

**RAE-CEA-9732**  
**RELATÓRIO DE ANÁLISE ESTATÍSTICA**  
**SOBRE O PROJETO: ANÁLISE DE SINAIS**  
**MIOELÉTRICOS NO TRATO GASTROINTESTINAL**  
**Clélia Maria de Castro Toloi**  
**Adriana Bruscato**  
**Rosemary Inacio**

**- São Paulo, Dezembro de 1997 -**

**CENTRO DE ESTATÍSTICA APLICADA**

**RELATÓRIO DE ANÁLISE ESTATÍSTICA - NÚMERO 9732**  
**- CÓDIGO 97P32**

**TÍTULO :** Relatório de análise estatística sobre o projeto: “Análise de sinais mioelétricos no trato gastrointestinal”.

**PESQUISADORES:** Fuad Kassab Junior  
Ricardo Paulino Marques

**COLABORADOR:** Fábio Pinatel Lopasso (FMUSP)

**INSTITUIÇÃO:** Escola Politécnica - USP

**FINALIDADE:** Pesquisa.

**RESPONSÁVEIS PELA ANÁLISE :**

Clélia Maria de Castro Toloi  
Adriana Bruscato  
Rosemary Inacio.

**REFERÊNCIA DESTE TRABALHO:**

Toloi, C. M. C., Bruscato, A., Inacio, R. **Relatório de análise estatística sobre o projeto: Análise de sinais mioelétricos no trato gastrointestinal.** São Paulo, IME-USP, 1997.

## FICHA TÉCNICA:

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brillinger, D. R. (1981). **Time Series Data Analysis and Theory**. 2 ed. San Francisco: Holden-Day.
- Bussab, W.O. e Morettin, P.A. (1987). **Estatística Básica - Métodos Quantitativos**. 4 ed. São Paulo: Atual. 321p.
- Chiann, C. (1993). **Análise de Variância em Séries Temporais**. São Paulo. 137p. Dissertação (Mestrado). Instituto de Matemática e Estatística - USP.
- Donoho, D. L. and Johnstone, I. M. (1994). Ideal
- Fisher, R. A. (1929). Tests of significance in harmonic analysis. **Proceedings of the Royal Society of London. Series A**, 130, 54-59.
- Morettin, P.A. e Toloi, C.M.C. (1987). **Previsão em Séries Temporais**. São Paulo: Atual, 436p.
- Rocha, J. G. C. (1983). **Testes para componentes periódicas em séries temporais**. São Paulo. 114p. Dissertação (Mestrado). Instituto de Matemática e Estatística - USP.
- Siegel, A. F., (19 ).Testing for periodicity in a times series. **JASA**, **75**, 345-348.
- Summers, R. W. and Dusdieker, N. S. (1981). Patterns of Spike Burst Spread and Flow in the Canine Small Intestine. **Gastroenterology**, **81**, 742-750.
- Donoho, D. L. and Johnstone, I. M. (1994). Ideal spatial adaptation by wavelet shrinkage. **Biometrika**, **81**, 425-455.
- Donoho, D. L. and Johnstone, I. M. (1995 a). Adapting to unknown smoothing via wavelet shrinkage. **J. Amer. Statist. Association**, **90**, 1200-1224.
- Donoho, D. L. and Johnstone, I. M. (1995 b). Minimax estimation via wavelet shrinkage.
- Submitted to the Annals of Statistics.**

## **PROGRAMAS COMPUTACIONAIS UTILIZADOS**

- MATLAB v 5.0
- Word *for Windows* v 6.0

## **TÉCNICAS ESTATÍSTICAS UTILIZADAS**

- Análise Descritiva Unidimensional (03:010)
- Análise Espextral (11:010)
- Análise de Variância em Séries Temporais (08:990)

## **ÁREA DE APLICAÇÃO**

- Medicina - Epidemiologia (14:040)

**ÍNDICE**

|  |     |
|--|-----|
| RESUMO .....   | 6   |
| 1. INTRODUÇÃO .....  | 7   |
| 2. DESCRIÇÃO DO EXPERIMENTO .....  | 8   |
| 3. DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS .....   | 11  |
| 4. ANÁLISE DESCRIPTIVA .....   | 12  |
| 5. ANÁLISE INFERENCIAL .....   | 15  |
| 6. SUGESTÃO PARA ANÁLISES FUTURAS .....  | 24  |
| 7. CONCLUSÕES .....  | 24  |
| APÊNDICE A - TABELAS DE MEDIDAS-RESUMO PARA A VARIÁVEL SINAL .....                                 | 25  |
| APÊNDICE B - HISTOGRAMAS DA VARIÁVEL SINAL .....   | 36  |
| APÊNDICE C - BOXPLOTS DA VARIÁVEL SINAL .....  | 49  |
| APÊNDICE D - FUNÇÕES DE AUTOCORRELAÇÃO DA SÉRIE DE SINAL .....                                     | 62  |
| APÊNDICE E - PERIODOGRAMAS E TESTE DE FISHER .....   | 155 |
| APÊNDICE F - DEFINIÇÕES .....  | 177 |
| APÊNDICE G - ROTINAS IMPLEMENTADAS NO MATLAB V 5.0, UTILIZADAS<br>NAS ANÁLISES DESTE PROJETO ..... | 184 |

## RESUMO

O presente estudo tem como objetivo caracterizar sinais mioelétricos do trato gastrointestinal. A amostra utilizada, consiste em seis ratos normais, adultos e de uma mesma linhagem, cujos sinais foram registrados num período pós alimentação. Esses animais sofreram uma cirurgia para implantação de oito eletrodos, ao longo do intestino, que captam os sinais mioelétricos.

A análise descritiva revelou três padrões de comportamento para as funções de autocorrelação das séries estudadas, apesar de ainda não ter sido identificado nenhum fator que pudesse estar associado a tais comportamentos. Além disso, foi observado que as séries são localmente estacionárias. Utilizamos o teste de Fisher para detectar periodicidades e o Modelo com sinal comum de Análise de Variância em Séries Temporais. A partir desse modelo foi possível identificar a presença de um sinal comum entre séries de uma mesma fase de coleta de dados e de eletrodos igualmente posicionados nos diferentes ratos. O sinal comum pode caracterizar, por exemplo, uma periodicidade.

Ainda não se encontra na literatura internacional uma caracterização clara dos sinais mioelétricos. Será dada continuidade a esse projeto e, a longo prazo, a modelagem do comportamento desses sinais auxiliará o desenvolvimento de drogas que apressem a volta da motilidade natural do intestino de pacientes submetidos a cirurgias, bem como, o desenvolvimento de aparelhos que possam controlar os movimentos do intestino humano, funcionando como marca passos.

## 1. INTRODUÇÃO

Este projeto, que está sendo realizado pela Escola Politécnica-USP em conjunto com a Faculdade de Medicina - USP, insere-se nas áreas de Biomedicina, Engenharia Biomédica e Matemática Aplicada e Computacional.

O conceito de comportamento alimentar compreende a captura, a digestão, a absorção de alimentos e a incorporação de matéria com fins de construção celular e como fonte de energia para os processos metabólicos.

O componente motor ou a motilidade gastrointestinal é uma atividade perene caracterizada, no estado de jejum, por um ritmo elétrico basal, composto por ondas elétricas de amplitude baixa, sobre as quais se sobrepõem ondas rápidas de alta amplitude, sob forma de potenciais em agulha ou *spikes*, que na maioria das vezes apresentam-se em forma de salvas ou *spikes bursts* (conjunto de picos).

Em estudos realizados com ratos no estado de jejum foram registradas fases cíclicas distintas. Na fase I, há ampla predominância do ritmo elétrico basal e quase nenhum *spike burst*. Na fase II, a freqüência dos *spike bursts* aumenta. A fase III é caracterizada pela ocorrência maciça de *spike bursts*. Na fase IV há o retorno do padrão semelhante ao da fase II. No período pós-alimentação, pode-se identificar a presença do ritmo elétrico basal, porém, os registros exibem potenciais com amplas variações de amplitude e freqüência, sugerindo uma atividade caótica que, no entanto, resulta sempre na progressão do alimento ao longo do trato gastrointestinal (Summers, R. W. and Dusdieker, N. S., 1981). A duração da fase II é de cerca de 5 a 10 minutos e repete-se a cada uma a duas horas de intervalo na maioria dos mamíferos.

Vale ressaltar que o processo digestivo dos seres humanos e dos ratos diferem apenas quanto ao tempo necessário para que a digestão esteja completa. Nos seres humanos, isto ocorre num intervalo entre sessenta e noventa minutos, e nos ratos, em 20 minutos aproximadamente.

O estudo dos sinais mioelétricos gastrointestinais é importante para o progresso de técnicas diagnósticas que caracterizem os distúrbios até recentemente tidos como funcionais de difícil diagnóstico.

Este projeto tem caráter investigativo e trata-se de algo inédito. Ainda não há na literatura internacional uma caracterização clara de como seriam esses sinais. A caracterização dos sinais em questão e o tratamento matemático dos dados constituem um desafio, tanto pela complexidade do problema como pelo volume de informações e pela decorrente quantidade de trabalho a ser dedicada.

A longo prazo, existe o interesse de modelar esses sinais com o intuito de desenvolver drogas para apressar a volta do padrão de motilidade do intestino de pacientes submetidos a diversas operações, principalmente diminuindo a rejeição em pacientes transplantados. Após a modelagem dos sinais mioelétricos, podem ser desenvolvidos aparelhos para controlar os movimentos do intestino humano, funcionando como marca passos.

O presente estudo tem como objetivo inicial caracterizar os sinais mioelétricos relacionados com a motilidade gastrointestinal de ratos normais e alimentados.

## **2. DESCRIÇÃO DO EXPERIMENTO**

### **Preparação experimental**

Neste experimento foram utilizados seis ratos adultos, homogêneos entre si, pesando entre duzentos e trezentos gramas. Estes animais são considerados normais pelo fato de não terem sofrido nenhuma intervenção médica. Em estudos futuros, eles serão utilizados como controle para outros grupos de ratos com características específicas, como diabéticos e transplantados

Os ratos foram anestesiados e submetidos à cirurgia para implantação de 8 eletrodos (canais) ao longo do intestino delgado. Os eletrodos foram igualmente espaçados com um centímetro de distância, sendo que o primeiro foi implantado a cinco milímetros após a saída do estômago. Durante o período de 24 horas que antecedeu a cirurgia, os ratos permaneceram em jejum, com livre acesso à água e em gaiolas individuais, que permitiam a comunicação visual e olfativa entre eles, reduzindo

o estresse gerado. Após a cirurgia, os ratos foram recolocados nas mesmas gaiolas onde permaneceram até o final do experimento, não sendo retirados nem para a coleta dos dados. Foi necessário um período de 3 a 5 dias para que os ratos se recuperassem do trauma provocado pela implantação dos eletrodos.

A implantação dos eletrodos provoca desorganização da motricidade normal do intestino dos ratos, pois os eletrodos interferem, aparentemente, na atividade cíclica. Com o passar do tempo, o intestino reorganiza seus movimentos, voltando ao padrão regular chamado complexo mioelétrico migratório.

Os ratos são animais notívagos e após a operação começam a alimentar-se normalmente, sempre à noite. Cada rato tinha sua própria porção de ração e água para que o pesquisador pudesse controlar a alimentação de cada um deles, individualmente.

As amostras foram colhidas pela manhã, e as coletas foram realizadas em fases distintas, que compreenderam três diferentes períodos pós cirúrgico:

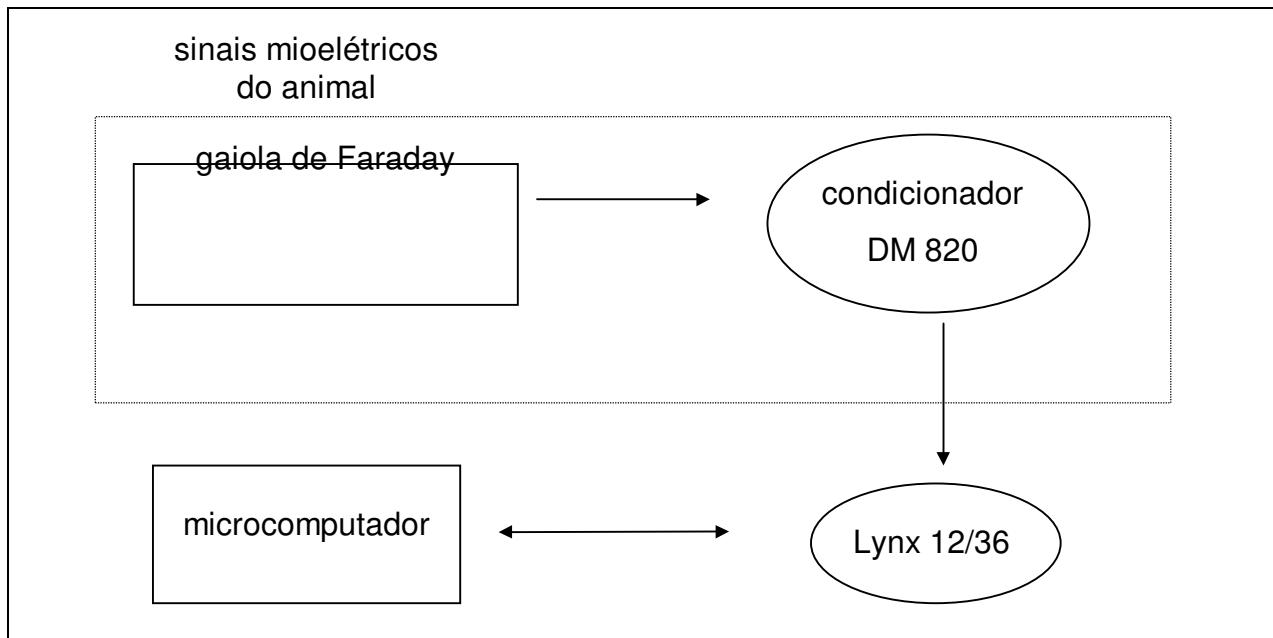
- fase inicial - 2 a 5 dias após a realização da cirurgia
- fase intermediária - 11 a 13 dias após a realização da cirurgia
- fase final - 18 a 20 dias após a realização da cirurgia.

A relação dos dias de coleta dos dados, separadamente por animal, está descrita na Tabela A.1 do Apêndice A.

### **Registro dos sinais mioelétricos**

A Figura 2.1 esquematiza o processo de coleta dos sinais mioelétricos, descrito a seguir.

Figura 2.1: Processo de obtenção dos dados



Para o registro dos sinais mioelétricos, um rato por vez foi colocado na gaiola de Faraday, para evitar que ruídos ambientais, usualmente de alta freqüência, interferissem no sinal de interesse.

Os cabos dos oito eletrodos, que estavam exteriorizados na região occipital da cabeça do animal, foram conectados ao módulo condicionador DM 820 cuja função é realizar o condicionamento dos sinais através de duas etapas:

- a primeira etapa consiste em filtrar os sinais de modo que permaneçam somente as freqüências no intervalo de 0,25 Hz a 27 Hz. Os pesquisadores sabem, com base num experimento piloto, que fora do intervalo citado anteriormente não existem freqüências relevantes para o estudo;
- na segunda etapa, os sinais que chegam ao módulo (usualmente tem amplitudes dentro da faixa de -10 mV a 10 mV) são amplificados 500 vezes para que possam ser adequadamente coletados para a placa Lynx 12/36, projetada para ser utilizada com sinais na faixa de -5V a 5V. A placa Lynx 12/36 é um conversor analógico

- digital de 12 bits que converte os sinais de tensão coletados e os armazena na forma de valores numéricos de 12 bits na memória do computador, valores esses que podem ser analisados posteriormente.

As principais dificuldades da coleta de dados residiram no insucesso das operações e na ocorrência de eventos no pós-operatório, tais como, inutilização de eletrodos e morte dos animais.

Os ratos sobreviventes a um período pós cirúrgico superior a 40 dias foram sacrificados, pois não sobreviveriam à operação de retirada dos eletrodos. Os cuidados com os animais foram os mesmos propostos pela *Public Health Service Policy* dos EUA, enquanto se aguarda a regulamentação oficial do assunto no país.

Inicialmente, os ratos foram amostrados com uma freqüência de cem Hertz, isto é, cem observações por segundo, durante aproximadamente vinte minutos (cento e cinqüenta mil observações por série). Como a análise preliminar, realizada pelos pesquisadores, revelou que acima de vinte e sete Hertz não existiam freqüências de interesse, as séries foram reamostradas com uma freqüência de vinte e cinco Hertz, sem perda de informação, reduzindo o número de observações para trinta e sete mil e quinhentas em cada série.

Os eletrodos utilizados, que foram desenvolvidos no próprio laboratório, são filamentos de prata, revestidos hidroeletrolicamente por cloreto de prata e esterilizados na Central de Oxietileno do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP (F.M.USP).

### **3. DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS**

Variável dependente (resposta):

- Sinal: diferença de potencial em pontos na camada muscular sub serosa causada pelo fluxo e influxo trans-membrana de íons eletricamente carregados. A unidade de medida é volt (V).

#### 4. ANÁLISE DESCRIPTIVA

Para a análise descritiva dos dados foram implementados programas no software MATLAB, versão cinco, para a construção de histogramas, *boxplots* (Bussab, W.O. e Morettin, P. A., 1987), funções de auto-correlação e periodogramas (Morettin, P. A. e Toloi, C.M.C., 1987).

Os histogramas (Gráficos B.1 a B.136 do Apêndice B) e as tabelas de estatísticas descritivas (Apêndice A) foram utilizados para comparar os oito canais de um mesmo rato. Devido à presença de valores muito extremos houve a necessidade de eliminarmos cinco por cento destas observações em cada canal, pois causavam um aumento na escala dos histogramas e, consequentemente, uma concentração quase completa dos valores em apenas uma ou duas classes.

As escalas dos histogramas são as mesmas para os oito canais de um mesmo rato e foram escolhidas com base no canal que apresentava observações mais dispersas. Como consequência dessa escolha, podemos encontrar histogramas onde há uma grande concentração das observações em poucas classes, que é devida à presença de vários possíveis *outliers*, em pelo um destes oito canais. Um exemplo desse fato pode ser verificado nos gráficos B. 73 a B.80 do Apêndice B.

A análise dos histogramas indica uma semelhança quanto à dispersão dos dados, nas fases:

- inicial: ratos 45 e 46 (Gráficos B. 1 a B.16)
- intermediária: rato 45 (Gráficos B.57 a B.64 ), exceto o canal 8, rato 46 (Gráficos B.65 a B.72), exceto o canal 2, e rato 48 (Gráficos B.73 a B.80).
- final: rato 44 (Gráficos B.97 a B.104), exceto os canais 1 e 8; rato 45 (Gráficos B.105 a B.112),exceto o canal 1.

Também podemos verificar que na fase inicial, o canal 1 do rato 48 apresenta uma maior variabilidade dos dados em relação aos demais canais desse mesmo rato. O mesmo fato se observa para os ratos 49 e 53. Nas fases intermediária e final, podemos

observar este comportamento para o rato 48. O rato 49 apresenta um comportamento contrário ao descrito anteriormente na fase final, ou seja, o canal 1 apresenta valores menos dispersos em relação aos outros canais deste mesmo rato.

Existe interesse em verificar se as distribuições da variável sinal, em eletrodos igualmente posicionados em diferentes ratos, são semelhantes. Para tanto, foram construídos *boxplots* (Gráficos C.1 a C.17 do Apêndice C) fixando-se a posição do eletrodo.

Através da análise dos *boxplots* podemos observar, nas três fases de coleta dos dados, a presença de muitos valores extremos, o que já era esperado considerando-se que cada série analisada é composta de 37.500 observações.

Na fase final, o canal 1 do rato 45 destaca-se dos demais por apresentar variabilidade muito baixa, mas segundo os pesquisadores, a análise desta série indica que este canal não estava registrando os sinais gerados no intestino do rato.

A análise das funções de auto-correlação da variável sinal foi realizada para verificar se havia indicações de estacionariedade das séries temporais envolvidas neste projeto, já que é de interesse usar transformadas de Fourier na análise inferencial. Estas funções foram calculadas para cada canal de cada rato e em todos os períodos pós-operatórios.

A análise destas funções sugere a existência de três comportamentos distintos:

1. Correlações seriais decrescendo para zero, em geral de forma geométrica ou exponencial. Isto significa que apenas as primeiras correlações parecem ser significativas; portanto, há indícios de que as observações destas séries flutuam em torno de uma média constante e com variância constante, ou seja, a série é estacionária. Esta situação ocorre nos Gráficos D.4 (rato 44, canal 4 da fase inicial) , D.8 (rato 44, canal 8 da fase inicial) e D.19 (rato 46, canal3 da fase inicial) do Apêndice D.
2. Correlações seriais decrescendo para zero muito lentamente e, às vezes, estacionando em torno de um valor diferente de zero., indicando que as séries não são estacionárias,

como os Gráficos D.1 (rato 44, canal 1 da fase inicial), D.8 (rato 44, canal 8 da fase inicial) e D.26 (rato 48, canal 2 da fase inicial) do Apêndice D.

