

4

Desenvolvimento e análise dos resultados

Neste capítulo são apresentadas as propriedades estatísticas dos diferentes índices utilizados, além do CDI, Ibovespa e Dólar. São conduzidos também testes estatísticos para verificação das condições de normalidade e comparação das rentabilidades dos diferentes índices.

Além disso, foram realizados cálculos para verificar as condições de liquidez de cada uma das estratégias, aqui relacionadas aos coeficientes de autocorrelação dos retornos. Em função das autocorrelações encontradas foram definidos níveis de baixa, média e alta liquidez para portfólios.

Também foram construídas três fronteiras eficientes formadas pelos índices de *hedge funds*:

- a) Fronteira Sem Limites: Nessa fronteira não foi definido nenhum limite no parâmetro liquidez do portfólio;
- b) Fronteira de Liquidez Alta: Nessa fronteira foi utilizado um limitador do parâmetro liquidez para garantir que só fossem selecionados portfólios com alta liquidez;
- c) Fronteira Liquidez Média: Nessa fronteira o limitador de liquidez foi um pouco relaxado para permitir selecionar portfólios com liquidez média.

As composições dos portfólios com Sharpe Ótimo para as diferentes fronteiras criadas foram comparadas. Finalmente, é usado um exemplo para ilustrar a utilização da metodologia desenvolvida.

4.1.

Propriedades dos índices

A partir das cotas coletadas foram calculados os retornos exponenciais mensais dos diversos índices estudados. O motivo de usar dados mensais é facilitar a comparação dos números do mercado brasileiro com o mercado internacional. A tabela abaixo resume suas principais características:

Tabela 5 – Dados Estatísticos Mensais dos Índices Arsenal

	Índice Arsenal Composto	Índice Arsenal Arbitragem	Índice Arsenal Equity Hedge	Índice Arsenal Macro	Índice Arsenal Trading
Média Anualizada	18,20 %	17,54 %	17,45 %	18,46 %	17,34%
Média	1,52%	1,46%	1,45%	1,54%	1,45%
Mediana	1,58%	1,47%	1,63%	1,62%	1,44%
Variância	3,86E-05	1,97E-05	1,01E-04	5,85E-05	3,08E-05
Desvio Padrão Anualizado	2,14%	1,53%	3,46%	2,63%	1,91 %
Desvio Padrão	0,62%	0,44%	1,01%	0,77%	0,56%
Mínimo	-0,13%	0,61%	-2,02%	-0,55%	-0,03%
Máximo	3,07%	2,48%	3,25%	3,49%	2,85%
Intervalo de Dados	3,20%	1,87%	5,27%	4,04%	2,88%
Assimetria	-0,50	0,38	-1,05	-0,60	-0,20
Excesso de Curtose	0,99	-0,52	1,78	1,11	0,39

Fonte: Dados Arsenal e cálculos SPSS 13.0

Em seguida, calculamos os mesmos parâmetros para o CDI, Dólar e Ibovespa. Abaixo a tabela com essas informações:

Tabela 6 – Dados Estatísticos Mensais dos Índices de Mercado

	CDI	Ibovespa	Dólar
Média Anualizada	15,94%	27,98%	-5,08%
Média	1,33%	2,33%	-0,42%
Mediana	1,32%	2,68%	-1,02%
Variância	8,88E-06	4,95E-03	3,52E-03
Desvio Padrão Anualizado	1,02%	24,19%	20,39%
Desvio Padrão	0,30%	7,03%	5,93%
Mínimo	0,80%	-18,58%	-14,87%
Máximo	2,05%	16,48%	25,36%
Intervalo de Dados	1,26%	35,06%	40,23%
Assimetria	0,34	-0,62	1,65
Excesso de Curtose	-0,41	0,56	6,61

Fonte: Dados Quantum Axis e cálculos SPSS 13.0

Pode-se observar que a média dos retornos mensais anualizados de todos os índices Arsenal foram superiores à média do CDI do período. Outra característica marcante é a proximidade das médias: o índice com menor média, Arsenal *Trading*, está distante apenas 1,12% do índice de maior média, o

Arsenal Macro com 18,46%. Chama a atenção também a proximidade dos índices ao CDI, medida que é ainda imposta como *benchmark* pela indústria dos multimercados brasileiros.

Analisando o desvio-padrão anualizado observamos que nem sempre a relação risco (medido pela volatilidade) x retorno está justificada. O índice Arsenal *Equity Hedge* apresenta o maior risco entre os índices e apresenta o segundo pior retorno. Esse risco era esperado visto que é a estratégia com maior exposição ao mercado acionário. Ainda assim é um risco reduzido quando comparado à volatilidade do índice Ibovespa de 24,2% ao ano.

Aparentemente a distribuição de retornos dos índices brasileiros também apresenta as mesmas características de diversos índices de *hedge funds* estudados por Brooks e Kat (2001). Dos cinco índices quatro apresentam assimetria negativa. Isso indica que apresentam uma cauda mais alongada na esquerda, o que representa retornos negativos maiores do que esperado para uma distribuição normal. O índice Arsenal Arbitragem é o único que foge a esta característica e apresenta uma assimetria positiva.

