididos em grupos de 2. Mas aí parece que o 1/5 melhor é usado várias vezes. É isso mesmo? No exemplo de 100 indivíduos, os 2 melhores são copiados, os mesmo 2 são cruzados com plebe, os mesmos 2 são cruzados com outros da elite. Onde são aplicadas a mutação e inversão? Em outros elementos quaisquer da elite?
 - *Isso, os mesmos 2 indivíduos são copiados, cruzados com plebe e cruzados com outros da elite. Pensamos em proceder dessa forma para além de garantir os melhores indivíduos, também tentar um pouco de diversidade na elite, garantindo que “genes” dos melhores estivessem combinados com genes de outros da elite e também da “plebe”.*
 - *A mutação e inversão são aplicadas dessa forma: escolhemos um indivíduo qualquer da elite e geramos um novo indivíduo mutado/invertido, que é então adicionado à pop. É uma operação que não modifica o indivíduo original, mas cria outro, como o operador de crossover. Atualizei o texto acima tentando deixar mais claro.*
- Nas operações da plebe, como é formada a plebe nova? Todos sofrem cruzamento e depois mutação e inversão com as probabilidades corretas? Quantos indivíduos novos são criados?
 - *São criados um número de indivíduos equivalente ao complemento da taxa de elite, ou seja, se temos 10% para a elite, 90% será plebe.*
 - *A plebe é criada da seguinte forma: tomam-se 2 indivíduos da plebe antiga, cruzamos, aplicamos mutação e inversão com uma dada probabilidade, e adicionamos esse novo indivíduo à plebe. Os 2 pais são descartados da plebe antiga, então não mais os escolheremos. Isso leva a um problema: não temos certeza de que*

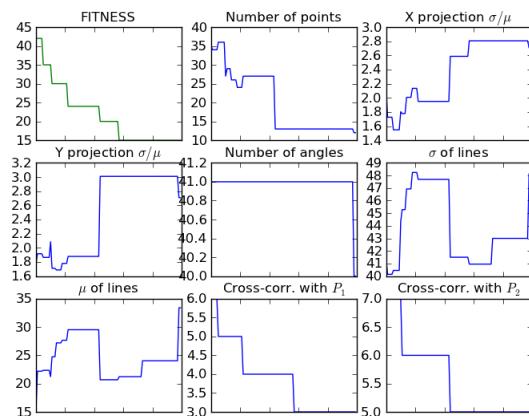
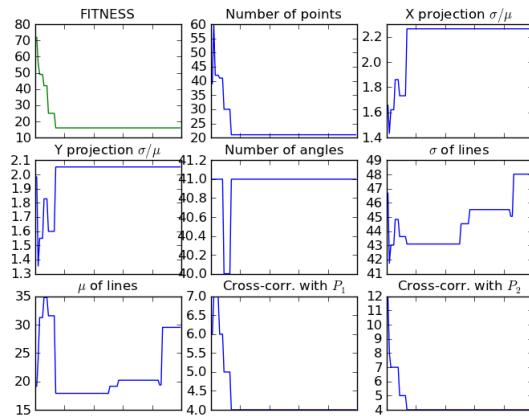
haverá pais suficientes (chega um momento que esvaziamos a plebe antiga), e é por isso que geramos indivíduos aleatórios para complementar a nova plebe.