3. Correlograma apresentando comportamento periódico, ao contrário de séries estacionárias, as correlações não tendem a zero. Ficam oscilando indefinidamente. Observando os Gráficos D.14 (rato 45, canal 6 da fase intermediária) e D.16 (rato 45, canal 8 da fase intermediária) do Apêndice D, além de outros, este comportamento fica evidente e sugere a existência de uma periodicidade.

Os gráficos D.31, D.39, D.47, D.51 a D.54, D.56 ,D.60, D.79, D.100 e D.127 aparecem como exceções, indicando que pode haver problemas no registro dos sinais para estes canais.

Apesar de termos encontrado três comportamentos distintos para as funções de auto-correlação, não foi identificado nenhum fator que pudesse estar agrupando essas características.

Para as séries que apresentaram o comportamento exposto no ítem 2, foi necessário diferenciá-las uma vez a fim de eliminar a não estacionariedade. Para as séries que apresentam o comportamento exposto no ítem 3, a diferenciação de ordem um não eliminou o comportamento periódico, o que já era esperado. Entretanto, a transformação utilizada eliminou a presença de frequências muito baixas (tendência), comportamento que era indesejado para a utilização da transformada de Fourier. Os Gráficos D.137 a D.272 são as funções de autocorrelação das séries com uma diferença.

As séries diferenciadas não foram utilizadas na análise para não destruir o comportamento nas baixas freqüências, que são de interesse para os pesquisadores. Além disso, a não estacionariedade é causada por diferentes comportamentos ao longo da série temporal e não pela presença de tendências nas séries.

Os periodogramas tridimensionais foram feitos com base em trechos de duzentos e cinqüenta e seis pontos, ou seja, cada unidade de tempo representa um periodograma de duzentas e cinqüenta e seis observações consecutivas da série. Esses periodogramas revelaram que as séries são localmente estacionárias.

## 5. ANÁLISE INFERENCIAL

Na presente fase de análise serão excluídas as séries observadas do rato 44, que segundo os pesquisadores, apresentaram um comportamento diferente das séries dos outros ratos devido a problemas de ordem técnica na coleta dos dados (possivelmente os eletrodos deste rato estavam soltos).

Para a análise inferencial, foram utilizados o teste de periodicidade de Fisher e a técnica de Análise de Variância em séries Temporais utilizando Transformada de Fourier (Chiann, 1993). Essa técnica permite testar a existência de sinais comuns em diferentes séries e tem como suposição básica a estacionariedade das séries em estudo. Entretanto, quando aplicada a séries localmente estacionárias, como é o caso das séries em estudo (vide Seção 6), ainda detecta a presença de sinais comuns que tenham comportamento bastante acentuado.

Devido ao problema da não estacionariedade presente nas séries em questão, a análise inferencial deveria ser dividida em duas partes:

- 1) Inicialmente são estudadas as séries completas, com o objetivo de identificar a existência de periodicidades e algum comportamento comum, suficientemente forte para que não tenha sido camuflado pela não estacionariedade presente nas séries.
- 2) As séries deveriam ser divididas em trechos estacionários, que representariam períodos de maior e menor atividade mioelétrica gastrointestinal dos ratos. A análise de variância seria aplicada e, neste caso, revelaria comportamentos comuns mais refinados, para cada um dos períodos de coleta de dados, que não conseguiriam ser detectados na primeira fase da análise, devido à presença de não estacionariedade. Na análise descritiva percebeu-se a grande dificuldade para dividir essas séries em trechos estacionários. Os pesquisadores foram orientados a refazer o experimento, controlando

melhor o horário entre a alimentação dos ratos e a coleta dos sinais mioelétricos, pois poderíamos estar analisando séries somente com o fim da digestão, por exemplo.<sup>1</sup>

## **Primeira parte**

Para testar a existência de sinais comuns nas séries de uma mesma fase de coleta de dados, em eletrodos igualmente posicionados nos cinco ratos, foi utilizado o Modelo com Sinal Comum (Apêndice F). Para tanto, foram construídas tabelas de análise de variância, para cada posição do canal e por fases (inicial, intermediária e final). Para os períodos inicial e intermediário, foram utilizadas cinco séries e para o período final, quatro séries devido a falta de observações para o rato 53 nesta fase.

Os valores observados da estatística F foram comparados com F crítico para três diferentes níveis de significância (0,1%, 0,5% e 1%). Quando não eram detectados sinais comuns em relação ao menor nível de significância, considerava-se para análise o próximo nível de maior valor.

Foram consideradas como frequências de interesse apenas aquelas com valores abaixo de 6 Hz, pois segundo os pesquisadores, frequências acima desse valor caracterizam ruídos.

Apresentamos a seguir os resultados da análise dos periodogramas e da análise variância para os canais três e seis. As freqüências de Fourier foram convertidas para a utilizada pelos pesquisadores, em Hertz, multiplicando as freqüências de Fourier pela freqüência de amostragem das séries utilizadas, vinte e cinco, neste projeto.

## **Periodogramas**

O teste de Fisher (Apêndice F) foi implementado num programa do MATLAB (ver Apêndice G) juntamente com um programa que encontra máximos locais nos

<sup>1</sup> Obs.: Ficou combinado com os pesquisadores que faríamos a segunda parte da análise inferencial assim que a nova coleta de dados terminasse.

periodogramas. Devido a uma limitação, o programa de máximos pode registrar mais de uma freqüência em um mesmo pico. Isso implica a ocorrência de freqüências de picos muito próximas que traduzem uma mesma periodicidade.

Os periodogramas da fase final (18 a 20 dias após a cirurgia) apresentam uma maior semelhança quanto às suas formas quando comparados aos das fases inicial e intermediária. Isso pode indicar periodicidades comuns para as séries na fase final.

Os canais 3 e 6 do rato 45, no período intermediário não apresentaram nenhuma freqüência significante abaixo de 6 Hz (vide Gráfico E.20 e Gráfico E.34, do Apêndice E). Para o canal 6 do rato 53, no período intermediário, nenhuma freqüência foi considerada significante. Como nesses casos nem o provável movimento elétrico basal foi identificado, pode ter havido algum problema com os eletrodos que registram esses dados.

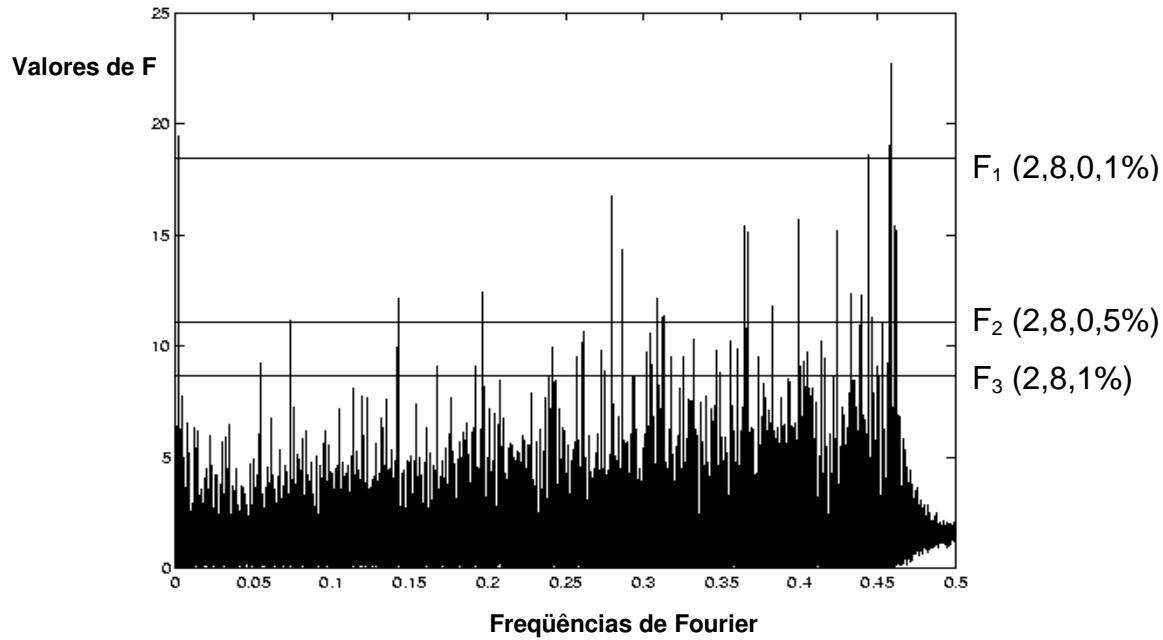
Com base no teste de Fisher, foi possível identificar periodicidades próximas a 0,6 Hz e 1,4 Hz em todas as séries observadas, com exceção das citadas acima, nas três fases de coleta. Essas freqüências possivelmente estão associadas ao ritmo elétrico basal. Observa-se também, que na fase incial as freqüências consideradas significantes pelo teste de Fisher

apresentam valores mais altos do que os das freqüências significantes das fases intermediária ou final.

Esse comportamento diferente observado na fase incial pode ser um reflexo da alteração da motilidade natural do intestino causada pela cirurgia de implantação dos eletrodos.

Com exceção do canal 3 do rato 46, no período inicial; canal 3 do rato 45, no período final, canal 6 do rato 46, no período inicial e do canal 6 do rato 48 no período intermediário, todos os demais apresentaram como significantes pelo menos uma freqüência no intervalo 2,0 Hz e 2,5 Hz.

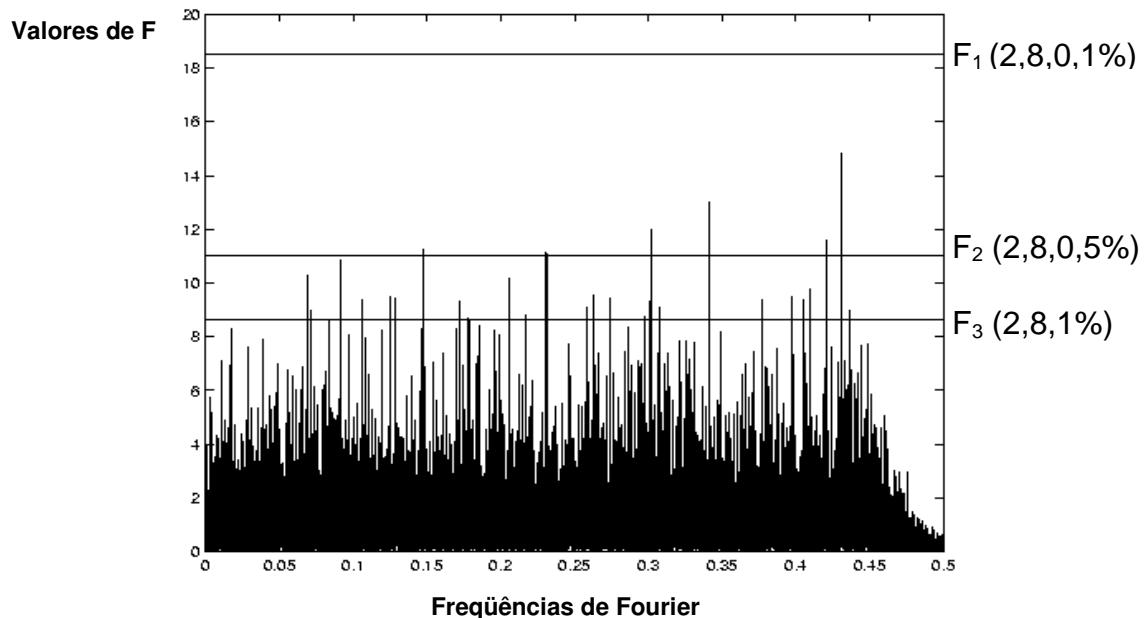
**Gráfico 5.1 - Estatísticas para verificação de existência de sinal comum nas séries observadas para o canal 3, no período inicial.**



|                    |        |        |        |        |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|
| Valor de F         | 19,442 | 12,398 | 12,158 | 11,156 |
| Freqüência<br>(Hz) | 0,042  | 4,913  | 3,580  | 1,835  |

Nota-se que, com um nível de significância de 0.5%, existem sinais comuns para as séries do canal 3, no período inicial, nas freqüências próximas a 0,042 Hz; 1,835 Hz; 3,580 Hz e 4,913 Hz.

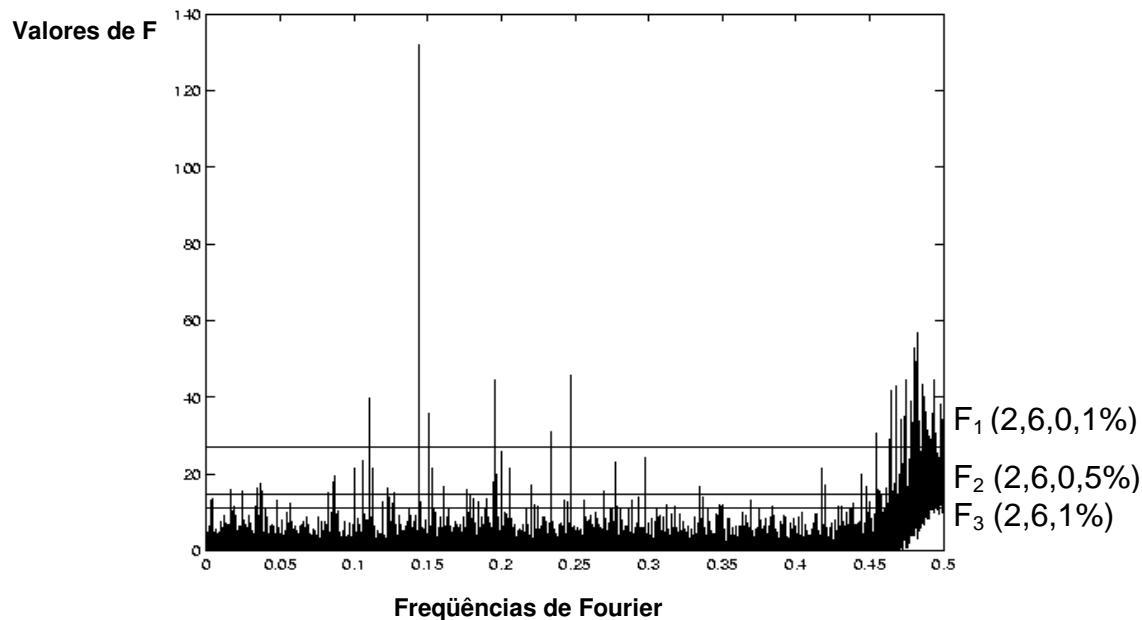
**Gráfico 5.2 - Estatísticas para verificação de existência de sinal comum nas séries observadas para o canal 3, no período intermediário.**



|                 |        |        |        |        |        |       |       |       |       |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|
| Valor de F      | 11,219 | 11,112 | 10,856 | 10,258 | 10,167 | 9,494 | 9,452 | 9,378 | 9,290 |
| Freqüência (Hz) | 3,701  | 5,775  | 2,289  | 1,740  | 5,146  | 3,141 | 3,204 | 2,645 | 4,296 |
| <hr/>           |        |        |        |        |        |       |       |       |       |
| Valor de F      | 8,945  |        | 8,795  |        | 8,693  |       | 8,662 |       | 8,652 |
| Freqüência (Hz) | 1,795  |        | 5,430  |        | 5,141  |       | 4,459 |       | 2,102 |
| <hr/>           |        |        |        |        |        |       |       |       |       |

Nota-se que, com um nível de significância de 1%, existem sinais comuns para as séries do canal 3, no período intermediário, nas frequências indicadas na tabela acima.

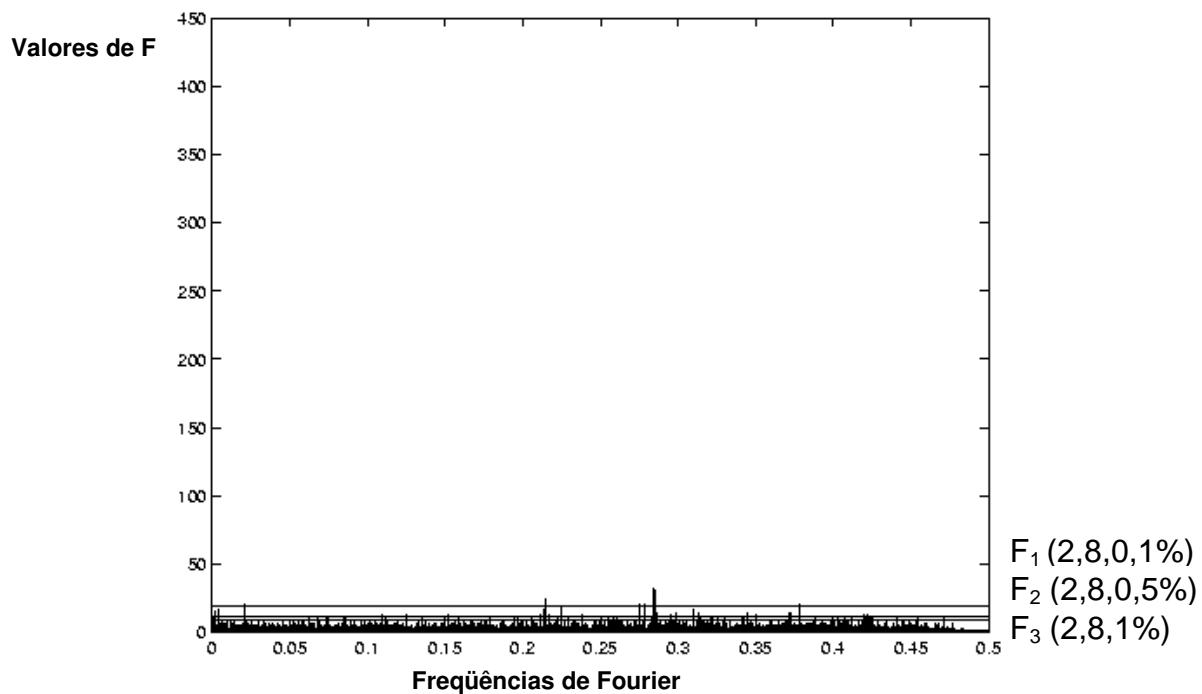
**Gráfico 5.3 - Estatísticas para verificação de existência de sinal comum nas séries observadas para o canal 3, no período final.**



|                 |        |        |        |        |        |        |        |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Valor de F      | 131,99 | 44,609 | 39,856 | 35,949 | 30,955 | 25,609 | 23,360 |
| Freqüência (Hz) | 3,608  | 4,901  | 2,769  | 3,784  | 5,831  | 5,011  | 2,649  |
| <hr/>           |        |        |        |        |        |        |        |
| Valor de F      | 21,510 | 21,459 | 21,428 | 21,366 | 19,838 | 19,446 | 18,550 |
| Freqüência (Hz) | 5,141  | 3,841  | 2,827  | 2,502  | 4,922  | 2,176  | 2,188  |

Nota-se que, com um nível de significância de 0,1%, existem sinais comuns para as séries do canal 3, no período final, nas frequências indicadas na tabela acima.