Já em relação a curtose, pode-se observar que os índices brasileiros também possuem a chamada “cauda gorda” com um número maior de observações ao redor da média e maior probabilidade de observações com valores extremos. Novamente, o índice Arsenal Arbitragem é a exceção. Na próxima seção serão feitos testes para verificar condições de normalidade e comparação entre as distribuições.

4.2. Comparação dos índices

Nessa seção as distribuições dos retornos dos índices serão testadas para verificar se é possível afirmar que não são iguais. Para definir o teste a ser usado inicialmente é necessário realizar um teste de normalidade. Para isso, será usado o teste Kolmogorov-Smirnov. A tabela abaixo mostra o resultado do teste para a distribuição de retornos mensais dos índices.

Tabela 7 – Resultados Teste Normalidade para Dados Mensais

Teste de Normalidade - Kolmogorov-Smirnov ^a			
	Estatística	Graus de Liberdade	Significância (p valor)
Índice Arsenal Arbitragem	0,076	68	0,20
Índice Arsenal Composto	0,070	68	0,20
Índice Arsenal Equity Hedge	0,129	68	0,01
Índice Arsenal Macro	0,076	68	0,20
Índice Arsenal Trading	0,060	68	0,20
CDI	0,059	68	0,20
Ibovespa	0,075	68	0,20
Dólar	0,164	68	0,00
^a Correção de Significância de Lilliefors			

Fonte: Dados Arsenal e Quantum Axis, cálculos SPSS 13.0

Diferente do resultado encontrado por Brooks e Kat (2001), o teste não rejeita a hipótese nula de normalidade para a maioria dos índices, a única exceção foi o Índice Arsenal *Equity Hedge*. Para confirmar esse resultado foi realizado o mesmo teste, porém com os dados diários dos retornos. Os resultados foram bastante diferentes e podem ser observados na tabela abaixo.

Tabela 8 – Resultados Teste de Normalidade para Dados Diários

Teste de Normalidade - Kolmogorov-Smirnov ^a			
	Estatística	Graus de Liberdade	Significância (p valor)
Índice Arsenal Arbitragem	0,123	1426	0,00
Índice Arsenal Composto	0,090	1426	0,00
Índice Arsenal Equity Hedge	0,081	1426	0,00
Índice Arsenal Macro	0,088	1426	0,00
Índice Arsenal Trading	0,123	1426	0,00
CDI	0,108	1426	0,00
Ibovespa	0,047	1426	0,00
Dólar	0,095	1426	0,00
^a Correção de Significância de Lilliefors			

Fonte: Dados Arsenal e Quantum Axis, cálculos SPSS 13.0

Nesse caso a hipótese de normalidade foi rejeitada para todas as distribuições de retorno dos índices. Foi necessário usar um teste não-paramétrico para comparação das distribuições, por tratar-se de distribuições não normais. O teste escolhido foi *Wilcoxon Signed-Rank*, que serve como alternativa ao Teste t de Student Pareado para o caso de amostras relacionadas, já que os retornos devem ser comparados dia-a-dia.

Da mesma maneira que o Teste t de Student, o teste de Wilcoxon envolve a comparação das diferenças entre as medidas. A hipótese nula é que as diferenças das distribuições é igual a zero, ou seja as distribuições são iguais. A tabela abaixo mostra o resultado dos testes dois a dois com dados diários.

Tabela 9 – Resultados Teste de Comparação das Distribuições

Teste <i>Wilcoxon Signed Ranks</i>					
P- Valor	Índice Arsenal Composto	Índice Arsenal Arbitragem	Índice Arsenal Equity Hedge	Índice Arsenal Macro	Índice Arsenal Trading
Índice Arsenal Composto	-	0,00	0,24	0,06	0,00
Índice Arsenal Arbitragem	-	-	0,03	0,01	1,00
Índice Arsenal Equity Hedge	-	-	-	0,68	0,04
Índice Arsenal Macro	-	-	-	-	0,00
Índice Arsenal Trading	-	-	-	-	-

Fonte: Dados Arsenal e Quantum Axis, cálculos SPSS 13.0

Foram realizados 10 testes, e em 6 casos é possível rejeitar a hipótese nula de que as distribuições são iguais. Porém, em quatro casos não é possível rejeitar essa hipótese. Por ser formado por todos os fundos da amostra, não é de se estranhar que o índice composto apareça em dois desses casos. Estranho é observar esse comportamento nos pares Macro e Equity Hedge e Trading e Arbitragem.

Pode-se argumentar que o universo de ativos disponíveis para os gestores brasileiros ainda é relativamente pequeno e que apesar de utilizarem estratégias diferentes acabem fazendo muitas operações semelhantes. De qualquer maneira, observando as composições dos índices no Anexo 1 vemos que realmente trata-se de conjuntos de fundos bastante distintos.