- Quando você fala que os indivíduos são gerados com uma probabilidade para cada protótipo, com funciona isso? É apenas na geração da população individual e dos novos indivíduos aleatórios? E como é usada a probabilidade? Gene a gene ou apenas na escolha do ponto de quebra entre os dois protótipos?
 - *Exato, apenas na criação de um novo indivíduo e na população inicial, que é constituída integralmente de novos indivíduos*
 - *O processo para criar um novo indivíduo é:*
 - *Gera-se uma lista de probabilidades, nesse caso, todas equivalentes a P*
 - *Para cada gene do DNA, jogamos uma moeda*
 - *Se moeda < P: tomamos o gene correspondente de P1*
 - *Se moeda >= P: tomamos o gene correspondente de P2*
- Nos gráficos, os eixos horizontais (que vão de 0 a 100 ou de 0 a 200) são as gerações?
 - *Exato, ocultei eles pois estavam atrapalhando na visualização, mas acabei comprometendo ainda mais ela ao fazer isso :-)*
- Nos resultados 3 e 4 do caso 2, não é claro para mim o que se conclui dos números (nem mesmo do que são os números). Quais são cada um dos números e porque você fez esse estudo?
 - *Os números são os valores das métricas de oposição, inovação e dialética aplicados ao PCA dos indivíduos de uma mesma geração. Eles mostram valores para as últimas 5 gerações*
 - *O objetivo foi tentar reconhecer alguma relação entre as métricas de geração em geração*
 - *Também não consegui inferir conclusões analisando as métricas, por isso apenas as mostrei, quem sabe os professores poderiam notar alguma relação. Renato sugeriu fazermos esses testes, e ainda não encontrei com ele para avaliarmos juntos.*
- No caso 3, seria interessante colocar o desenho dos melhores indivíduos de acordo com cada critério.
 - *É verdade, farei isso. O último gráfico mostra indivíduos evoluindo segundo a distância ao ponto médio entre os protótipos. Farei para os demais casos. O que posso adiantar, é que para a dialética não há preservação dos melhores indivíduos, a elite é bastante instável. E para a correlação como fitness, aí sim, são os casos que tivemos até agora, elite estável.*

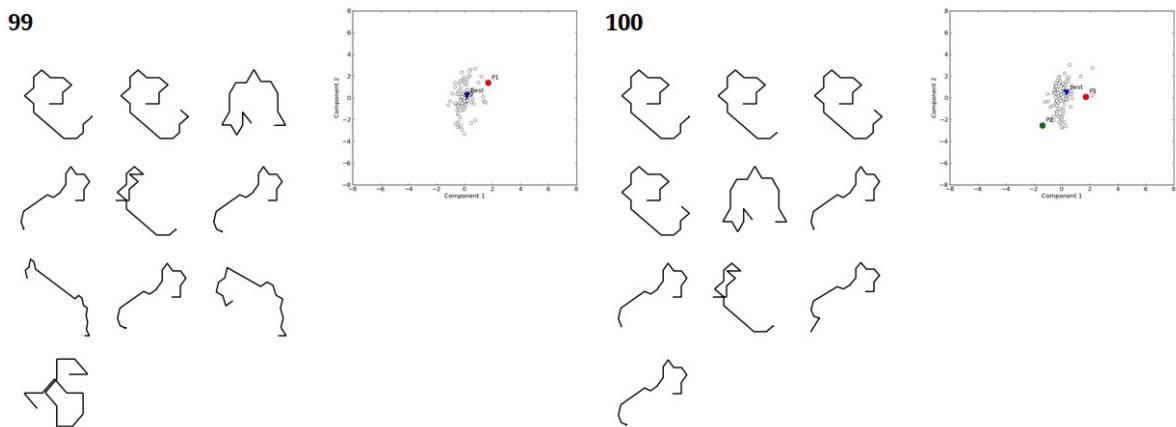
Teste 1D (teste1a_d.py)

A função de fitness considerada até então levava em conta ou a média ou o máximo valor entre dois protótipos. Porém, quando consideramos o máximo valor, estamos descartando por completo o valor de fitness do protótipo de menor fitness. Como uma forma de considerar ambos valores, usamos a multiplicação das correlações cruzadas como fitness: $Cm \times CM$.

A curva de fitness parece agora manter uma maior igualdade de escolha entre os dois protótipos (teste1a_d_01, teste1a_d_02):



Os desenhos parecem estar combinando melhor as características de cara protótipo:



Questões

- Como combinar o vetor de características na função de fitness? Pois por enquanto usamos apenas a correlação cruzada.
- Como utilizar a dialética, oposição e inovação para validação?