**Gráfico 5.4 - Estatísticas para verificação de existência de sinal comum nas séries observadas para o canal 6, no período inicial.**



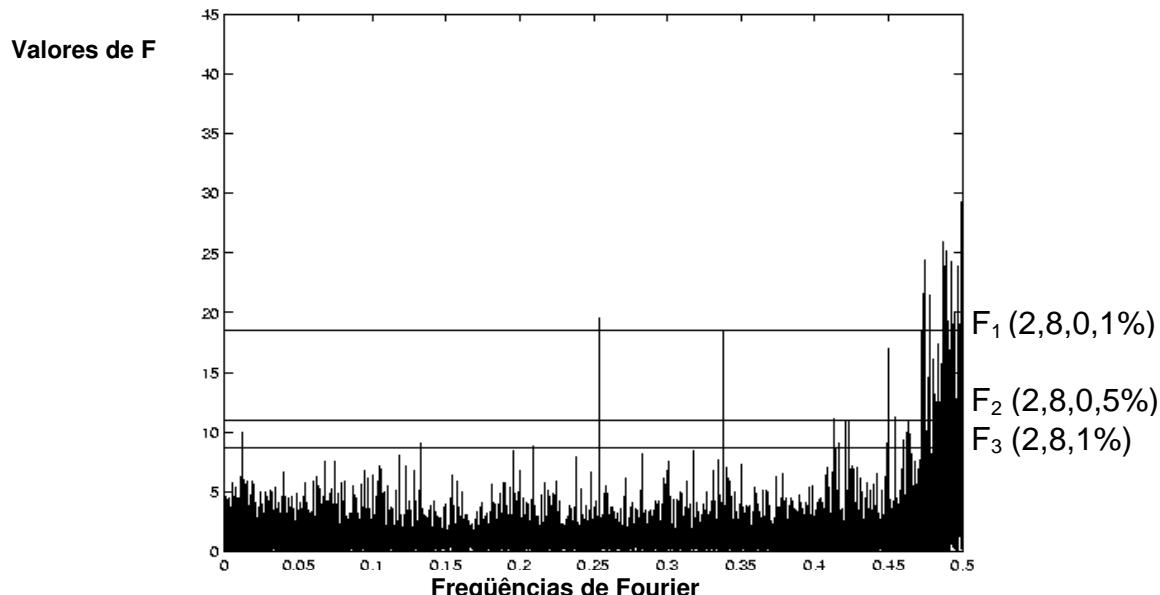
|                 |        |        |        |        |        |        |        |        |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Valor de f      | 415,61 | 23,934 | 20,615 | 17,448 | 17,170 | 15,888 | 15,177 | 13,179 |
| Freqüência (Hz) | 0,0006 | 5,380  | 0,514  | 5,623  | 0,109  | 5,335  | 0,059  | 3,813  |

|                 |        |        |        |        |        |        |        |        |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Valor de f      | 13,067 | 13,002 | 12,755 | 12,661 | 12,342 | 12,031 | 11,989 | 11,678 |
| Freqüência (Hz) | 5,989  | 5,295  | 5,433  | 3,116  | 2,724  | 1,829  | 4,871  | 3,751  |

|                 |        |        |
|-----------------|--------|--------|
| Valor de f      | 11,231 | 11,102 |
| Frequência (Hz) | 4,465  | 2,786  |

Nota-se que, com um nível de significância de 0,5%, existem sinais comuns para as séries do canal 6, no período inicial, nas frequências indicadas na tabela acima.

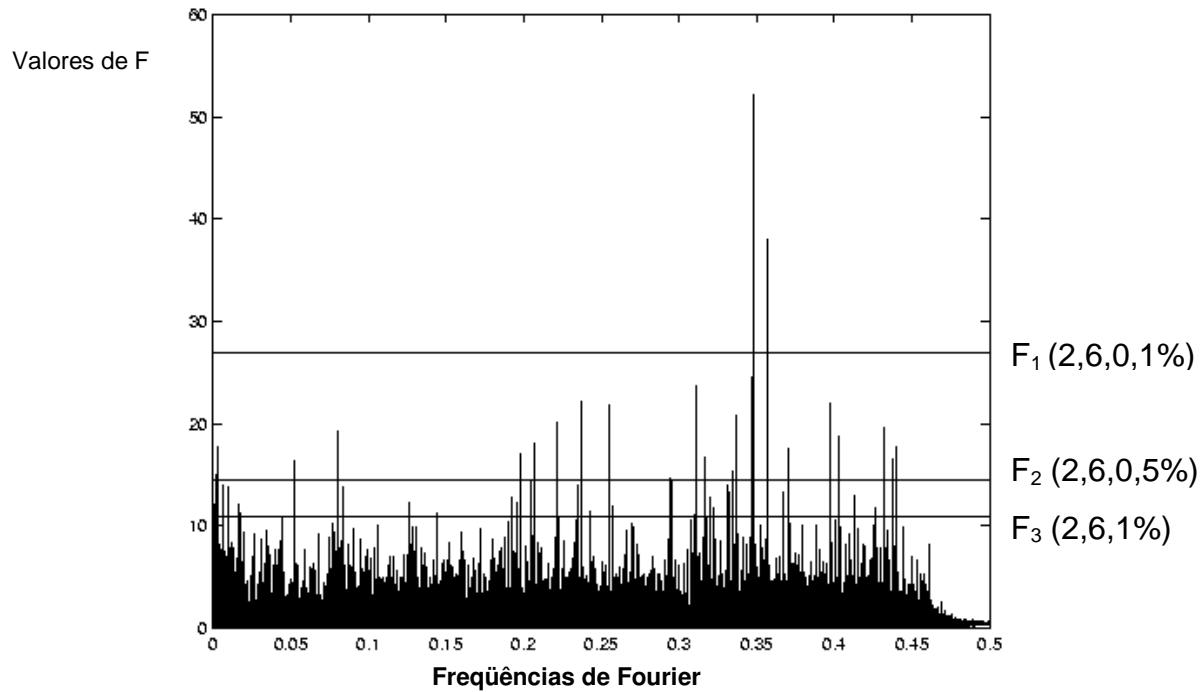
**Gráfico 5.5 - Estatísticas para verificação de existência de sinal comum nas séries observadas para o canal 6, no período intermediário.**



|                 |        |       |       |
|-----------------|--------|-------|-------|
| Valor de F      | 43,324 | 9,109 | 8,766 |
| Freqüência (Hz) | 0,007  | 3,318 | 5,224 |

Nota-se que, com um nível de significância de 1%, existem sinais comuns para as séries do canal 6, no período intermediário, nas frequências 0,007 Hz; 3,318 Hz e 5,224 Hz.

**Gráfico 5.6 - Estatísticas para verificação de existência de sinal comum nas séries observadas para o canal 6, no período final.**



|                 |        |        |        |        |        |        |        |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Valor de F      | 22,216 | 20,098 | 19,321 | 18,088 | 17,683 | 17,012 | 16,565 |
| Freqüência (Hz) | 5,933  | 5,531  | 2,008  | 5,181  | 0,085  | 4,944  | 2,020  |

|                 |        |        |
|-----------------|--------|--------|
| Valor de F      | 16,398 | 15,041 |
| Frequência (Hz) | 1,299  | 0,059  |

Nota-se que, com um nível de significância de 0,5%, existem sinais comuns para as séries do canal 6, no período final, nas frequências indicadas na tabela acima.

## 7. SUGESTÃO PARA ANÁLISES FUTURAS

1. Controlar melhor o horário entre a alimentação dos ratos e a coleta dos sinais mioelétricos, pois poderíamos estar analisando séries em estágios diferentes do período digestivo.
2. Obter dados de ratos diferentes para cada canal e período de coleta de dados, podendo, assim, ser feita uma análise de variância com dois fatores fixos e cruzados: canal (oito níveis = oito eletrodos) e período (três níveis - início, meio e fim).
3. Utilizar análise de Wavelets (Donoho and Johnstone, 1994, 1995 a e 1995 b) para modelar o sinal mioelétrico característico do rato, eliminando componentes indesejadas, tais como, ruído e atuação do filtro passa-altas.

## 8. CONCLUSÕES

As análises revelaram que as séries são localmente estacionárias e que as freqüências 0,6 Hz e 1,4 Hz estão presentes em quase todas, exceto nos canais 3 e 6 do rato 45, no período intermediário e no canal 6 do rato 53, no período intermediário. Com exceção do canal 3 do rato 46, no período inicial; canal 3 do rato 45, no período final, canal 6 do rato 46, no período inicial e do canal 6 do rato 48 no período intermediário, todos os demais apresentaram como significantes pelo menos uma freqüência no intervalo 2,0 Hz e 2,5 Hz.

As freqüências comuns identificadas na análise de variância não foram as mesmas encontradas pelo teste de Fisher na análise dos periodogramas. É interessante ressaltar que o teste de Fisher não tem como suposição básica a estacionariedade das séries, o que acontece na análise de variância.

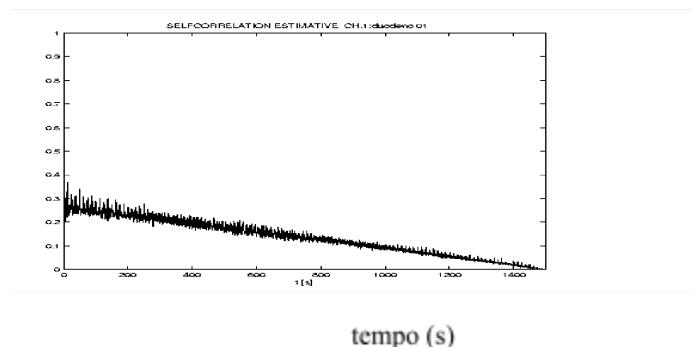
## Apêndice D

### Funções de autocorrelação da série de sinal

**Observação:** A unidade do eixo das ordenadas é  $r(j)$  - correlação entre a  $t$ -ésima e a  $(t+j)$ -ésima observações da série de Sinal,  $t = 1, \dots, N - j$ ; e a unidade do eixo das abscissas é  $j$  (tempo(s)).

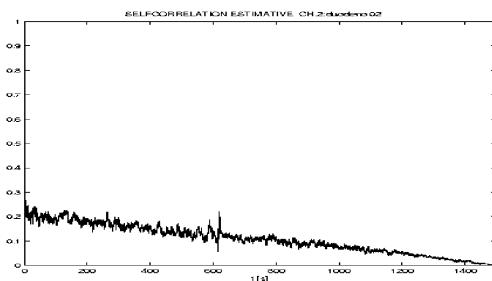
**Funções de autocorrelação da variável sinal para o rato 44, no período inicial.**

**Gráfico D.1 - Canal 1**



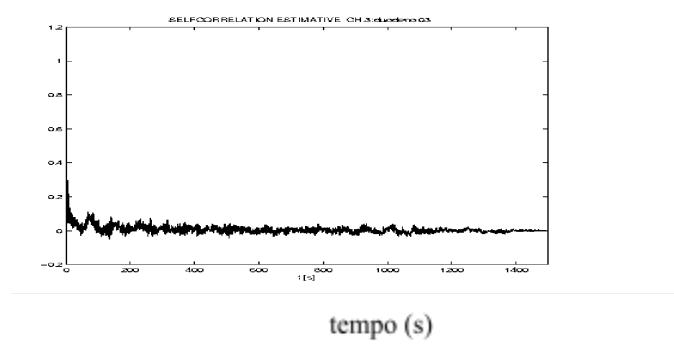
tempo (s)

**Gráfico D.2 - Canal 2**



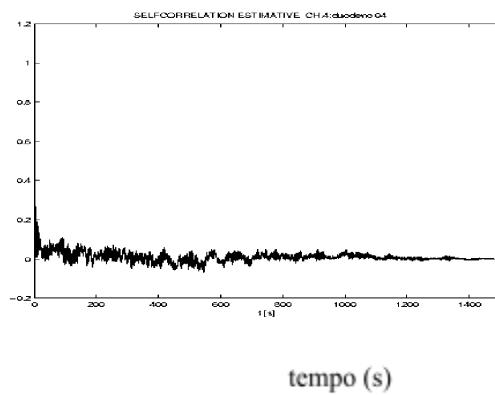
tempo (s)

**Gráfico D.3 - Canal 3**

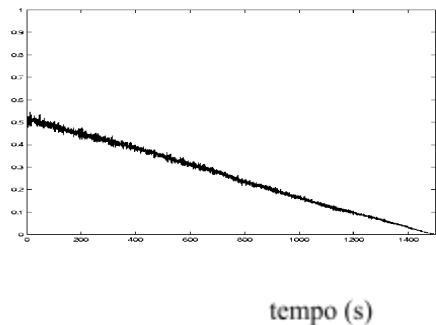


tempo (s)

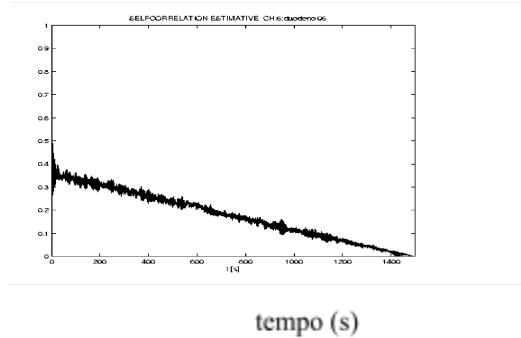
**Gráfico D.4 - Canal 4**

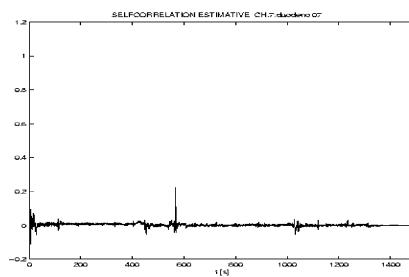


**Gráfico D.5 - Canal 5**

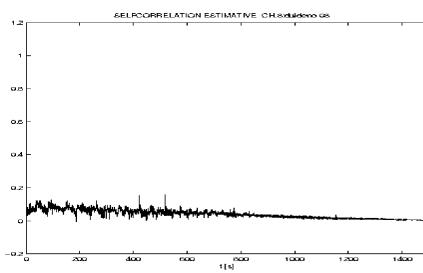


**Gráfico D.6 - Canal 6**



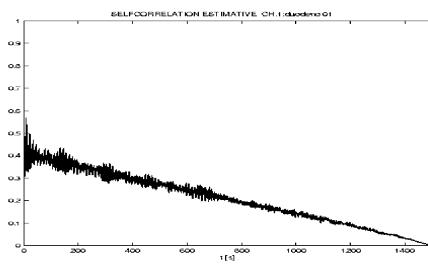
**Gráfico D.7 - Canal 7**

tempo (s)

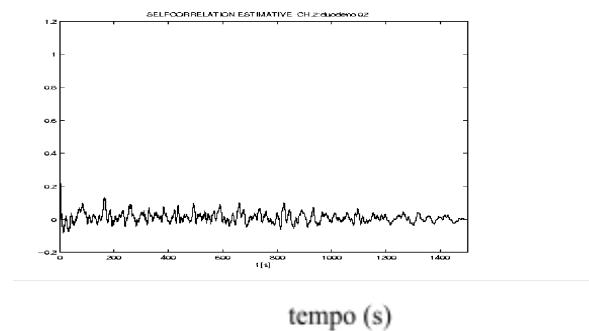
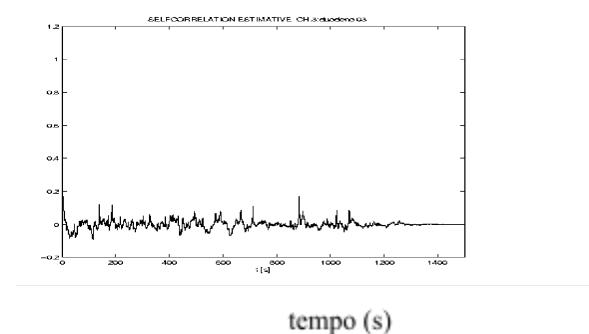
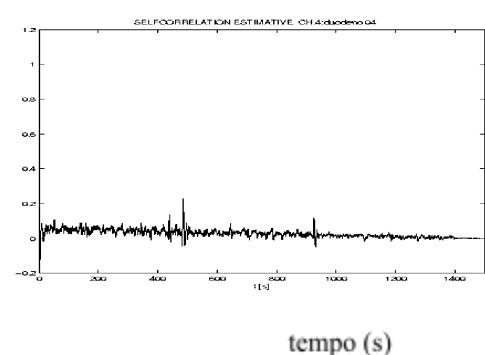
**Gráfico D.8 - Canal 8**

tempo (s)

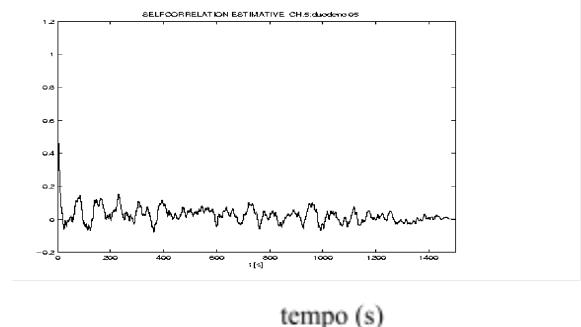
**Funções de autocorrelação da variável sinal para o rato 45, no período inicial.**

**Gráfico D.9 - Canal 1**

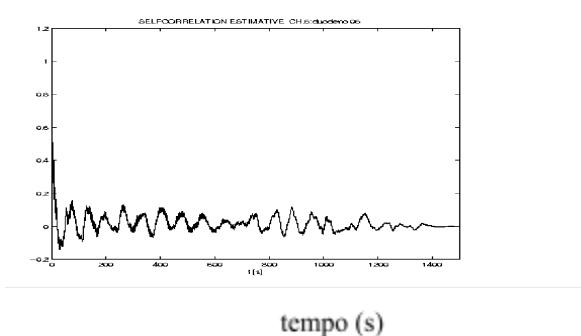
tempo (s)

**Gráfico D.10 - Canal 2****Gráfico D.11 - Canal 3****Gráfico D.12 - Canal 4**

**Gráfico D.13 - Canal 5**



**Gráfico D.14 - Canal 6**



**Gráfico D.15 - Canal 7**

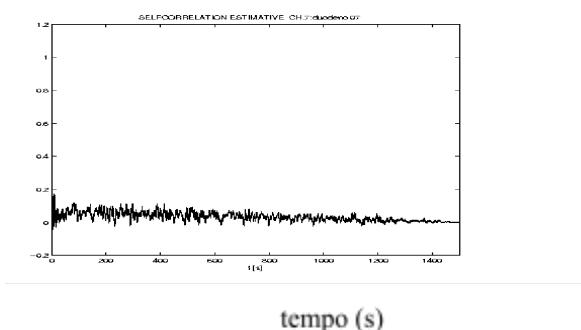
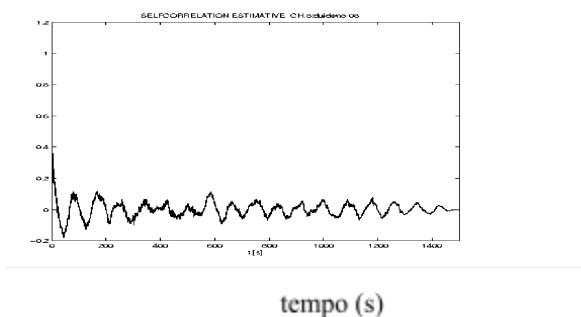


Gráfico D.16 - Canal 8



**Funções de autocorrelação da variável sinal para o rato 46, no período inicial.**

Gráfico D.17 - Canal 1

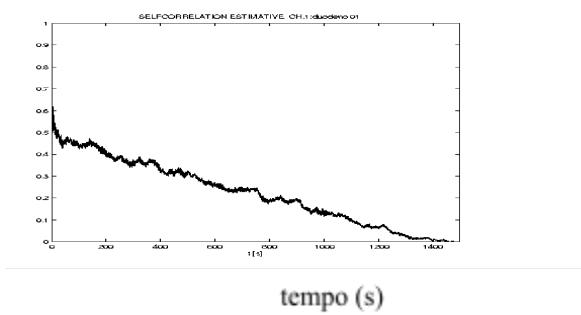
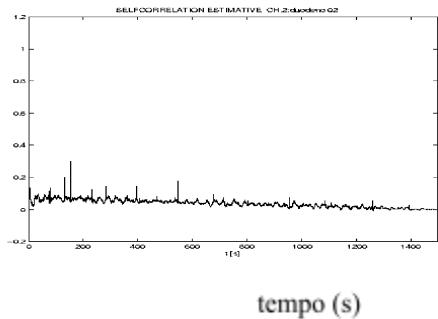
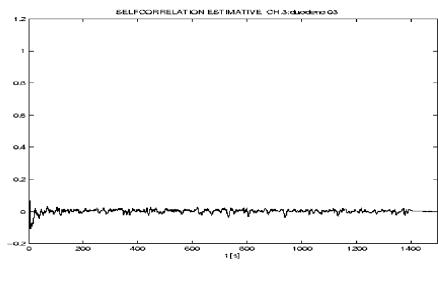


Gráfico D.18 - Canal 2

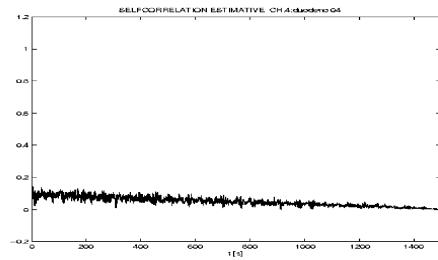


**Gráfico D.19 - Canal 3**



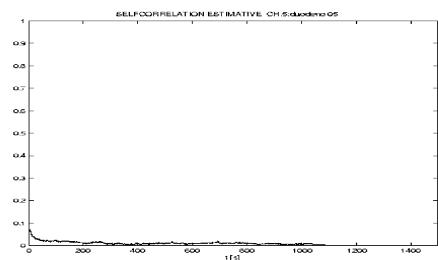
tempo (s)