Os fundos multimercado no Brasil usam como benchmark o CDI. Uma possibilidade para explicar os casos em que não foi possível rejeitar a hipótese de distribuições iguais, seria argumentar que muitos gestores acabam gerando retornos muito próximos ao CDI, para não ficar longe do seu Benchmark. O quadro abaixo, demonstra os resultados do teste *Wilcoxon Signed-Rank* realizado entre os índices e o CDI. O teste parece refutar essa tese.

Teste Wilcoxon Signed Ranks					
P- Valor	Índice Arsenal Composto	Índice Arsenal Arbitragem	Índice Arsenal Equity Hedge	Índice Arsenal Macro	Índice Arsenal Trading
CDI	0,000	0,005	0,001	0,000	0,000

4.3. Cálculo de liquidez

Como descrito no referencial teórico a proposta desse trabalho é usar a autocorrelação entre os retornos dos índices como uma proxy para a sua exposição a ativos ilíquidos. Foi realizado o Teste de Ljung-Box que utiliza a hipótese nula de que as séries não são autocorrelacionadas. Abaixo é apresentada uma tabela com os resultados dos cálculos utilizando dados diários e dados mensais de retorno.

Tabela 10 – Resultados das Autocorrelações

Testes de Autocorrelação				
	Dados Diários		Dados Mensais	
	Autocorrelação (1 Ordem)	P-valor	Autocorrelação (1 Ordem)	P-valor
Índice Arsenal Composto	0,12	0,00	0,28	0,02
Índice Arsenal Arbitragem	(0,25)	0,00	0,44	0,00
Índice Arsenal <i>Equity Hedge</i>	0,04	0,11	(0,11)	0,34
Índice Arsenal Macro	0,14	0,00	0,19	0,11
Índice Arsenal <i>Trading</i>	(0,04)	0,12	0,49	0,00
CDI	1,00	0,00	0,85	0,00
Ibovespa	0,02	0,47	0,02	0,88
Dólar	0,15	0,00	(0,25)	0,04

Fonte: Dados Arsenal e Quantum Axis, cálculos SPSS 13.0.

Os resultados acima parecem confirmar a evidência de autocorrelação entre os dados diários e mensais. Podemos classificar como autocorrelacionados: Índice Arsenal Composto; Índice Arsenal Arbitragem; CDI e o Dólar. Para os Índices Arsenal *Equity Hedge* e Ibovespa, não se pode rejeitar a hipótese de ausência de autocorrelação.

Já o Índice Arsenal Macro e o Índice Arsenal *Trading* chamam atenção por não terem um comportamento uniforme quando analisados das duas maneiras. No caso do índice Arsenal Macro por ser uma estratégia que toma posições

direcionais nos mercados mais líquidos era de se esperar uma baixa autocorrelação. Todavia, na análise dos dados mensais não é possível rejeitar a hipótese nula.

Observar as matrizes de correlação entre os índices e o CDI (abaixo) pode ajudar a entender a razão do comportamento do Índice Arsenal Trading. Esse é o índice que apresenta a maior correlação mensal com o CDI. Talvez por ser uma estratégia onde os gestores têm muita liberdade, exista a preocupação maior de ter um balizador de retorno que seria no caso o CDI. Dessa maneira, os gestores procurariam não se distanciar do CDI em períodos mensais onde são avaliados. Por isso, observando diariamente os retornos não encontramos a autocorrelação, porém os dados consolidados mensais se mostram autocorrelacionados, tal como é o CDI.

Tabela 11 – Matriz de Correlação entre os Índices (Dados Diários)

Correlações entre os Índices (Dados Diários)								
	Índice Arsenal Composto	Índice Arsenal Arbitragem	Índice Arsenal Equity Hedge	Índice Arsenal Macro	Índice Arsenal Trading	CDI	Ibovespa	Dólar
Índice Arsenal Composto	1,00	0,33	0,63	0,94	0,70	0,14	0,26	-0,42
Índice Arsenal Arbitragem	0,33	1,00	0,07	0,26	0,21	0,14	0,17	0,09
Índice Arsenal Equity Hedge	0,63	0,07	1,00	0,49	0,31	0,04	0,05	0,31
Índice Arsenal Macro	0,94	0,26	0,49	1,00	0,58	0,11	0,35	0,41
Índice Arsenal Trading	0,70	0,21	0,31	0,58	1,00	0,17	0,15	0,31
CDI	0,14	0,14	0,04	0,11	0,17	1,00	0,02	0,02
Ibovespa	0,26	0,17	0,05	0,35	0,15	0,02	1,00	0,35
Dólar	-0,42	-0,09	-0,31	-0,41	-0,31	-0,02	-0,35	1,00

Fonte: Dados Arsenal e Quantum Axis, cálculos SPSS 13.0.