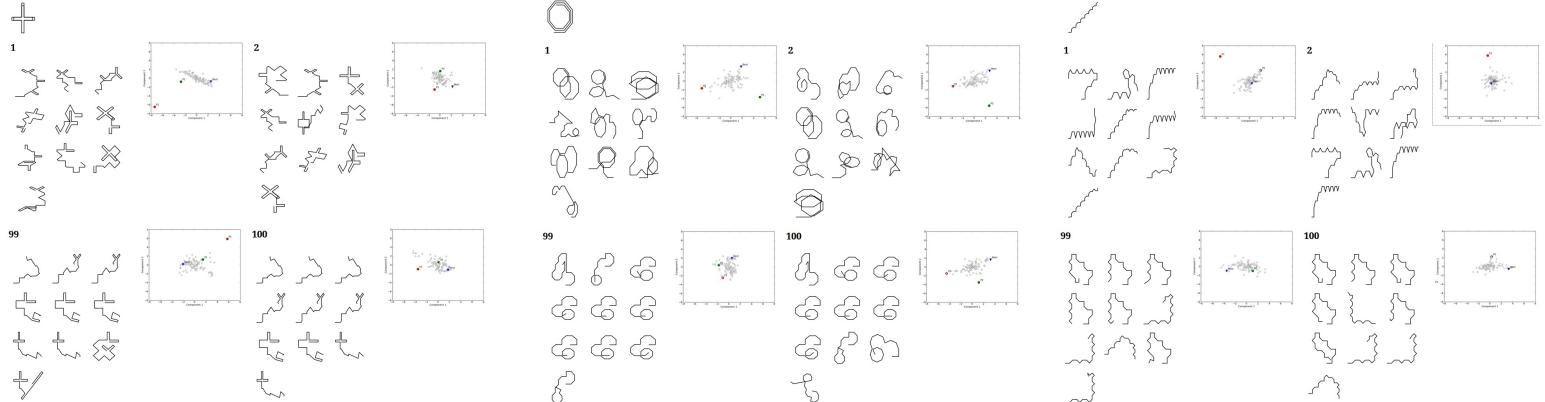
Próximos passos

- Considerar N protótipos **FEITO**
 - Como distribuir as probabilidades? Distribuir pesos para validação?
 - Probabilidades todas equivalentes a 0.5 na criação, no fitness, todas com alpha = 1.0 (expoente alpha em cada valor de correlação)
 - Validando os protótipos na criação e cálculo de fitness
- Figuras maiores e mais complexas (mais comandos LOGO)
 - Métricas menos custosas do que correlação cruzada?
- Adicionar passo interativo (gosto do usuário)
 - Como adicionar essa nota (do usuário) ao fitness? Através de pesos?

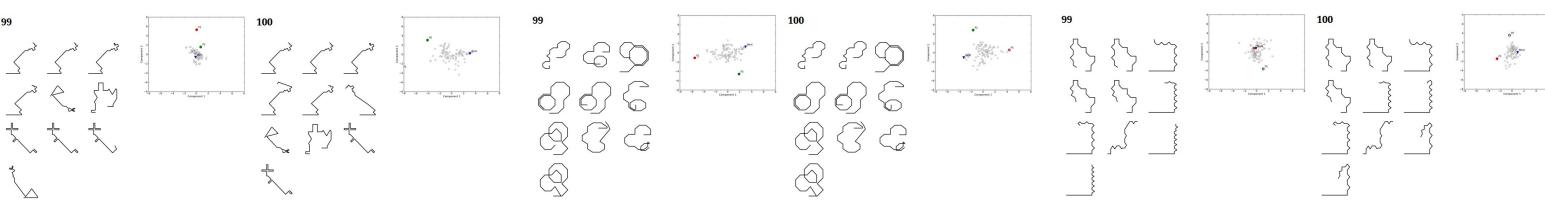
Validando os N protótipos

Precisamos validar de duas formas: 1) forçando uma probabilidade maior para seleção de genes do protótipo que se quer forçar a escolha. Esperamos com isso que as primeiras gerações apresentem indivíduos com tal tendência. 2) aumentando um fator alpha no termo da multiplicatória de valores de fitness.

Procedemos com o primeiro caso. Evoluímos indivíduos com genes tendendo a 3 protótipos diferentes. Apresentamos as duas primeiras e as duas últimas gerações:



Para o segundo caso:



Conclusões:

- as primeiras gerações são muito relevantes para toda a evolução
- a fitness utilizada atualmente parece ser realmente interessante como combinação dos valores de correlação-cruzada das imagens
- os desenhos preservam tendências mas também apresentam características dos demais protótipos