**Gráfico D.20 - Canal 4**

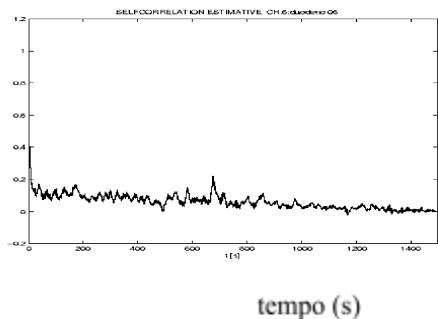


tempo (s)

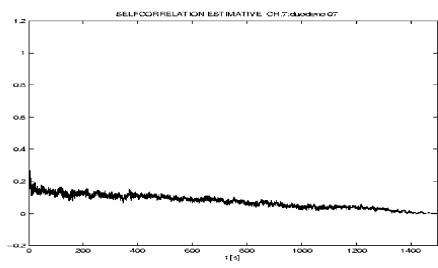
**Gráfico D.21 - Canal 5**



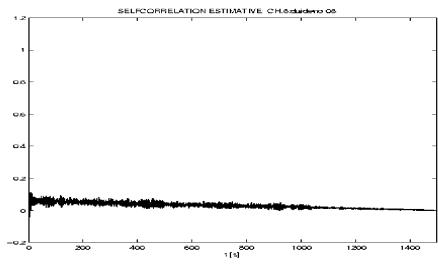
tempo (s)

**Gráfico D.22 - Canal 6**

tempo (s)

**Gráfico D.23 - Canal 7**

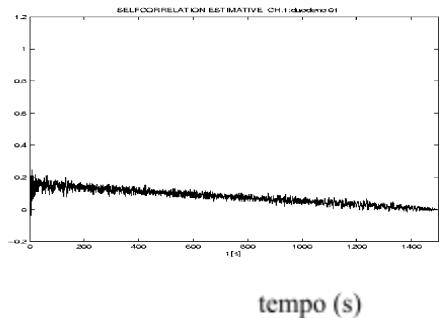
tempo (s)

**Gráfico D.24 - Canal 8**

tempo (s)

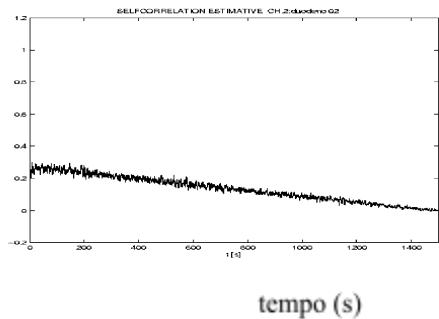
**Funções de autocorrelação da variável sinal para o rato 48, no período inicial.**

**Gráfico D.25 - Canal 1**



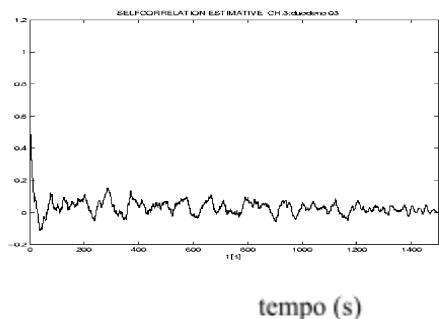
tempo (s)

**Gráfico D.26 - Canal 2**



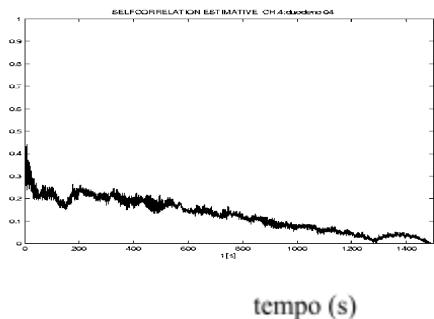
tempo (s)

**Gráfico D.27 - Canal 3**

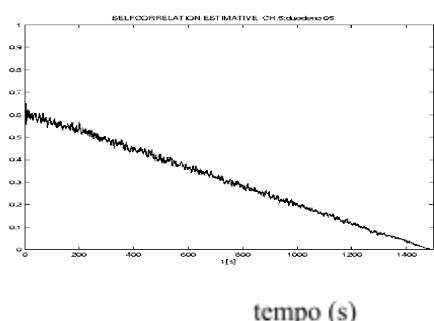


tempo (s)

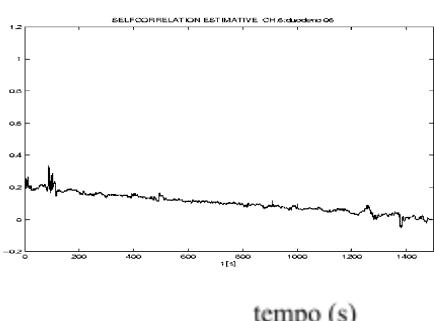
**Gráfico D.28 - Canal 4**



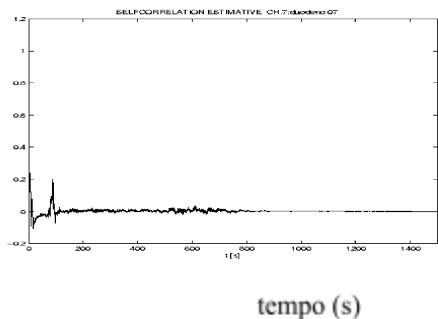
**Gráfico D.29 - Canal 5**



**Gráfico D.30 - Canal 6**

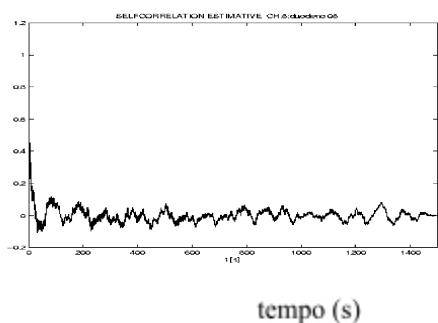


**Gráfico D.31 - Canal 7**



tempo (s)

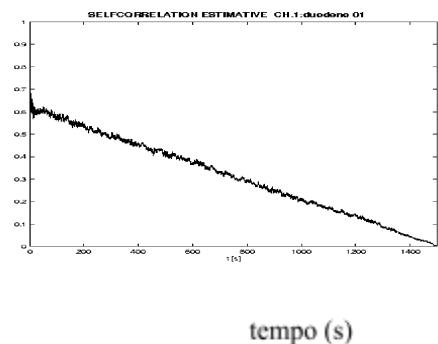
**Gráfico D.32 - Canal 8**



tempo (s)

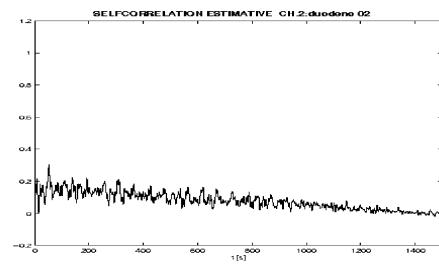
**Funções de autocorrelação da variável sinal para o rato 49, no período inicial.**

**Gráfico D.33 - Canal 1**



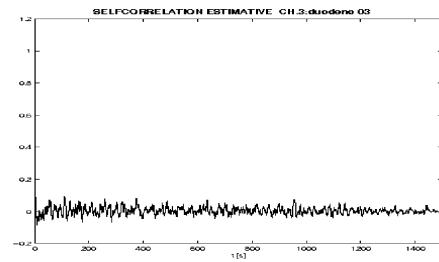
tempo (s)

Gráfico D.34 - Canal 2



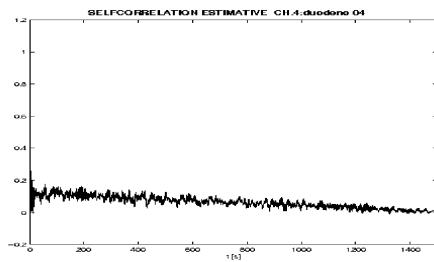
tempo (s)

Gráfico D.35 - Canal 3



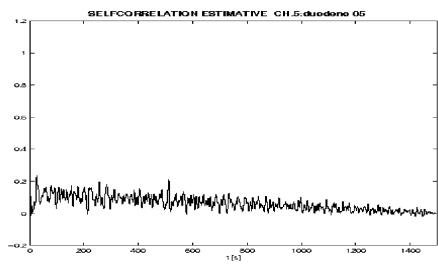
tempo (s)

Gráfico D.36 - Canal 4



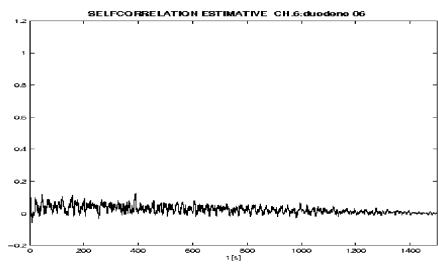
tempo (s)

Gráfico D.37 - Canal 5



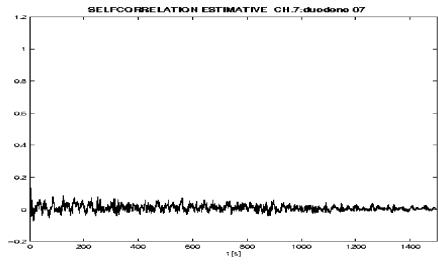
tempo (s)

Gráfico D.38 - Canal 6



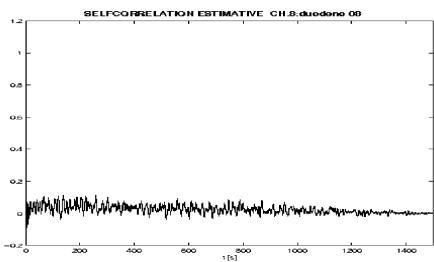
tempo (s)

Gráfico D.39 - Canal 7



tempo (s)

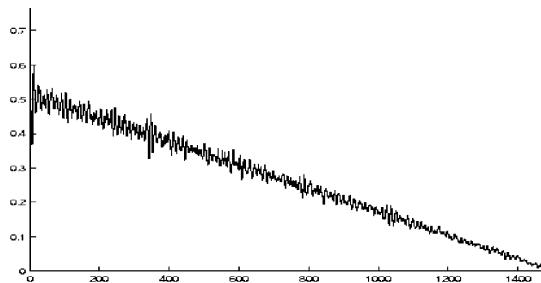
**Gráfico D.40 - Canal 8**



tempo (s)

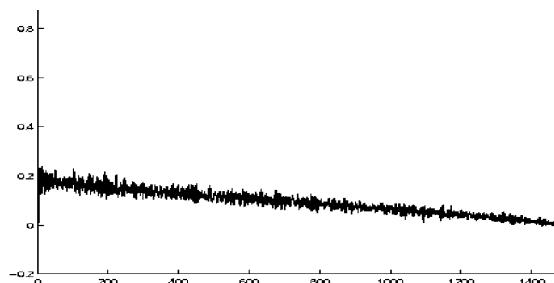
**Funções de autocorrelação da variável sinal para o rato 53, no período inicial.**

**Gráfico D.41 - Canal 1**



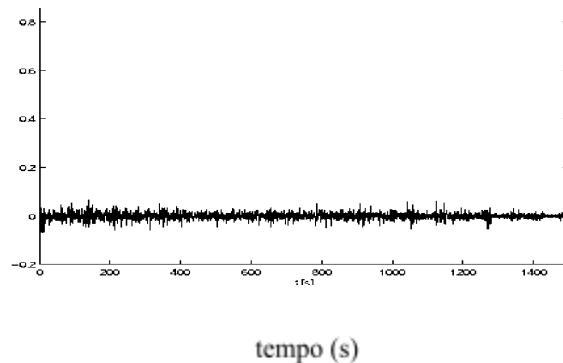
tempo (s)

**Gráfico D.42 - Canal 2**



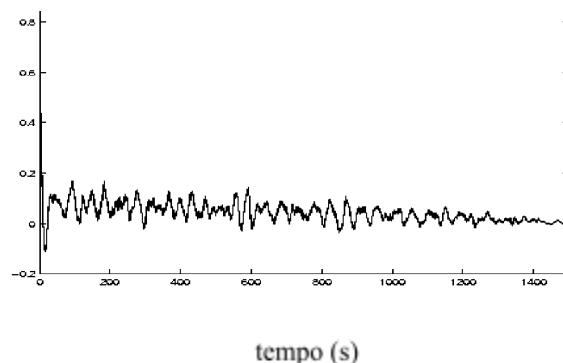
tempo (s)

**Gráfico D.43 - Canal 3**



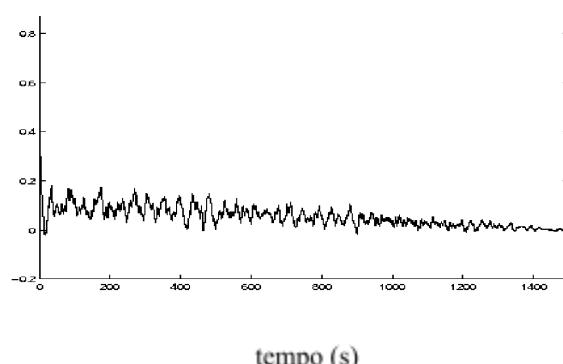
tempo (s)

**Gráfico D.44 - Canal 4**



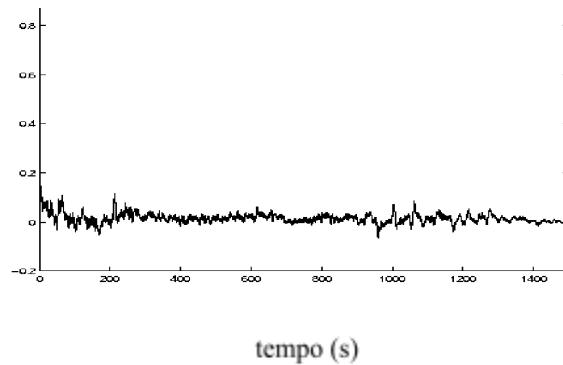
tempo (s)

**Gráfico D.45 - Canal 5**

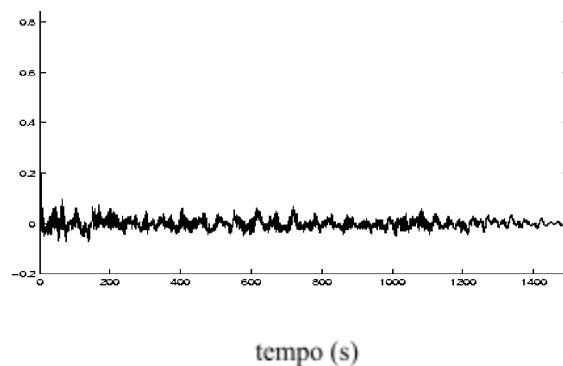


tempo (s)

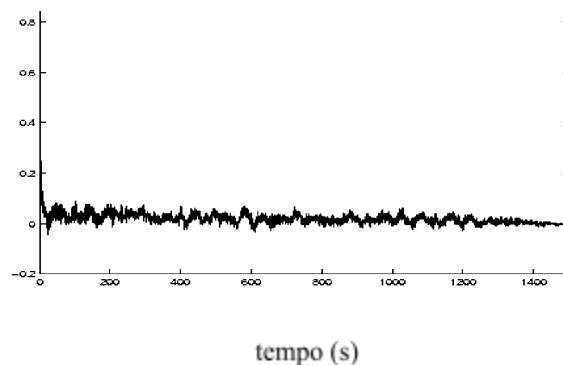
**Gráfico D.46 - Canal 6**



**Gráfico D.47 - Canal 7**



**Gráfico D.48 - Canal 8**



Funções de autocorrelação da série com uma diferença da variável sinal para o rato 44, no período inicial.

Gráfico D.137 - Canal 1

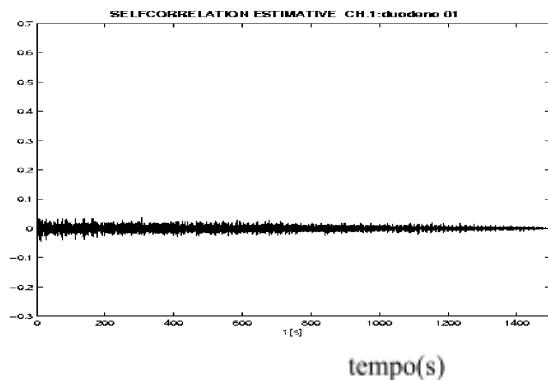


Gráfico D.138 - Canal 2

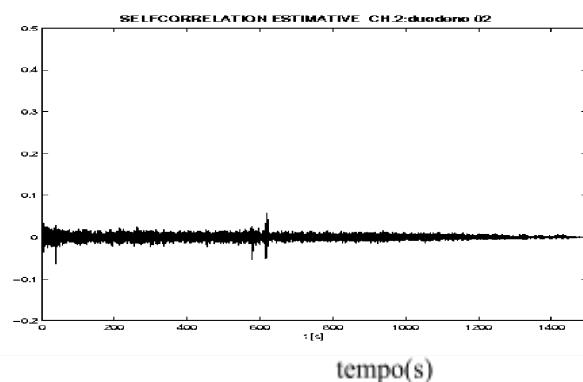
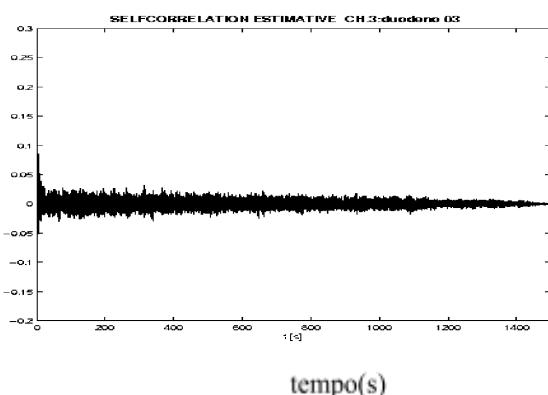
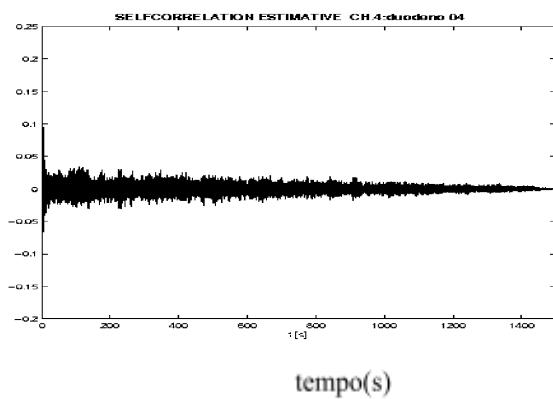
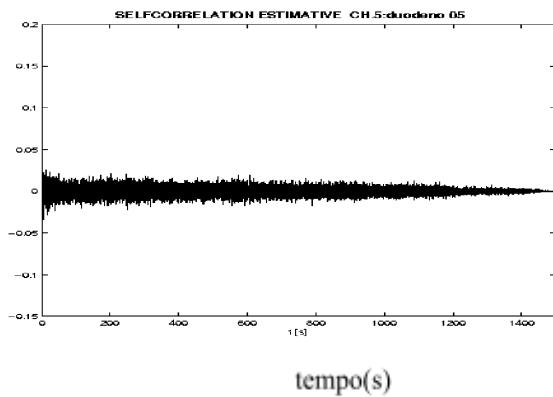
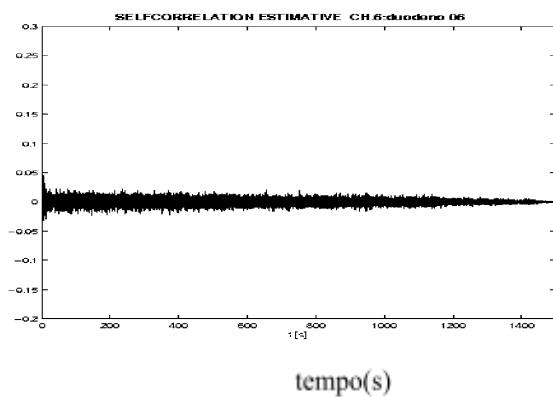
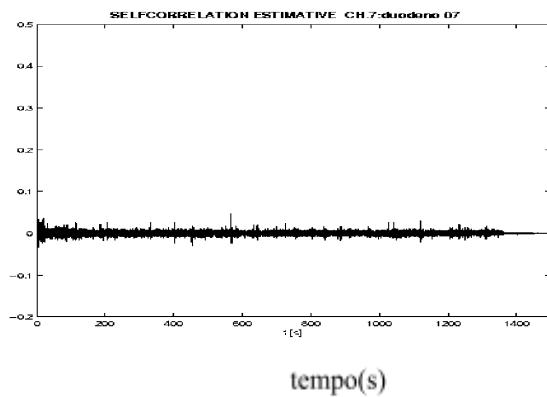