Tabela 12 – Matriz de Correlação entre os Índices (Dados Mensais)

Correlações entre os Índices (Dados Mensais)								
	Índice Arsenal Composto	Índice Arsenal Arbitragem	Índice Arsenal Equity Hedge	Índice Arsenal Macro	Índice Arsenal Trading	CDI	Ibovespa	Dólar
Índice Arsenal Composto	1,00	0,57	0,62	0,97	0,90	0,52	0,58	-0,42
Índice Arsenal Arbitragem	0,57	1,00	0,13	0,53	0,57	0,65	0,13	0,07
Índice Arsenal Equity Hedge	0,62	0,13	1,00	0,51	0,49	0,20	0,62	-0,65
Índice Arsenal Macro	0,97	0,53	0,51	1,00	0,83	0,42	0,60	-0,43
Índice Arsenal Trading	0,90	0,57	0,49	0,83	1,00	0,67	0,43	0,34
CDI	0,52	0,65	0,20	0,42	0,67	1,00	0,06	0,01
Ibovespa	0,58	0,13	0,62	0,60	0,43	0,06	1,00	0,64
Dólar	-0,42	0,07	-0,65	-0,43	-0,34	0,01	-0,64	1,00

Fonte: Dados Arsenal e Quantum Axis, cálculos SPSS 13.0.

Outra característica incomum encontrada em alguns índices foi a autocorrelação negativa, e como não se pode usar a mesma explicação sobre liquidez para explicar esse fenômeno, essas estratégias serão encaradas como líquidas.

Com base nos dados de autocorrelação das diferentes estratégias é necessário definir faixas de liquidez. Elas serão usadas para que os investidores possam escolher onde investir em função de seus objetivos e restrições de investimento.

Como o universo de índices brasileiro é muito restrito, é interessante usar também os índices de *hedge funds* criados pela CSFB/Tremont para auxiliar nesse trabalho. No trabalho de Lo (2005) é apresentada uma tabela com a autocorrelação dos retornos mensais de 12 índices obtidos no período compreendido entre Janeiro de 1994 e Agosto de 2004. Por essa razão também serão usados os dados mensais dos índices brasileiros de agora em diante.

Agrupando todos os dados em três faixas, alta, média e baixa liquidez, a tabela abaixo apresenta como as diferentes estratégias se encaixaram nessa classificação.

Tabela 13 – Índices divididos por faixas de liquidez

Divisão por faixas de liquidez		
Alta Liquidez (até 0,15)	Índice Arsenal Equity Hedge	(0,11)
	<i>Multi-Strategy</i>	(0,01)
	<i>Global Macro</i>	0,06
	<i>Managed Futures</i>	0,06
	<i>Dedicated Short Bias</i>	0,09
Média Liquidez (0,15 até 0,30)	<i>Long/Short Equity</i>	0,17
	Índice Arsenal Macro	0,19
	<i>Risk Arbitrage</i>	0,27
	Índice Arsenal Composto	0,28
	<i>Distressed</i>	0,29
Baixa Liquidez (0,30 em diante)	<i>Equity Market Neutral</i>	0,30
	<i>Emerging Markets</i>	0,31
	<i>Event Driven</i>	0,35
	<i>Fixed Income Arbitrage</i>	0,39
	Índice Arsenal Arbitragem	0,44
	Índice Arsenal Trading	0,49
	<i>Convertible Arbitrage</i>	0,56

Fonte: Dados Arsenal e Lo (2005), cálculos SPSS 13.0.

A divisão proposta mostra que algumas estratégias possuem um comportamento parecido tanto no mercado brasileiro quanto no externo. As estratégias de arbitragem em sua maioria se localizaram na faixa de pior liquidez. Já as estratégias similares ao Índice Arsenal *Equity Hedge* que são *Equity Market Neutral* e *Long/Short Equity* ficaram em faixas diferentes. De certa maneira isso era esperado visto que o mercado brasileiro ainda não está muito avançado e a maioria das posições vendidas são feitas com o uso de índice, o que não permite que os gestores fiquem confortáveis com posições muito ilíquidas.

O índice Arsenal Macro apresenta comportamento diferente do *Global Macro*, como descrito anteriormente, um comportamento não esperado. O índice Arsenal Trading não possui um correspondente óbvio na relação de índices do CSFB/Tremont. Já o Índice Arsenal Composto acaba sendo influenciado pelos outros índices e se situa na zona de média liquidez, ao contrário do índice *Multi-Strategy*.

4.4. Construção dos portfólios com restrições de liquidez

Para construir os portfólios foi utilizado o modelo de Markowitz com restrições sobre posições vendidas de ativos e sobre a liquidez, conforme descrito abaixo.