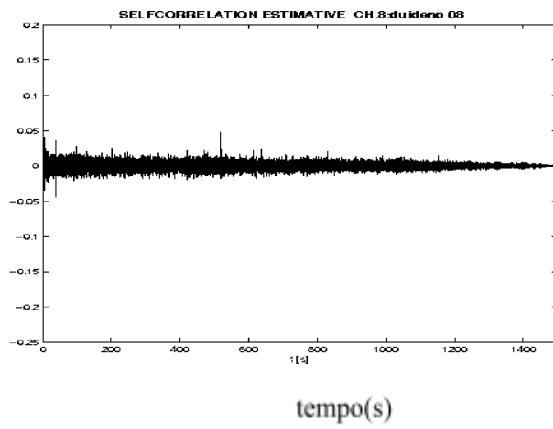
Gráfico D.139 - Canal 3



**Gráfico D.140 - Canal 4****Gráfico D.141 - Canal 5****Gráfico D.142 - Canal 6**

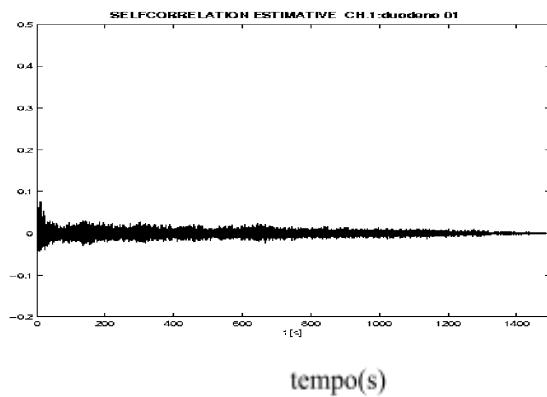
**Gráfico D.143 - Canal 7**

tempo(s)

**Gráfico D.144 - Canal 8**

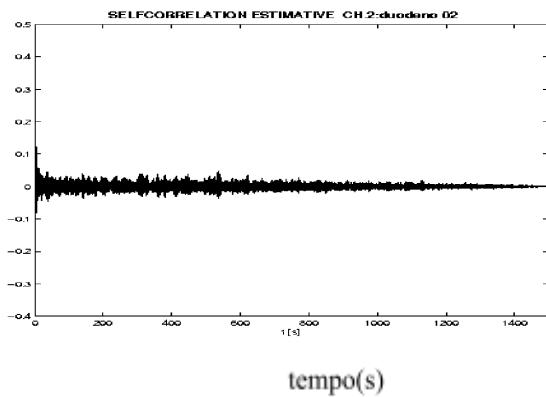
tempo(s)

**Funções de autocorrelação da série com uma diferença da variável sinal para o rato 45, no período inicial.**

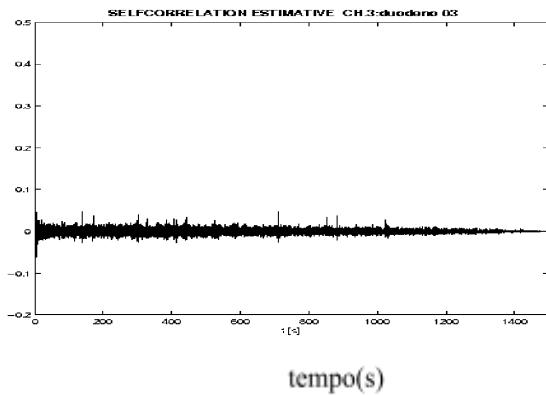
**Gráfico D.145 - Canal 1**

tempo(s)

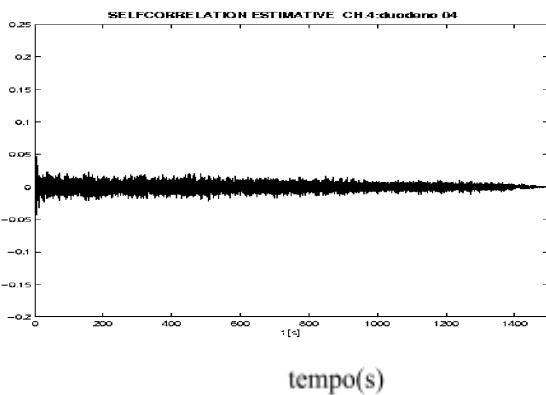


**Gráfico D.146 - Canal 2**

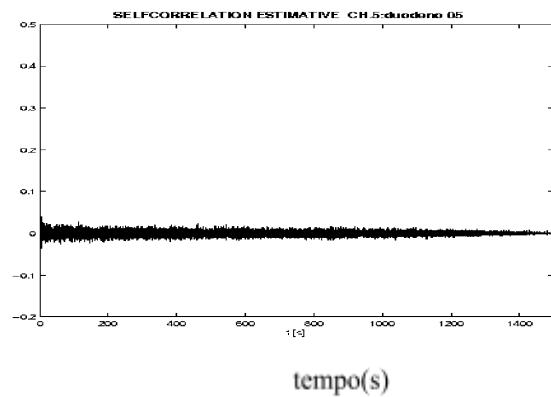
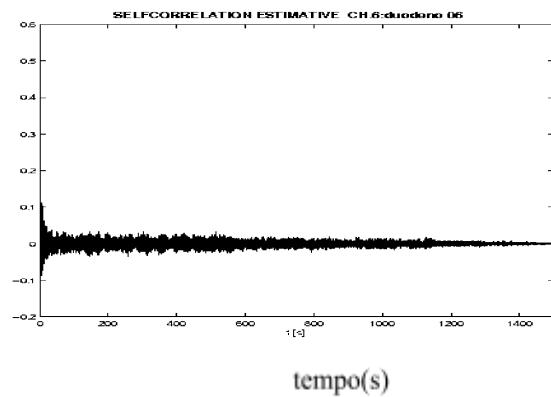
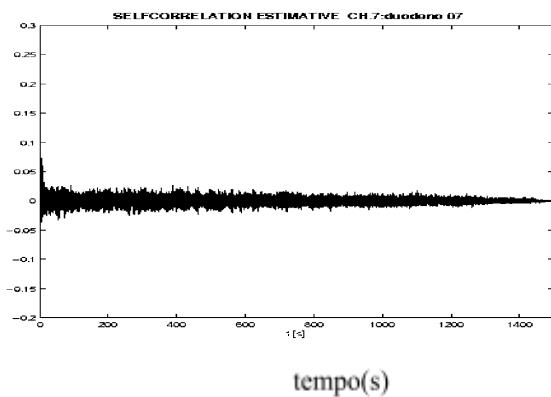
tempo(s)

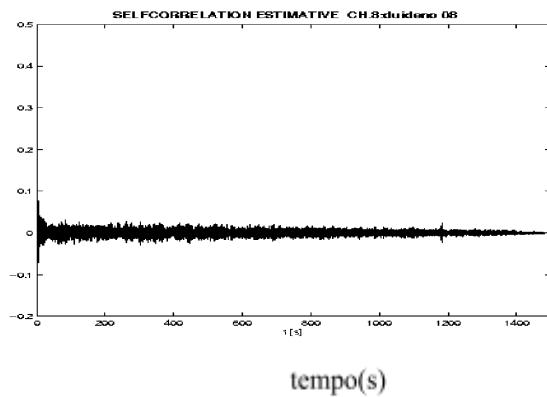
**Gráfico D.147 - Canal 3**

tempo(s)

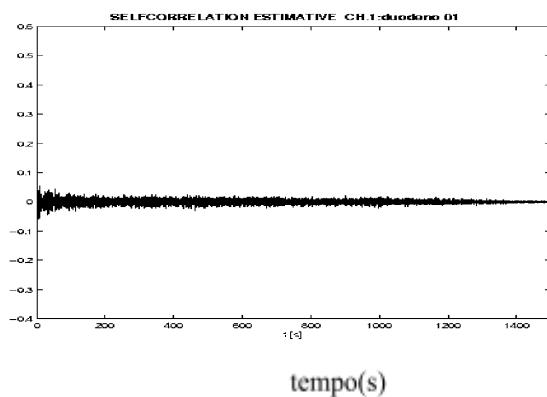
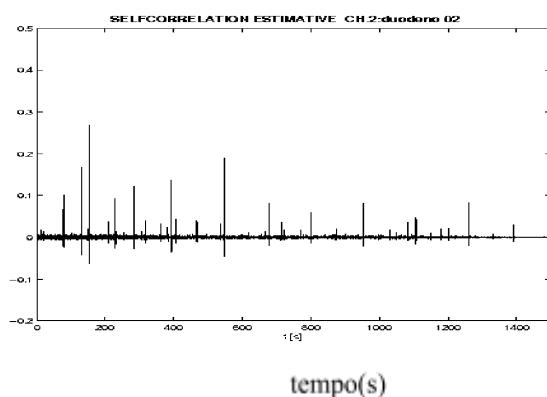
**Gráfico D.148 - Canal 4**

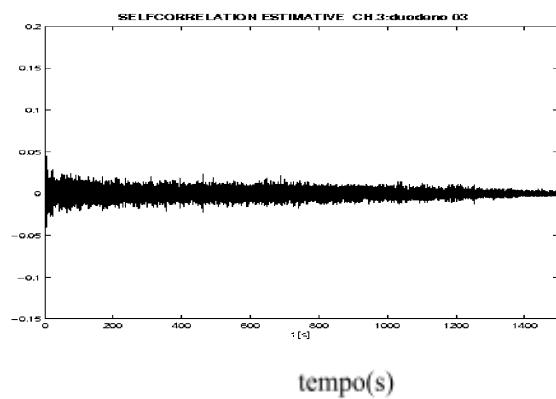
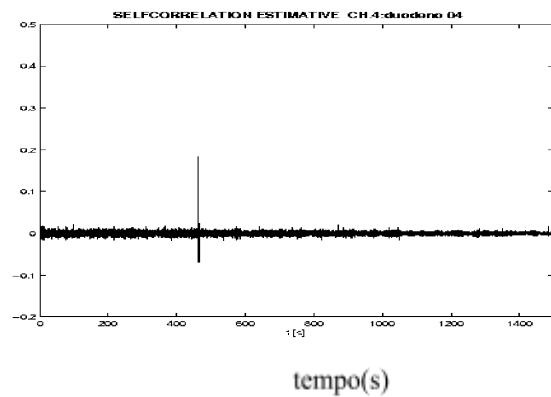
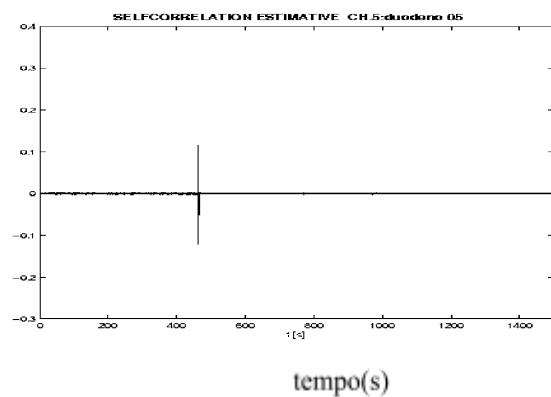
tempo(s)

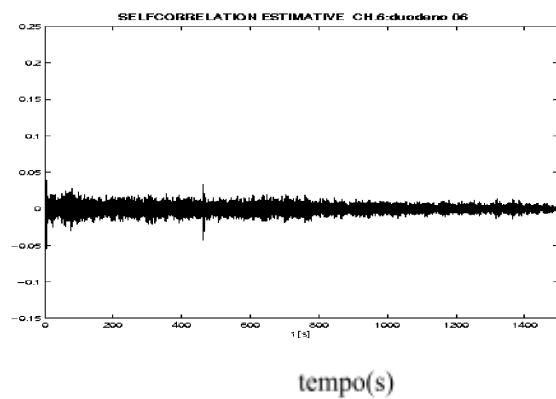
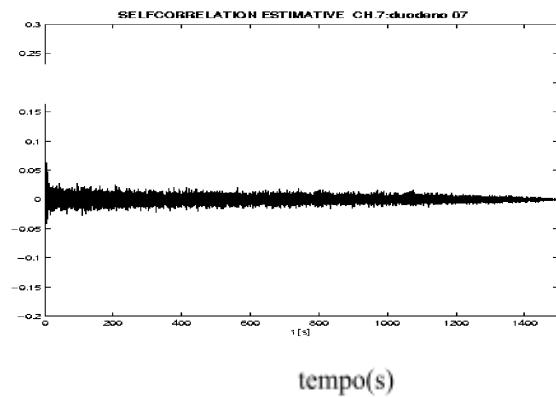
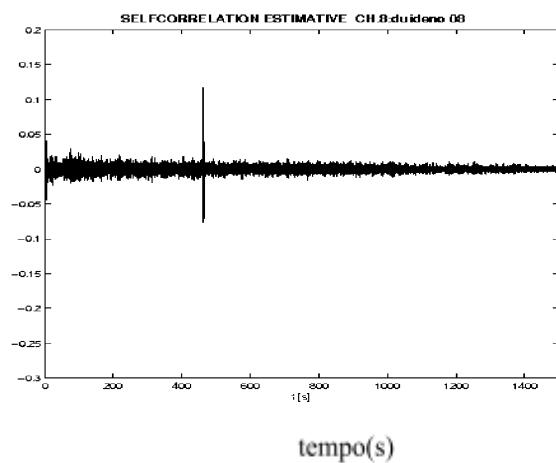
**Gráfico D.149 - Canal 5****Gráfico D.150 - Canal 6****Gráfico D.151 - Canal 7**

**Gráfico D.152 - Canal 8**

**Funções de autocorrelação da série com uma diferença da variável sinal para o rato 46, no período inicial.**

**Gráfico D.153 - Canal 1****Gráfico D.154 - Canal 2**

**Gráfico D.155 - Canal 3****Gráfico D.156 - Canal 4****Gráfico D.157 - Canal 5**

**Gráfico D.158 - Canal 6****Gráfico D.159 - Canal 7****Gráfico D.160 - Canal 8**

Funções de autocorrelação da série com uma diferença da variável sinal para o rato 48, no período inicial.

Gráfico D.161 - Canal 1

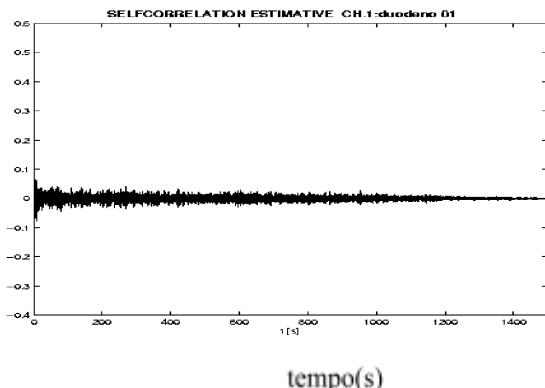


Gráfico D.162- Canal 2

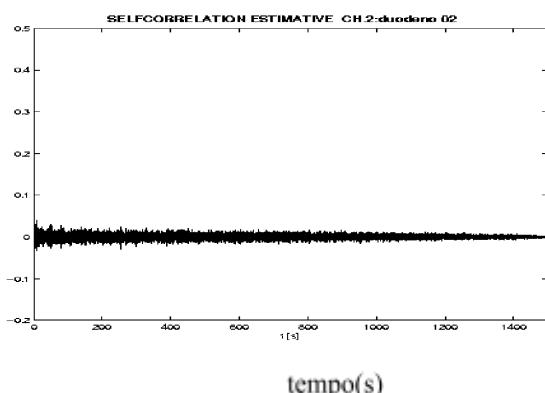
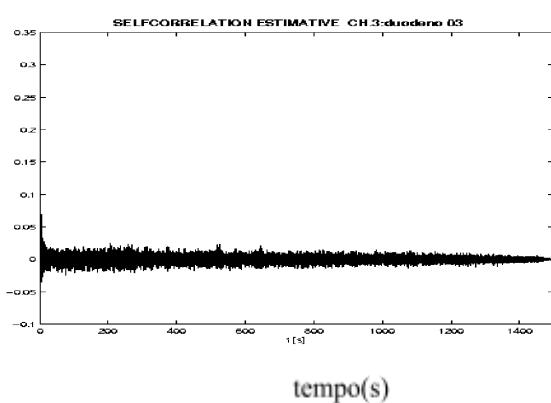
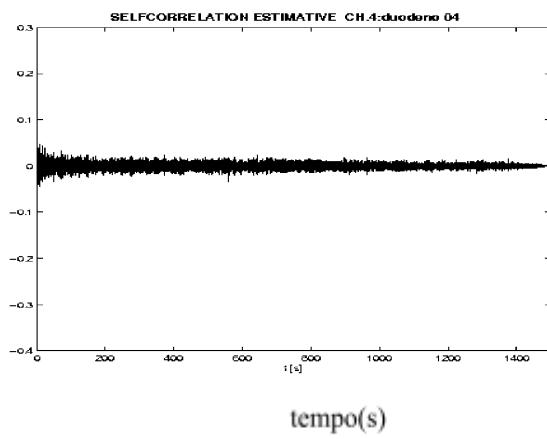
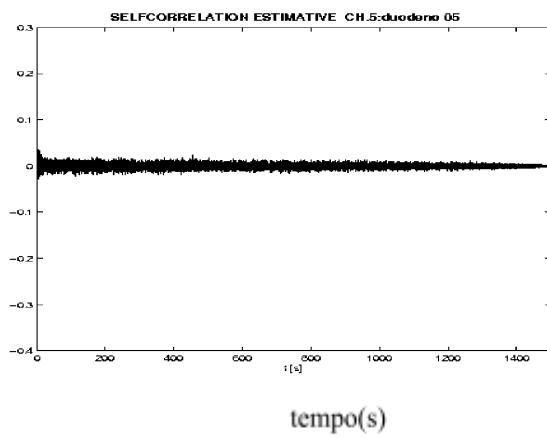
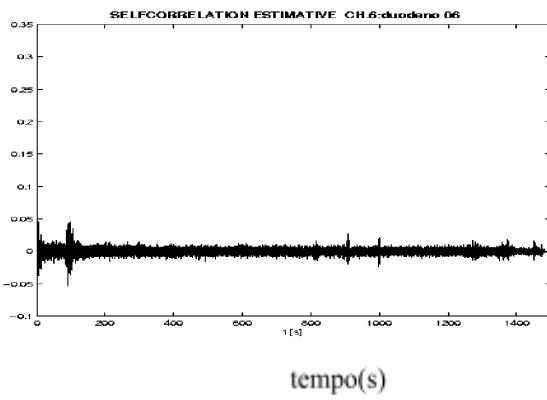
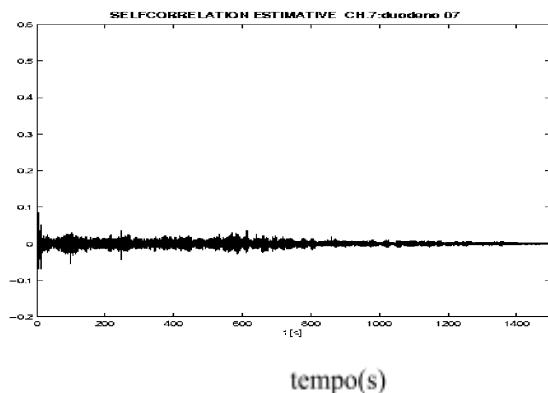


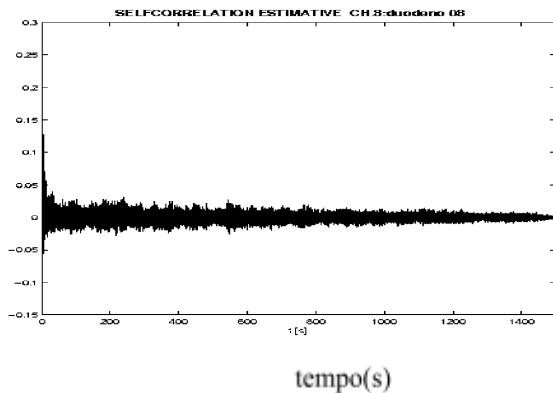
Gráfico D.163 - Canal 3



**Gráfico D.164 - Canal 4****Gráfico D.165 - Canal 5****Gráfico D.166 - Canal 6**

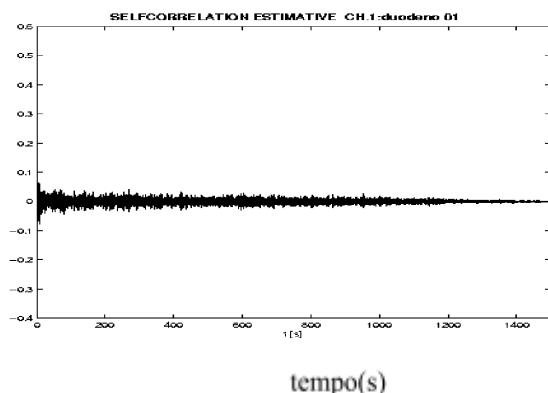
**Gráfico D.167 - Canal 7**

tempo(s)

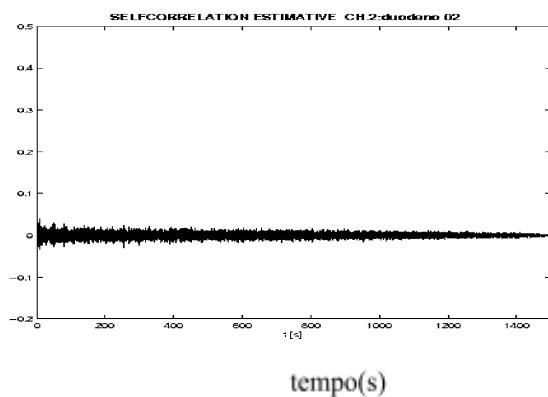
**Gráfico D.168 - Canal 8**

tempo(s)

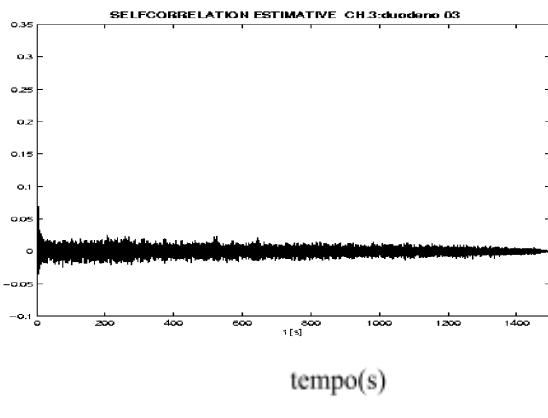
**Funções de autocorrelação da série com uma diferença da variável sinal para o rato 49, no período inicial.**

**Gráfico D.169 - Canal 1**

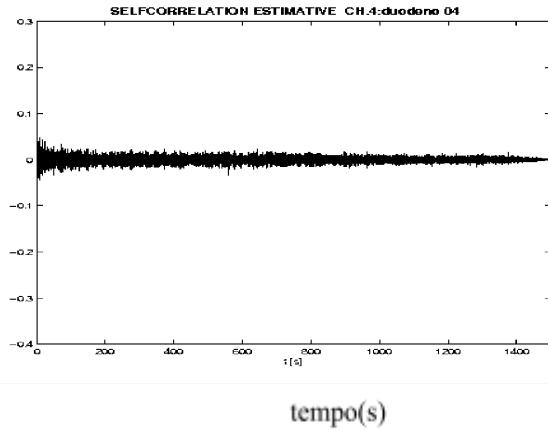
tempo(s)

**Gráfico D.170 - Canal 2**

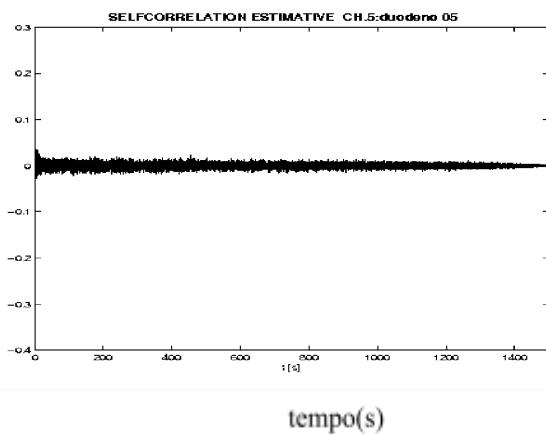
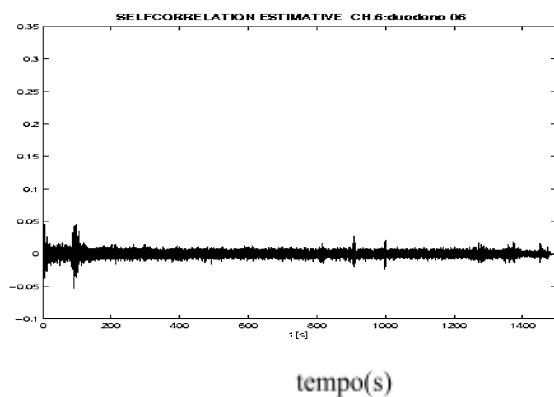
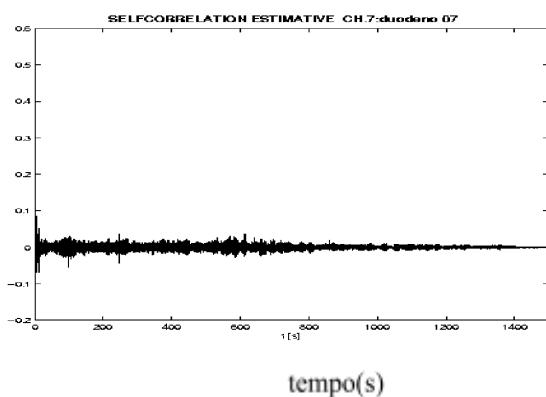
tempo(s)

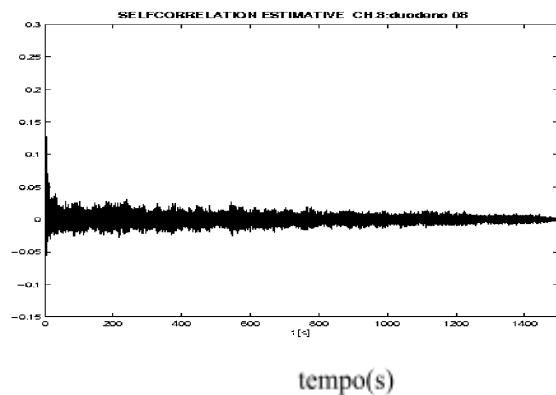
**Gráfico D.171 - Canal 3**

tempo(s)

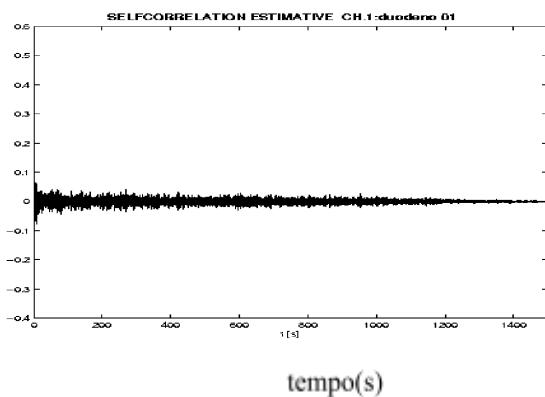
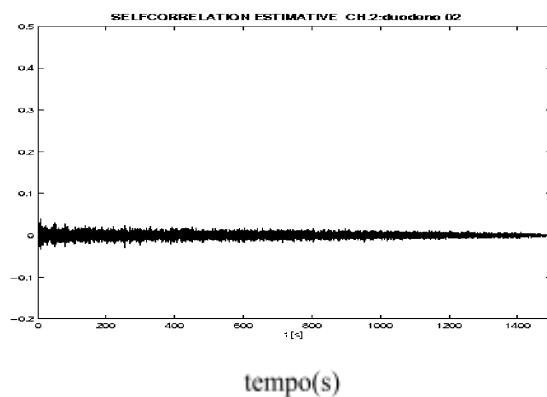
**Gráfico D.172 - Canal 4**

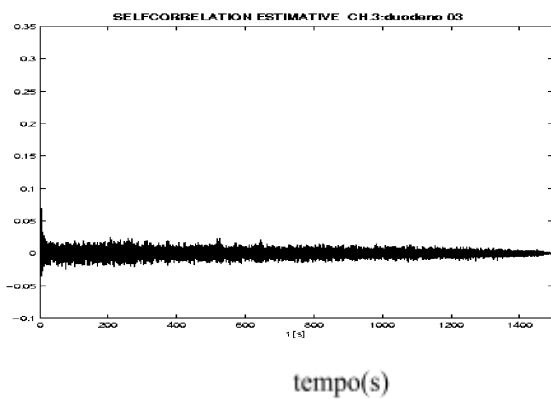
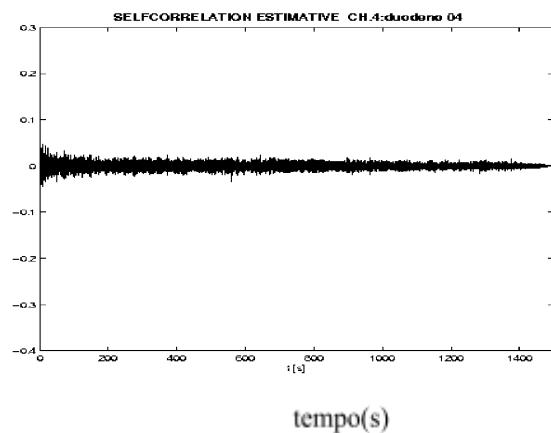
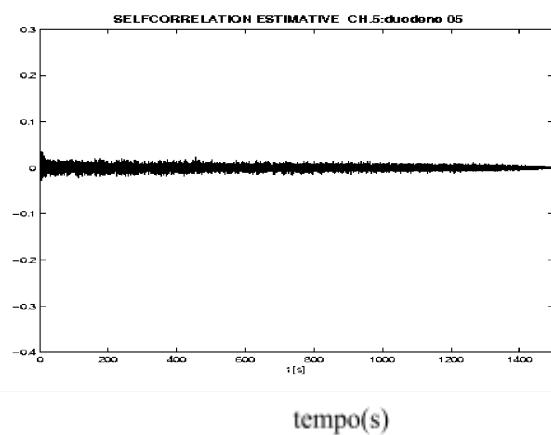
tempo(s)

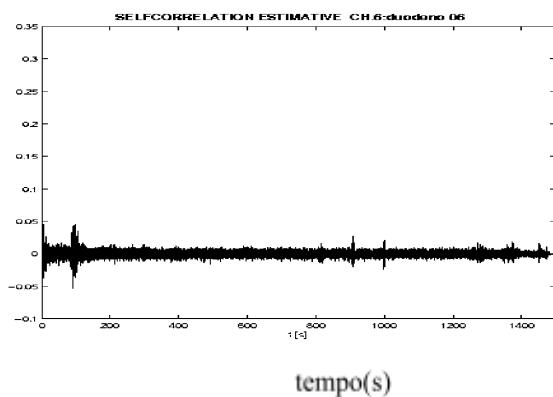
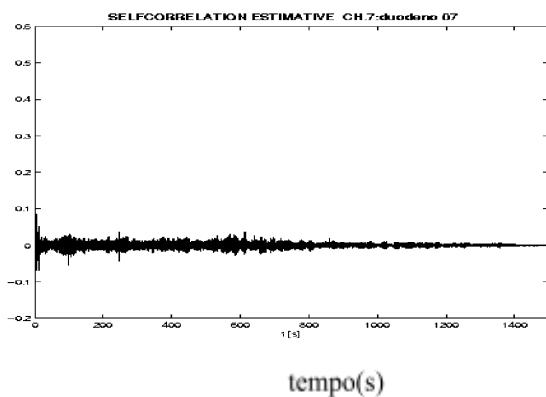
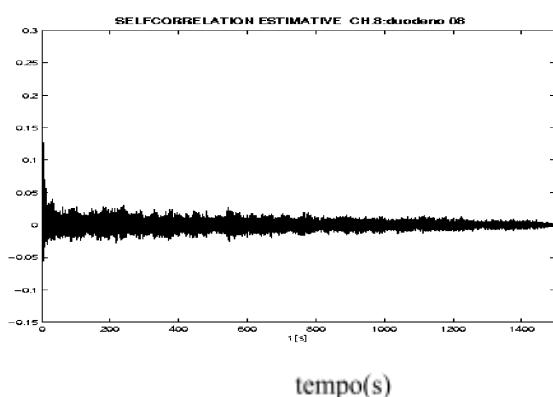
**Gráfico D.173 - Canal 5****Gráfico D.174 - Canal 6****Gráfico D.175 - Canal 7**

**Gráfico D.176 - Canal 8**

**Funções de autocorrelação da série com uma diferença da variável sinal para o rato 53, no período inicial.**

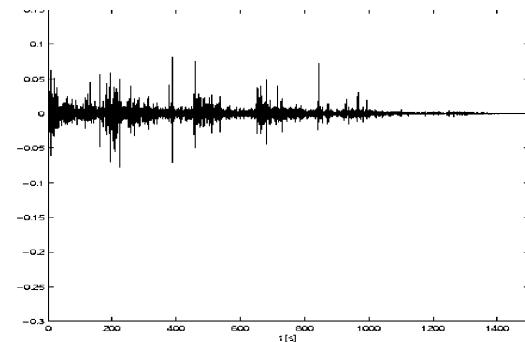
**Gráfico D.177 - Canal 1****Gráfico D.178 - Canal 2**

**Gráfico D.179 - Canal 3****Gráfico D.180 - Canal 4****Gráfico D.181 - Canal 5**

**Gráfico D.182 - Canal 6****Gráfico D.183 - Canal 7****Gráfico D.184 - Canal 8**

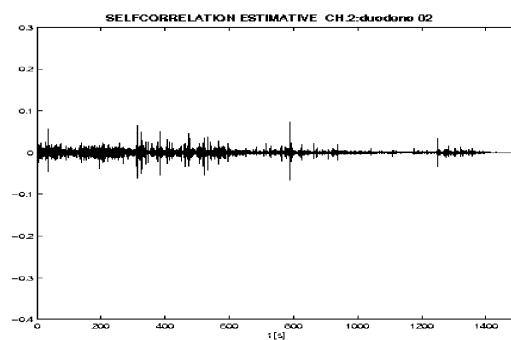
**Funções de autocorrelação da série com uma diferença da variável sinal para o rato 44, no período final.**

**Gráfico D.233 - Canal 1**



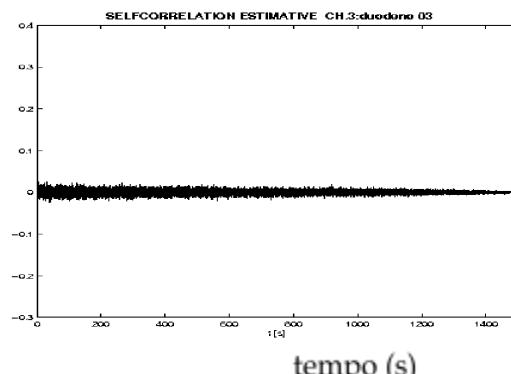
tempo (s)

**Gráfico D.234 - Canal 2**

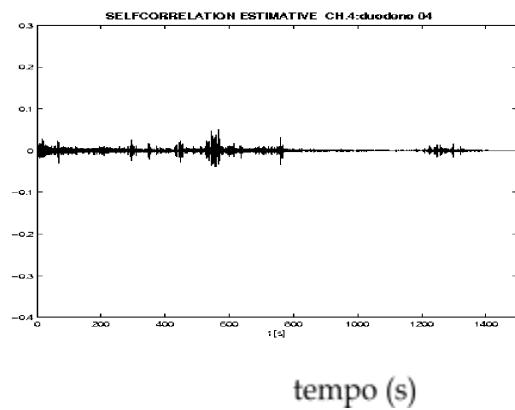


tempo (s)

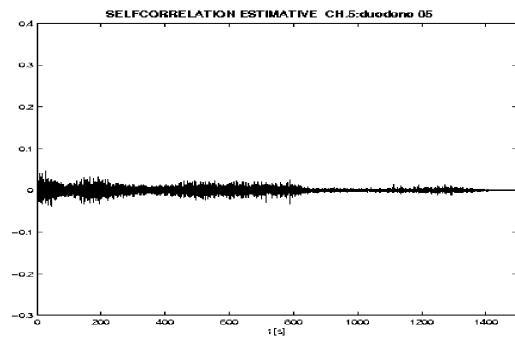
**Gráfico D.235 - Canal 3**



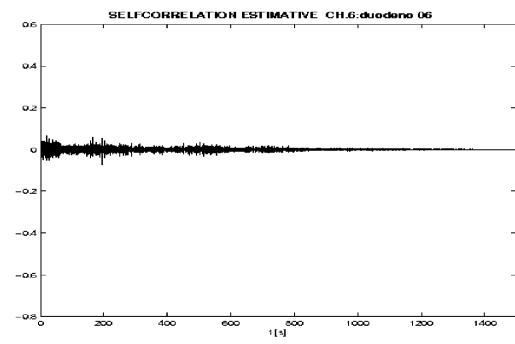
tempo (s)

**Gráfico D.236 - Canal 4**

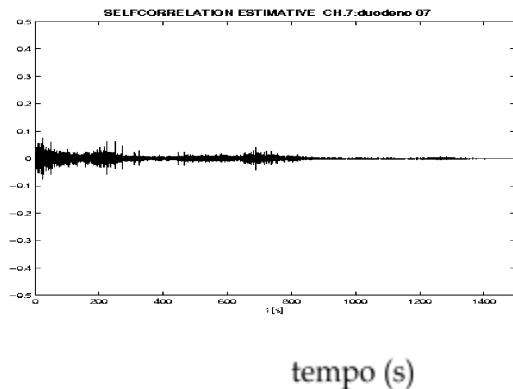
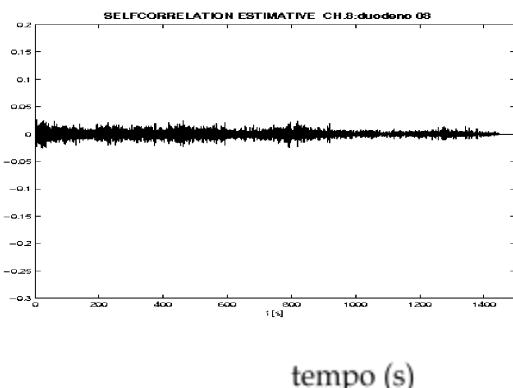
tempo (s)

**Gráfico D.237 - Canal 5**

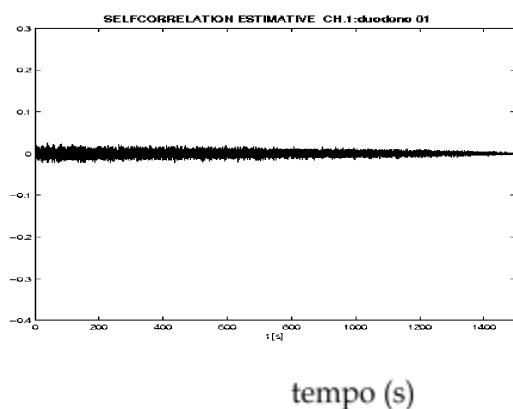
tempo (s)

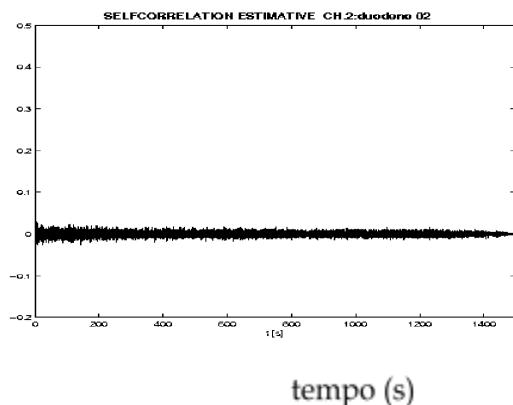
**Gráfico D.238 - Canal 6**

tempo (s)

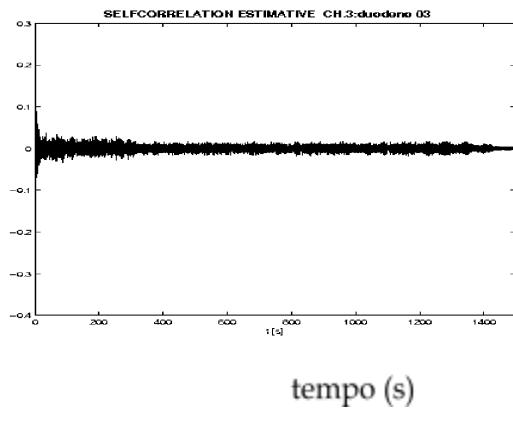
**Gráfico D.239 - Canal 7****Gráfico D.240 - Canal 8**