Minimizar

$$W^T \Sigma W$$

Sujeito _ a :

$$W^T R = r$$

$$W^T \mathbf{1} = 1$$

$$W \geq 0$$

$$l = W^T L$$

$$l_{\text{mínimo}} \leq l \leq l_{\text{máximo}}$$

Onde,

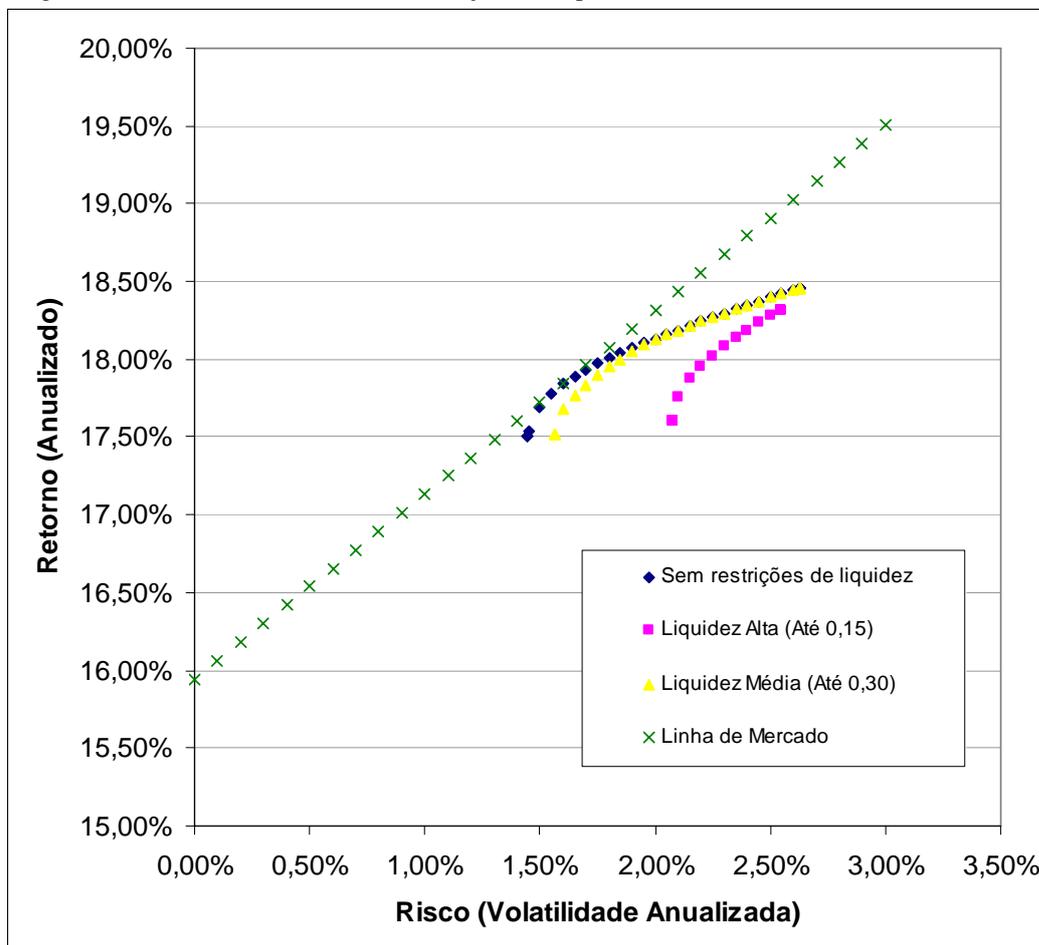
- W é vetor de pesos do portfólio;
- W^T é o vetor de pesos transposto;
- r é o retorno do portfólio;
- $W^T \Sigma W$ é o risco do portfólio;
- L é o vetor de liquidez do portfólio;
- l é a liquidez do portfólio;
- $l_{\text{mínimo}}$ é o limite inferior admitido para a liquidez do portfólio;
- $l_{\text{máximo}}$ é o limite superior admitido para a liquidez do portfólio;

Os cálculos foram realizados utilizando o Solver do Microsoft Excel associado a uma Macro que fez a varredura dos pontos das fronteiras. Para evitar os erros que poderiam ser gerados pela dificuldade do Solver diferenciar máximos locais e globais foram utilizados diversos pontos de partida para os processos de otimização.

Os limites de liquidez utilizados foram os mesmos definidos anteriormente na seção 4.3. Foram construídas três fronteiras onde o nível de liquidez inferior foi fixado em -1,0 e o nível superior variou. Na primeira fronteira que permitia qualquer nível de liquidez, foi 1,0. Na segunda que representa portfolios com alta liquidez, ela foi limitada a 0,15. Na terceira, limitou-se a liquidez superior em 0,30, representando um portfolio com liquidez média.

As fronteiras na figura 3 são formadas por combinações dos índices Arsenal, onde cada ponto representa um portfolio distinto com retorno, volatilidade e liquidez próprios. Interessante observar que à medida que as condições de liquidez são reduzidas, a fronteira eficiente passa para uma faixa de retornos menores.

Figura 3 – Fronteiras eficientes com restrições de liquidez



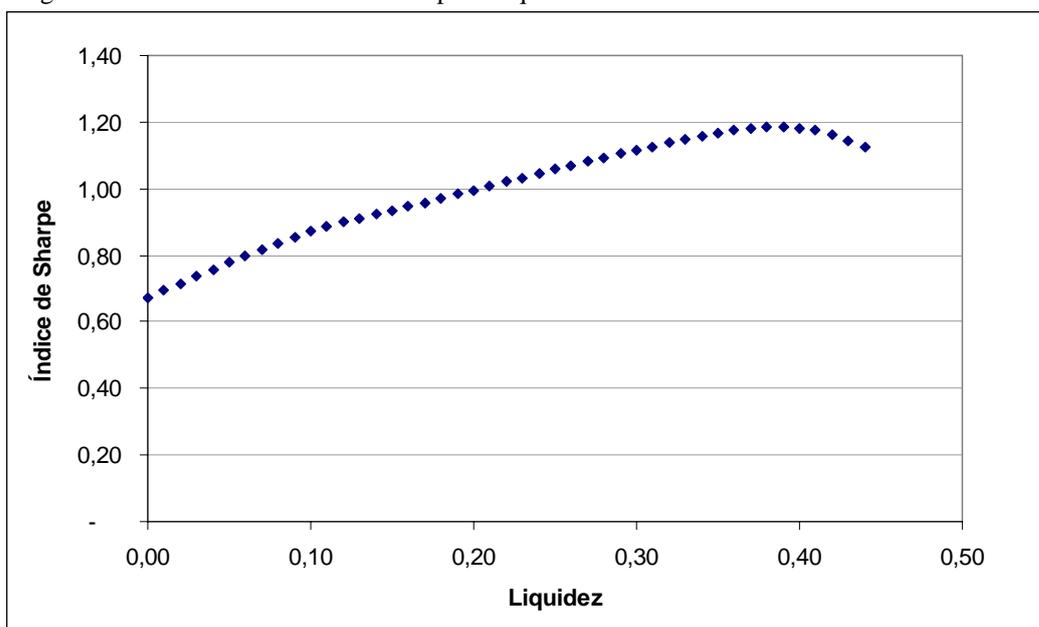
A linha de mercado na figura 3 foi construída com combinações do CDI e do portfolio com Sharpe Máximo sem restrições de liquidez, onde o Sharpe foi calculado como o excesso de retorno em relação ao CDI ponderado pela volatilidade do portfolio. Na próxima seção as propriedades estatísticas desse

portfólio serão apresentadas. Cabe salientar que nesse estudo o universo de ativos disponíveis é limitado aos índices Arsenal, desta maneira a composição do portfólio de mercado está sujeita a esses ativos.

Na figura 3 percebe-se claramente que as restrições de liquidez impõem redução no retorno do portfólio. De certa maneira, verifica-se que existe um prêmio embutido nos portfólios com maior iliquidez.

Também foi construída uma fronteira de índices de Sharpe para os portfólios sujeitos às diferentes restrições de liquidez (figura 4).

Figura 4 – Fronteira de Índices de Sharpe x Liquidez



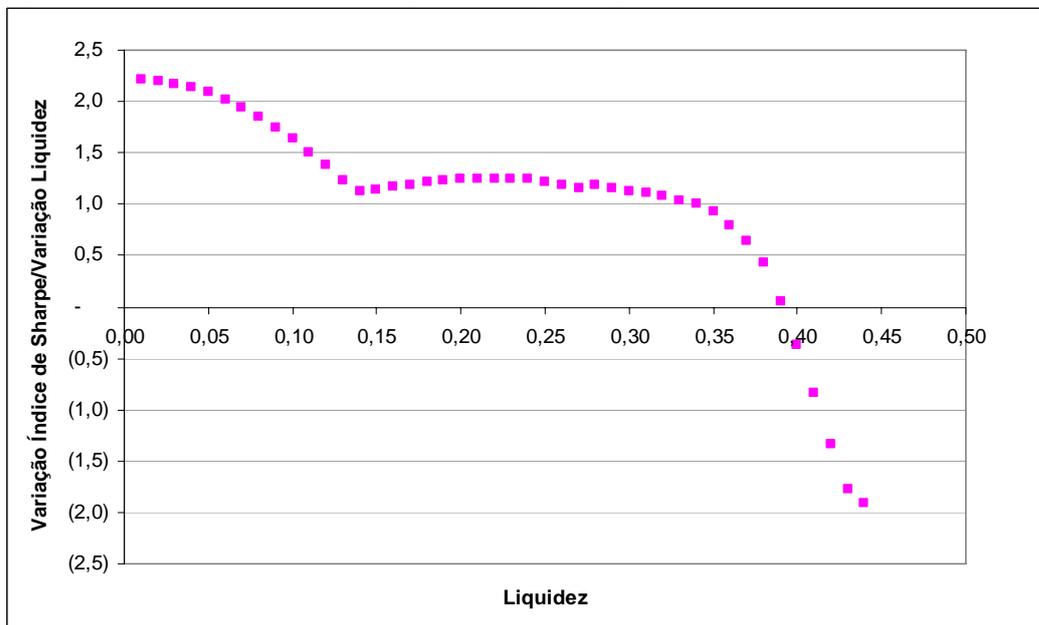
A figura 4 permite observar que o prêmio de liquidez é válido até certo ponto, depois do qual o investidor não tem mais nenhum benefício em suportar maiores níveis de iliquidez em seu portfólio. O índice de Sharpe máximo, 1,19, é atingido para um portfólio com liquidez 0,39. A partir desse ponto ainda é possível incluir mais iliquidez no portfólio, isso é obtido através da concentração do portfólio nas estratégias com menor liquidez. Porém, neste ponto a excessiva concentração do portfólio impede que os benefícios da diversificação auxiliem para reduzir a volatilidade, gerando assim portfólios menos eficientes do ponto de vista do investidor.