**Funções de autocorrelação da série com uma diferença da variável sinal para o rato 45, no período final.**

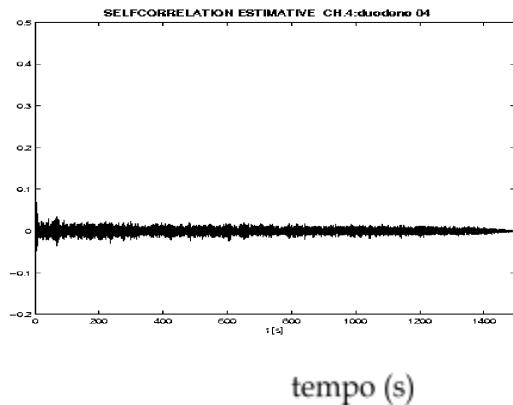
**Gráfico D.241 - Canal 1**

**Gráfico D.242 - Canal 2**

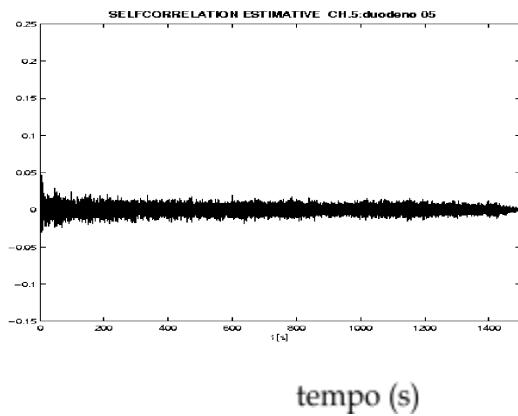
tempo (s)

**Gráfico D.243 - Canal 3**

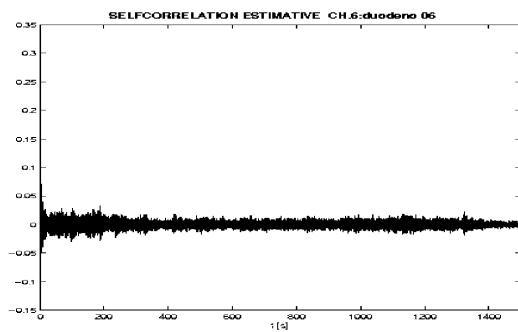
tempo (s)

**Gráfico D.244 - Canal 4**

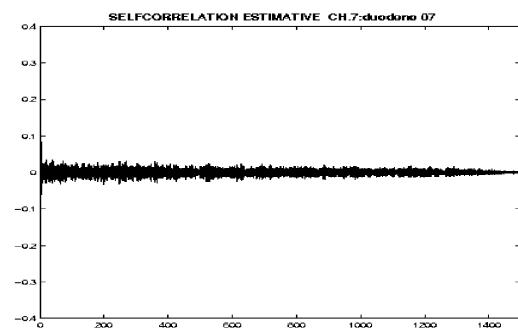
tempo (s)

**Gráfico D.245 - Canal 5**

tempo (s)

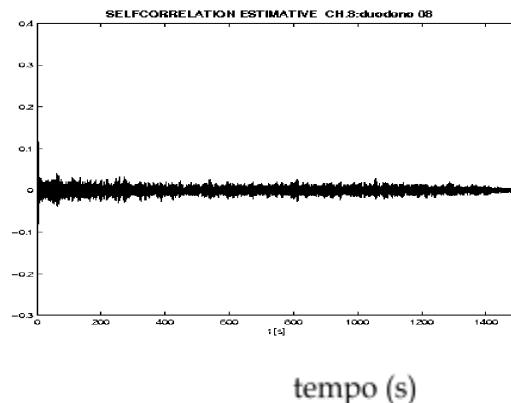
**Gráfico D.246 - Canal 6**

tempo (s)

**Gráfico D.247 - Canal 7**

tempo (s)

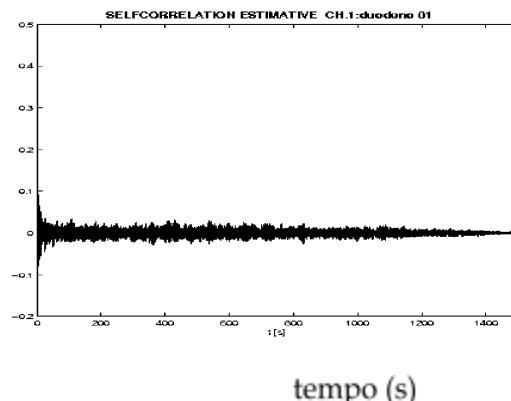
Gráfico D.248 - Canal 8



tempo (s)

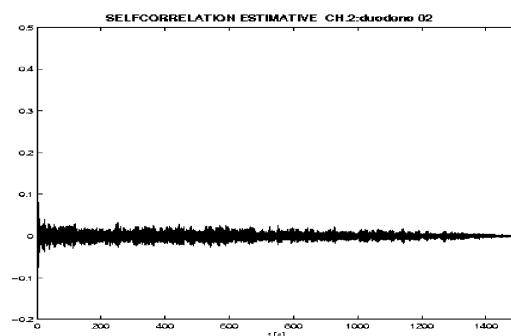
**Funções de autocorrelação da série com uma diferença da variável sinal para o rato 46, no período final.**

Gráfico D.249 - Canal 1

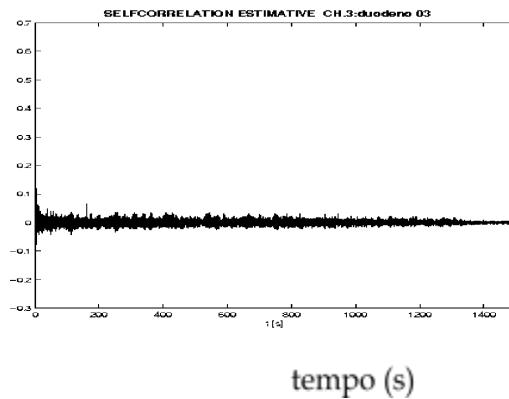


tempo (s)

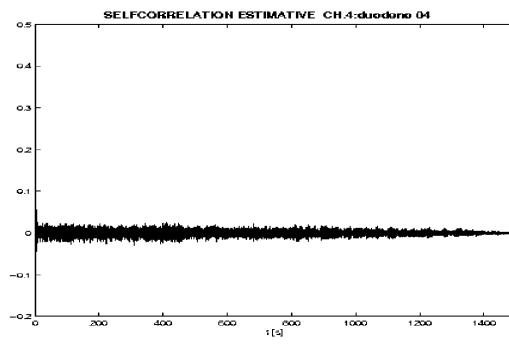
Gráfico D.250 - Canal 2



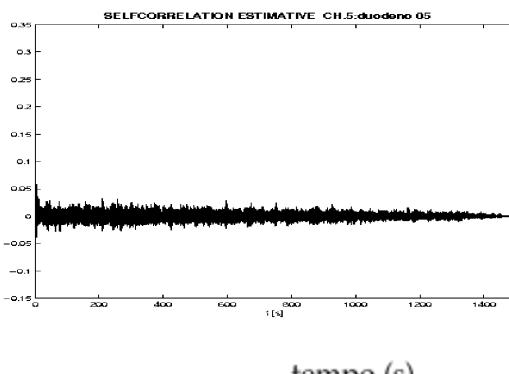
tempo (s)

**Gráfico D.251 - Canal 3**

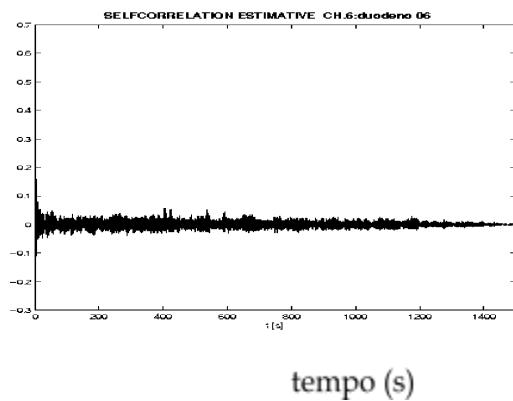
tempo (s)

**Gráfico D.252 - Canal 4**

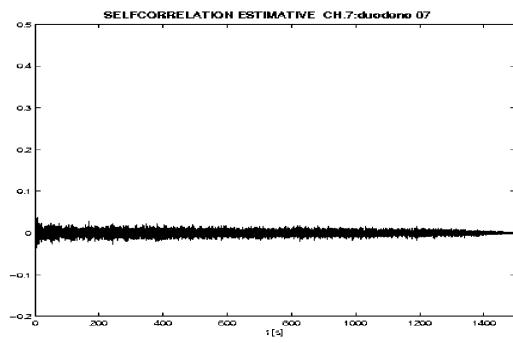
tempo (s)

**Gráfico D.253 - Canal 5**

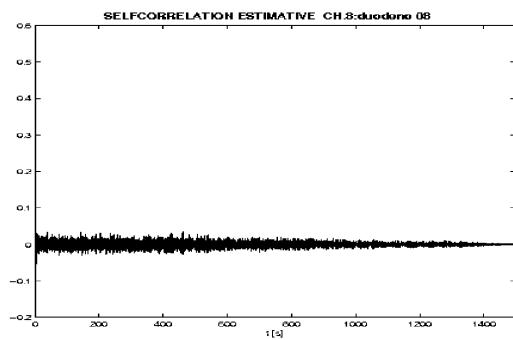
tempo (s)

**Gráfico D.254 - Canal 6**

tempo (s)

**Gráfico D.255 - Canal 7**

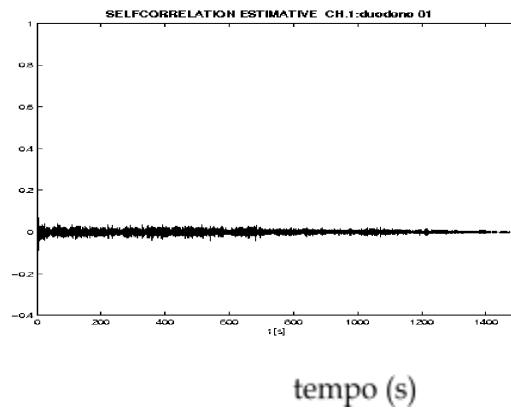
tempo (s)

**Gráfico D.256 - Canal 8**

tempo (s)

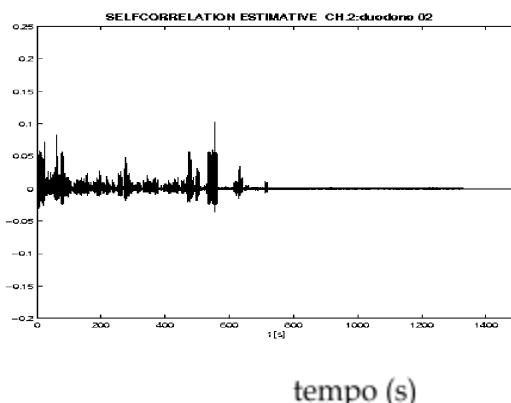
**Funções de autocorrelação da série com uma diferença da variável sinal para o rato 48, no período final.**

**Gráfico D.257 - Canal 1**



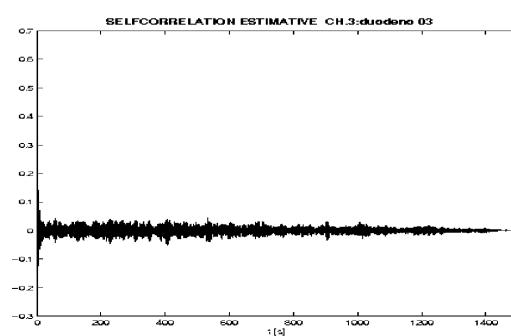
tempo (s)

**Gráfico D.258 - Canal 2**



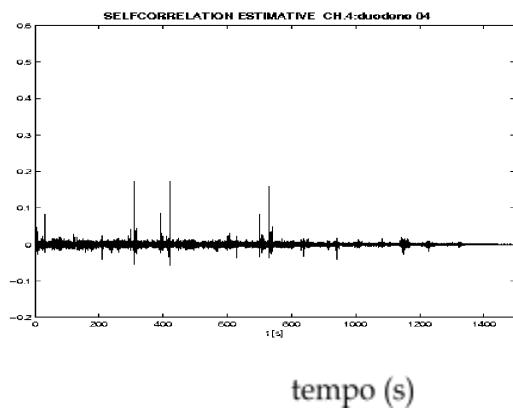
tempo (s)

**Gráfico D.259 - Canal 3**



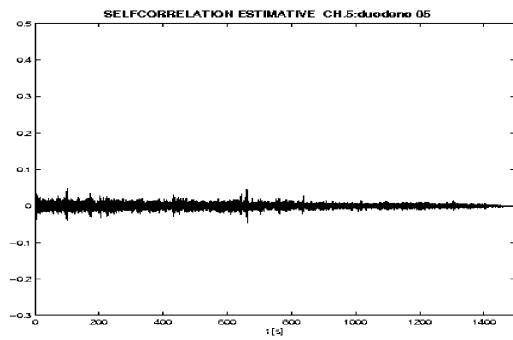
tempo (s)

Gráfico D.260 - Canal 4



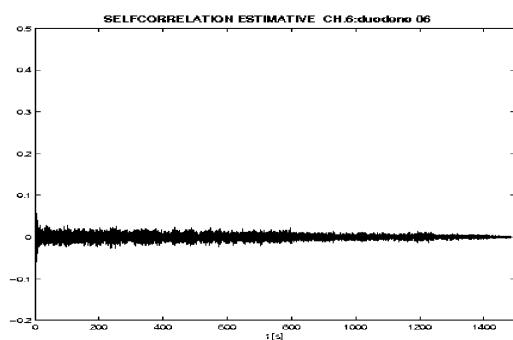
tempo (s)

Gráfico D.261 - Canal 5

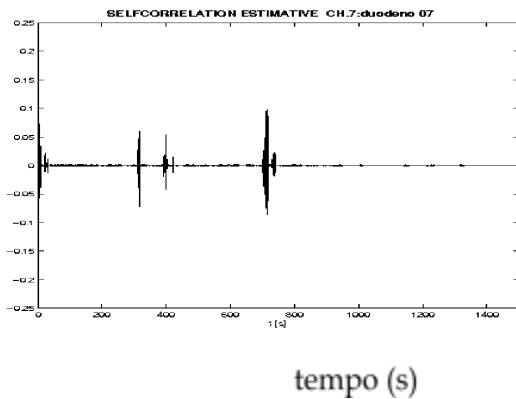
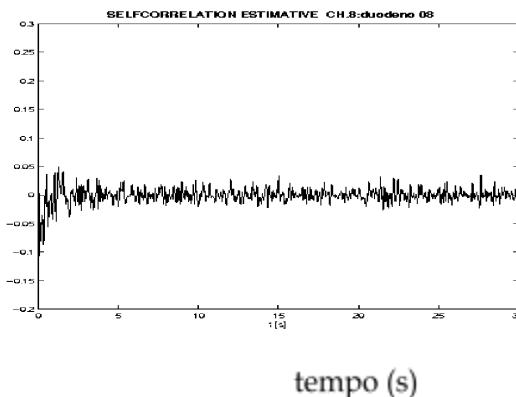


tempo (s)

Gráfico D.262 - Canal 6



tempo (s)

**Gráfico D.263 - Canal 7****Gráfico D.264 - Canal 8**

**Funções de autocorrelação da série com uma diferença da variável sinal para o rato 49, no período final.**

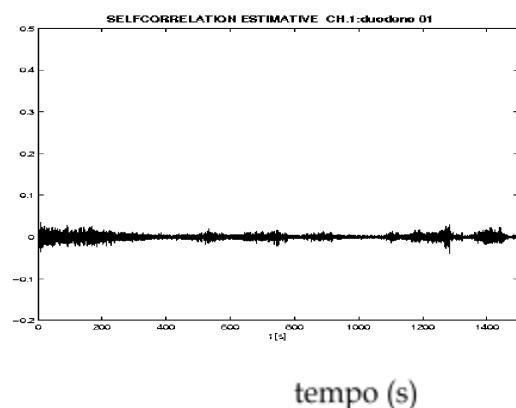
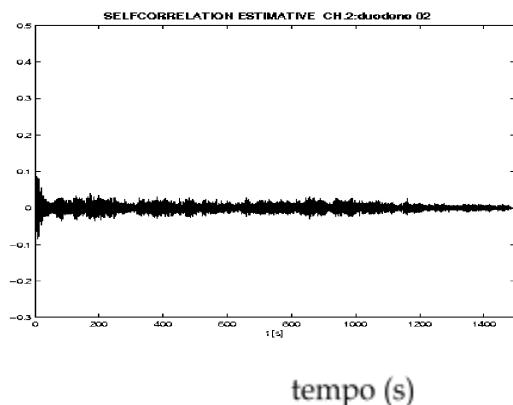
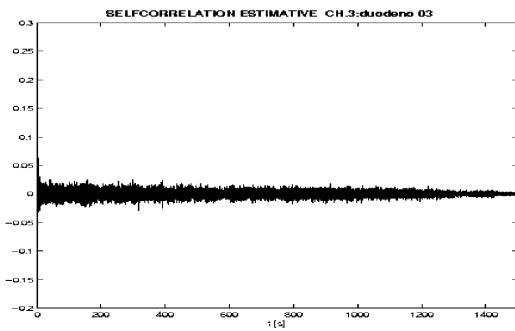
**Gráfico D.265 - Canal 1**

Gráfico D.266 - Canal 2



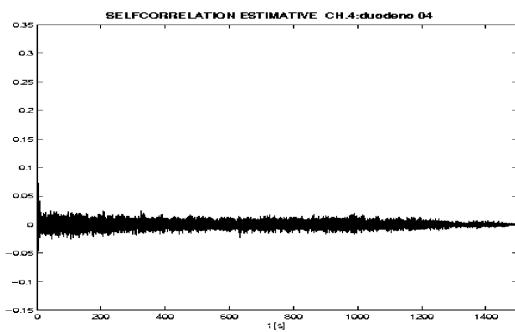
tempo (s)

Gráfico D.267 - Canal 3



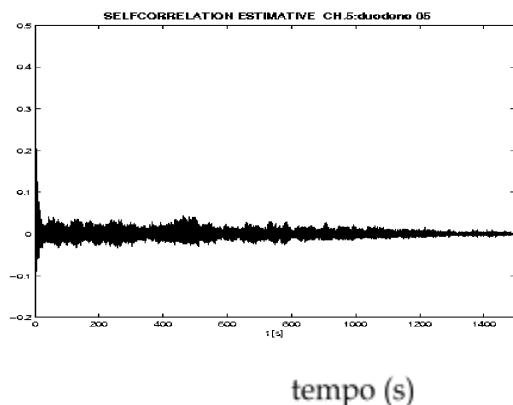
tempo (s)

Gráfico D.268 - Canal 4



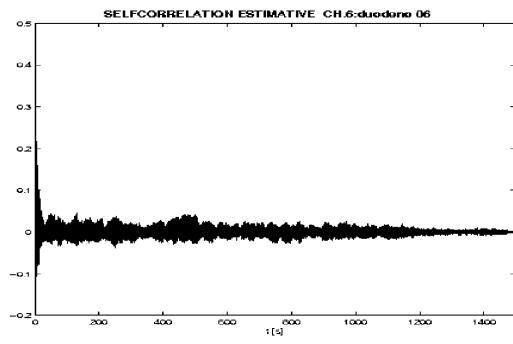
tempo (s)

Gráfico D.269 - Canal 5



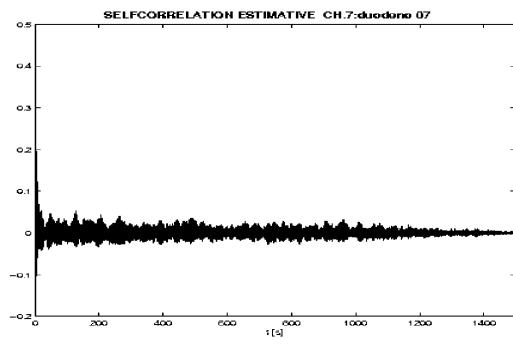
tempo (s)

Gráfico D.270 - Canal 6



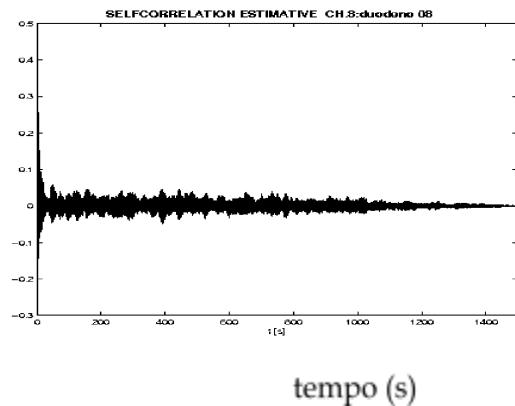
tempo (s)