Outro ponto chama atenção na Figura 4, a relação liquidez x Índice de Sharpe não é linear no trecho ascendente da curva. Na Figura 5 abaixo, é feito a análise da derivada do Índice de Sharpe em relação a Liquidez, ou seja, a

relação entre a variação do Índice de Sharpe e a variação da Liquidez. Para facilitar o entendimento do gráfico é interessante dividi-lo em quatro partes:

- Trecho 1: Liquidez de 0 até 0,14 – Nesse trecho, a derivada tem uma inclinação declinante e suave. Indicando que o aumento a exposição a iliquidez tem um efeito maior no início do trecho e vai decaindo.
- Trecho 2: Liquidez de 0,14 até 0,29 – Nesse trecho, a derivada é aproximadamente constante 1,2, com isso a relação Índice de Sharpe e liquidez se torna linear. A cada ponto de iliquidez introduzida no portfólio o índice de Sharpe aumenta 1,2 vezes.
- Trecho 3: Liquidez de 0,30 até 0,39 – Nesse trecho, a derivada apresenta uma inclinação negativa grande saindo de 1,2 para 0. O que indica que nesse trecho a introdução de mais iliquidez vai perdendo efeito sobre o Sharpe da portfólio.
- Trecho 4: Liquidez de 0,39 até 0,44 – Nesse trecho, a derivada é negativa e não é racional introduzir iliquidez no portfólio.

Figura 5 – Derivada do Índice de Sharpe em relação a Liquidez



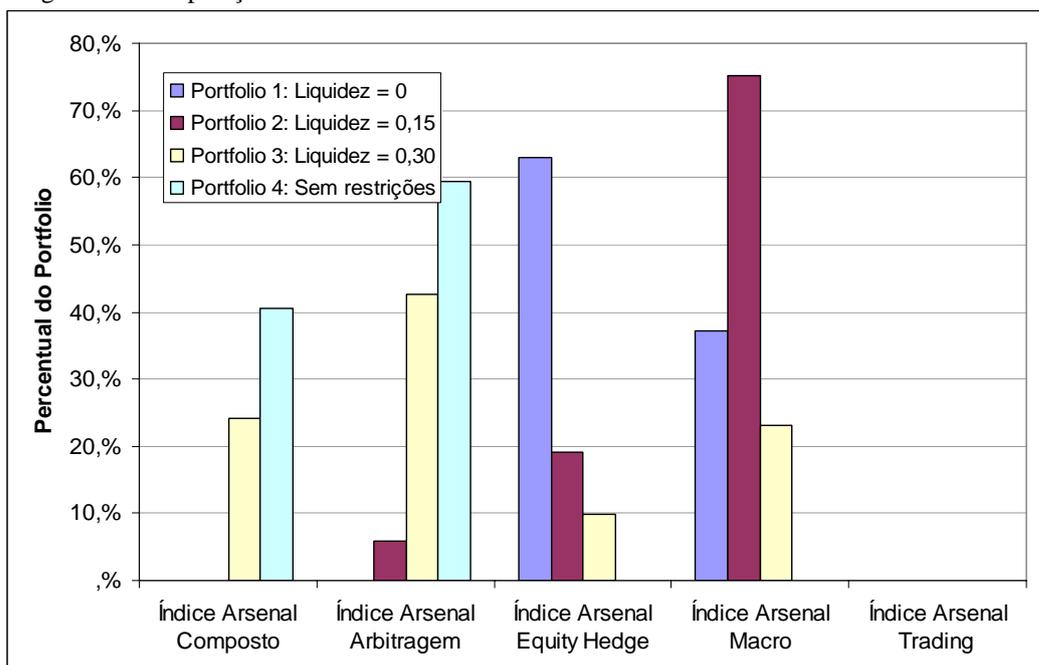
4.5. Análise dos portfólios

Cabe agora verificar as propriedades e composições dos portfólios em função das restrições impostas e do processo de otimização. Para isso, foi feita uma comparação dos portfólios com Sharpe Máximo para diferentes níveis de liquidez, 0; 0,15; 0,30 e sem restrições. Como descrito anteriormente, o Índice de Sharpe foi calculado como o excesso de retorno em relação ao CDI ponderado pela volatilidade do portfólio.

Tabela 14 – Propriedades dos Portfólios com Sharpe Máximo

Portfólios com Sharpe Máximo				
Portfólio	Índice de Sharpe	Retorno	Volatilidade	Liquidez
Portfólio 1: Liquidez = 0	0,67	17,83%	2,81%	0,00
Portfólio 2: Liquidez = 0,15	0,93	18,21%	2,43%	0,15
Portfólio 3: Liquidez = 0,30	1,12	17,91%	1,76%	0,30
Portfólio 4: Sem restrições	1,19	17,81%	1,57%	0,39

Figura 6 – Composição dos Portfólios



- Portfólio 1:** É muito prejudicado em função das restrições de liquidez, seu Índice de Sharpe é quase 43% menor do que o Sharpe do portfólio 4, sem restrições. Apresenta uma liquidez muito alta, a maior volatilidade entre os portfólios estudados e o segundo pior retorno. As restrições também estão refletidas na composição

do portfólio que é extremamente concentrado, só sendo formado por dois índices: 63% do Índice Arsenal Equity Hedge e 37% do Índice Arsenal Macro.

- **Portfólio 2:** Apresenta uma melhora significativa no Índice de Sharpe, de acordo com a análise da figura 5 esse é o trecho onde são conseguidos os melhores benefícios em troca de aumento da iliquidez. Mesmo assim, o portfólio continua sendo classificado como de alta liquidez. A melhora é conseguida basicamente com o aumento do retorno do portfólio que atinge o maior valor entre os portfólios estudados, porém a volatilidade continua elevada. É formado por três índices: 6% do Índice Arsenal Arbitragem, 19% do Índice Arsenal Equity Hedge e 75% do Índice Arsenal Macro.
- **Portfólio 3:** Aparece ser o portfólio mais equilibrado, seu Índice de Sharpe é maior que o do portfólio 2 e bastante próximo ao do portfólio 4. Está no limite superior da faixa média de liquidez. Apresenta o segundo melhor retorno e a segunda menor volatilidade. Sua composição é a mais diversificada dentre os quatro portfólios, contando com 4 índices na composição: 24% do Índice Arsenal Composto, 43% do Índice Arsenal Arbitragem, 10% do Índice Arsenal Equity Hedge e 23% do Índice Arsenal Macro.
- **Portfólio 4:** Possui o maior Índice de Sharpe, se situa na faixa de baixa liquidez. O grande responsável pelo alto Índice de Sharpe é a baixa volatilidade, já que o retorno é muito próximo ao do portfólio 3. Sua composição é concentrada: 40% do Índice Arsenal Composto e 60% do Índice Arsenal Arbitragem.

Interessante observar que o Índice Arsenal Trading foi eliminado em todos os portfólios, e apesar de ter o pior retorno não apresenta uma alta volatilidade. Muito provavelmente sua eliminação está ligada à alta correlação com os outros índices de modo geral e principalmente ao índice Arsenal Composto que atinge 0,90.

Também vale ressaltar a presença do índice *Arsenal Equity Hedge* em quase todos os portfólios, que apresenta o segundo pior retorno e a maior

volatilidade, porém é o que possui menor correlação com os outros índices e a maior liquidez.

Observa-se que à medida que as restrições de liquidez foram reduzindo estratégias que eram sabidamente ilíquidas foram tomando proporções bastante relevantes no portfólio, como é o caso do Índice Arsenal Arbitragem com aproximadamente 60% do portfólio.

4.6. Exemplo

Para entender como o trabalho desenvolvido até aqui se encaixa em um processo completo de alocação em fundos de fundos será usado um exemplo:

Supondo que o gestor dispõe de R\$ 10.000.000,00 para iniciar um fundo de fundos para um cliente. Após uma análise cuidadosa do perfil de risco do cliente o gestor chega à conclusão que se trata de um investidor com apetite moderado para risco que suportaria um portfólio com uma volatilidade entre 1,5% e 2%.

O gestor, pondera que o mercado está pagando altos prêmios de liquidez, porém o perfil moderado do cliente não permite que sua exposição seja muito grande a ativos ilíquidos. Por isso, define que o portfólio terá uma liquidez média, na casa de 0,30.

Com base nessas informações o gestor gera uma fronteira de alocação eficiente com os índices Arsenal e restrição de liquidez média, encontrando a mesma curva apresentada na figura 3. São analisados os portfólios que se encaixam nas restrições de volatilidade do cliente e escolhido o que apresenta o melhor índice de Sharpe. Este portfólio seria exatamente o 3, apresentado na seção 4.5.

Nesse momento, o gestor já saberia as alocações por estratégia do seu fundo de fundos:

- R\$ 2,4 M do Índice Arsenal Composto;
- R\$ 4,3 M do Índice Arsenal Arbitragem;
- R\$ 1,0 M do Índice Arsenal Equity Hedge;
- R\$ 2,3 M do Índice Arsenal Macro.

Essa é a primeira etapa do processo de alocação definido por Lo (2005), objetivo deste trabalho. A seguir, o gestor entra na parte qualitativa do processo

onde os *hedge funds* e gestores propriamente ditos serão analisados e avaliados para a geração de um ranking. Este servirá de base para a definição final de alocação em cada um dos fundos, obedecendo sempre a divisão por estratégia já definida acima.