Gráfico D.271 - Canal 7



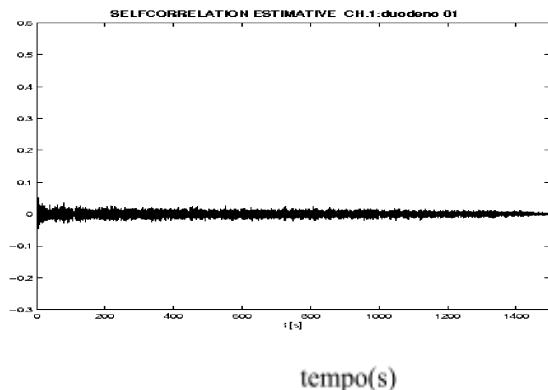
tempo (s)

Gráfico D.272 - Canal 8

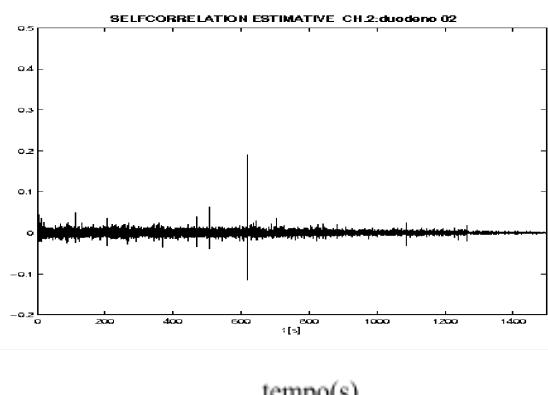


**Funções de autocorrelação da série com uma diferença da variável sinal para o rato 44, no período intermediário.**

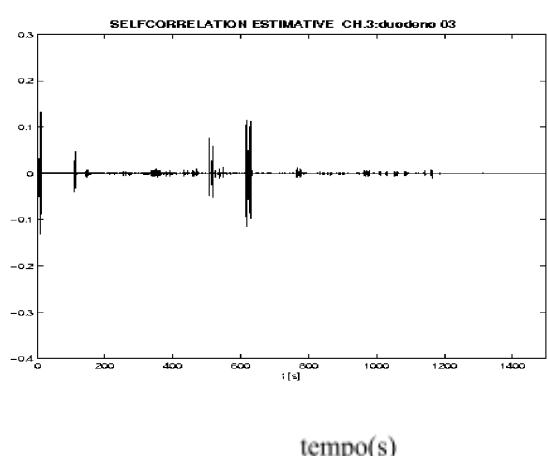
**Gráfico D.185 - Canal 1**



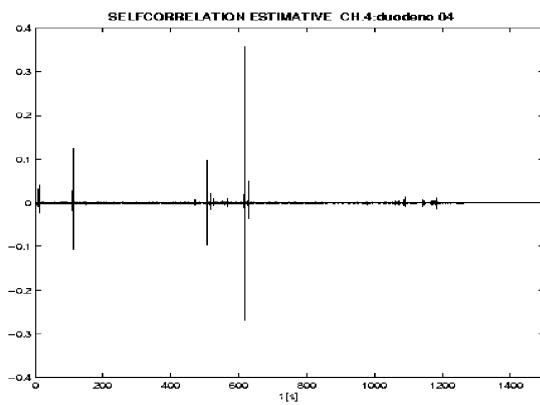
**Gráfico D.186 - Canal 2**



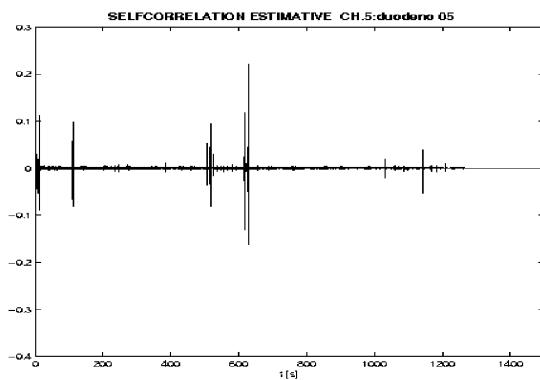
**Gráfico D.187 - Canal 3**



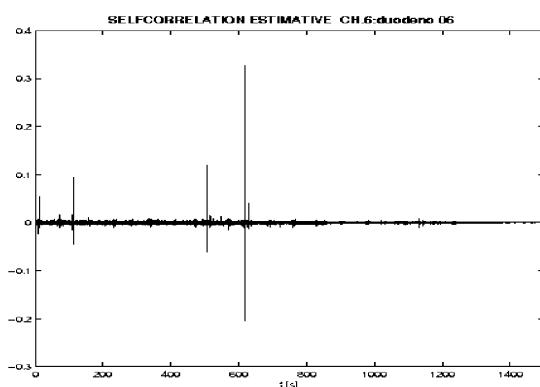


**Gráfico D.188 - Canal 4**

tempo(s)

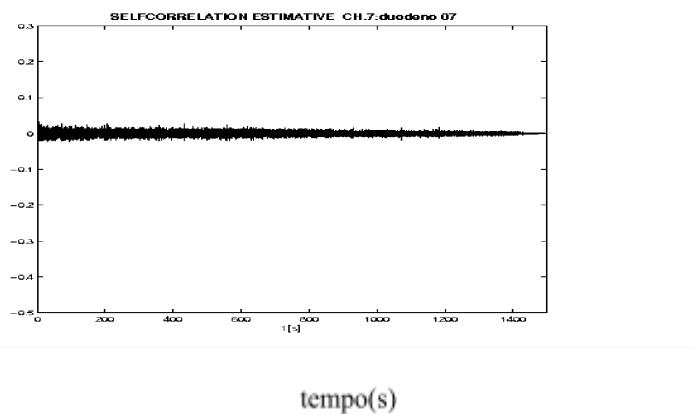
**Gráfico D.189 - Canal 5**

tempo(s)

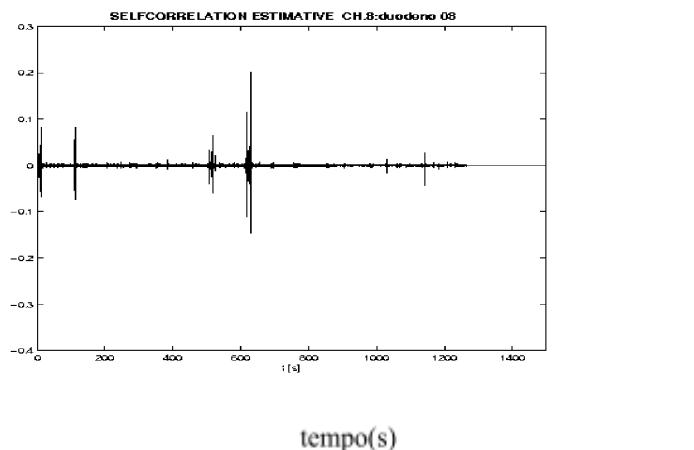
**Gráfico D.190 - Canal 6**

≡≡≡

tempo(s)

**Gráfico D.191 - Canal 7**

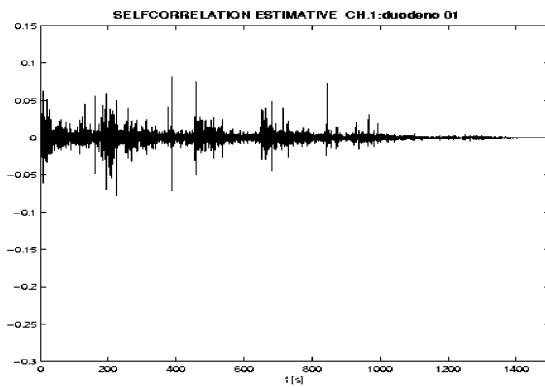
tempo(s)

**Gráfico D.192 - Canal 8**

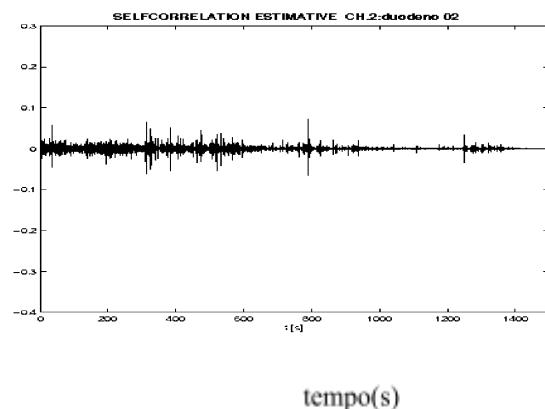
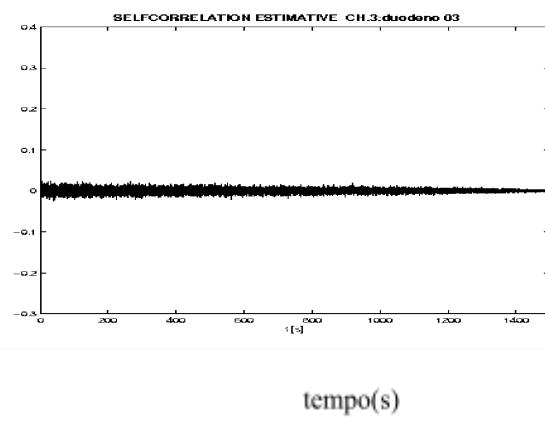
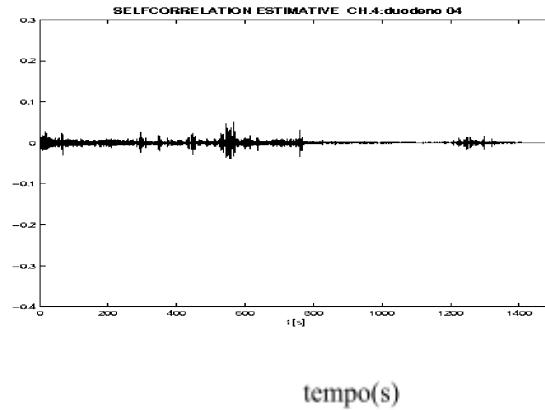
tempo(s)

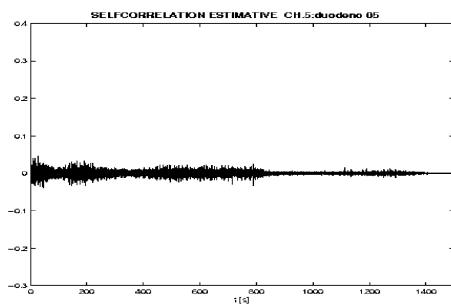
**Funções de autocorrelação da série com uma diferença da variável sinal para o rato 45, no período intermediário.**

**Gráfico D.193 - Canal 1**

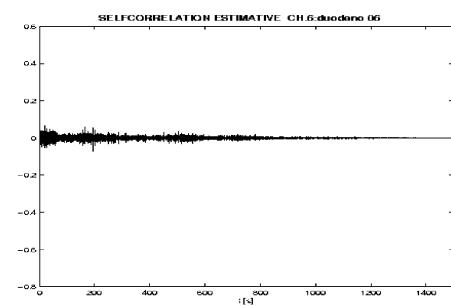


tempo(s)

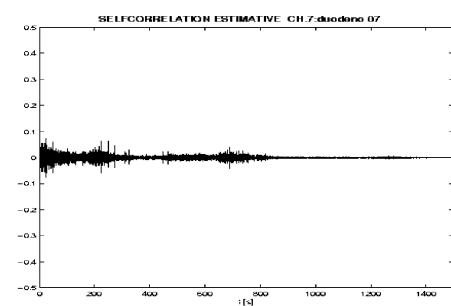
**Gráfico D.194 - Canal 2****Gráfico D.195 - Canal 3****Gráfico D.196 - Canal 4**

**Gráfico D.197 - Canal 5**

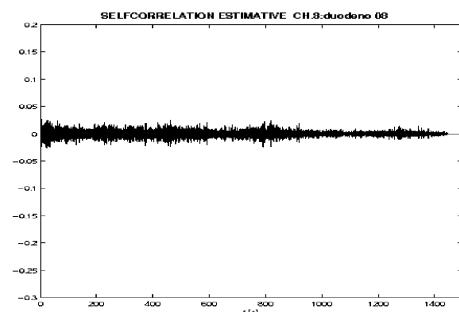
tempo(s)

**Gráfico D.198 - Canal 6**

tempo(s)

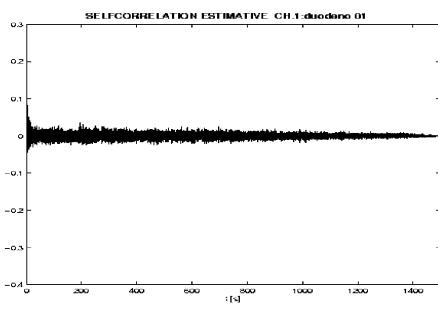
**Gráfico D.199 - Canal 7**

tempo(s)

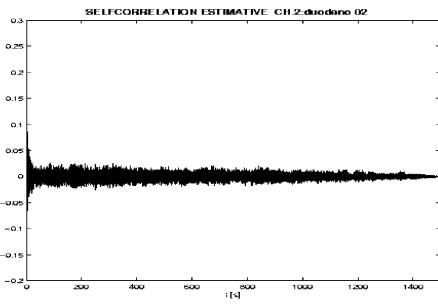
**Gráfico D.200 - Canal 8**

tempo(s)

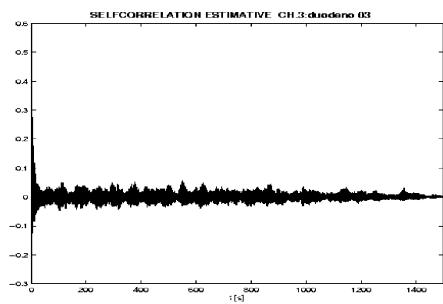
**Funções de autocorrelação da série com uma diferença da variável sinal para o rato 46, no período intermediário.**

**Gráfico D.201 - Canal 1**

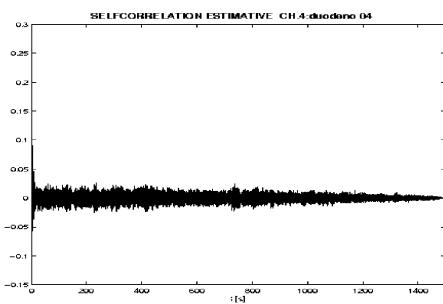
tempo(s)

**Gráfico D.202 - Canal 2**

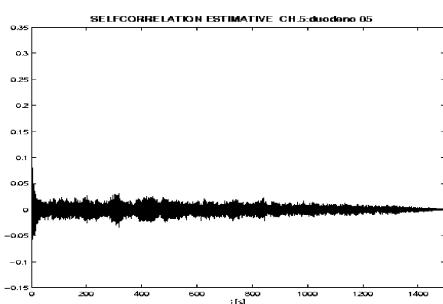
tempo(s)

**Gráfico D.203 - Canal 3**

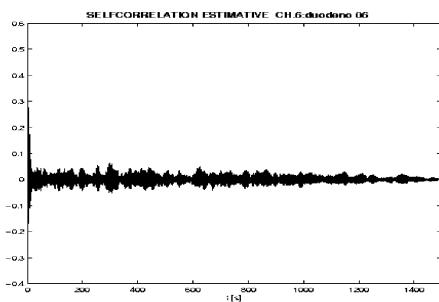
tempo(s)

**Gráfico D.204 - Canal 4**

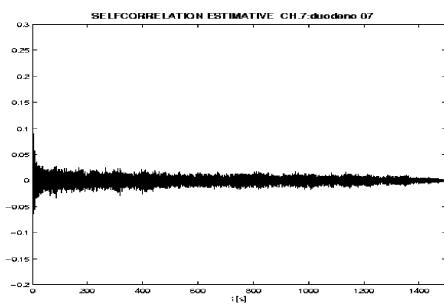
tempo(s)

**Gráfico D.205 - Canal 5**

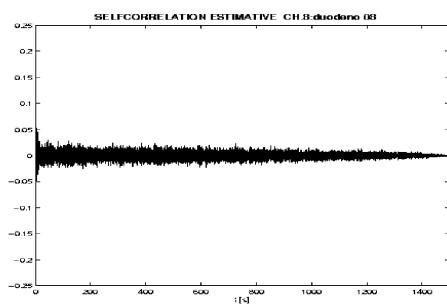
tempo(s)

**Gráfico D.206 - Canal 6**

tempo(s)

**Gráfico D.207 - Canal 7**

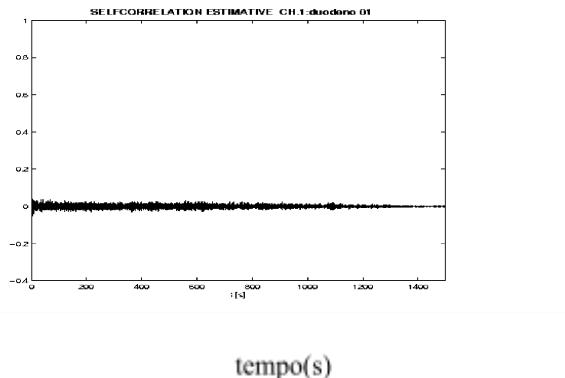
tempo(s)

**Gráfico D.208 - Canal 8**

tempo(s)

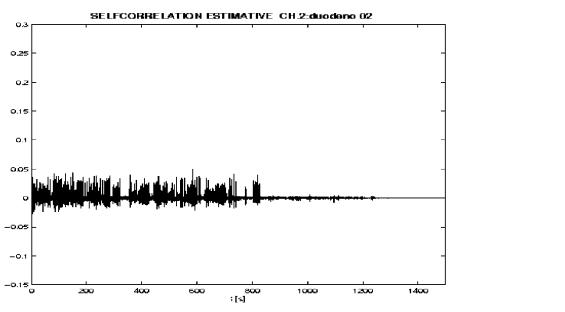
**Funções de autocorrelação da série com uma diferença da variável sinal para o rato 48, no período intermediário.**

**Gráfico D.209 - Canal 1**



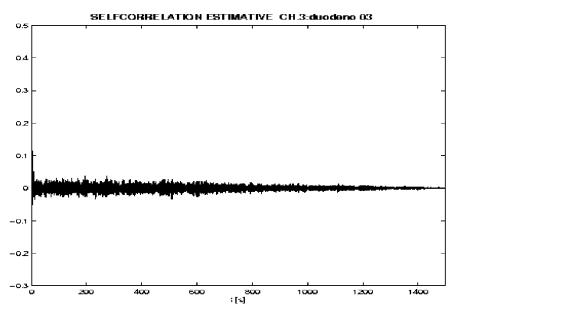
tempo(s)

**Gráfico D.210 - Canal 2**

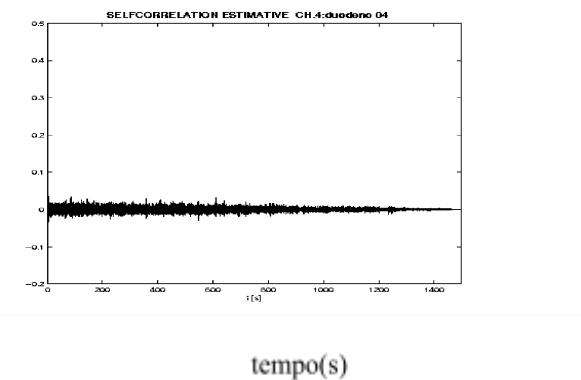


tempo(s)

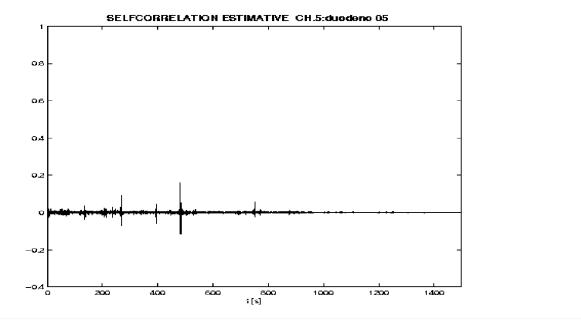
**Gráfico D.211 - Canal 3**



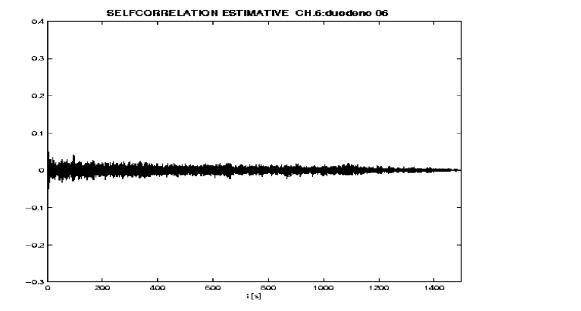
tempo(s)

**Gráfico D.212 - Canal 4**

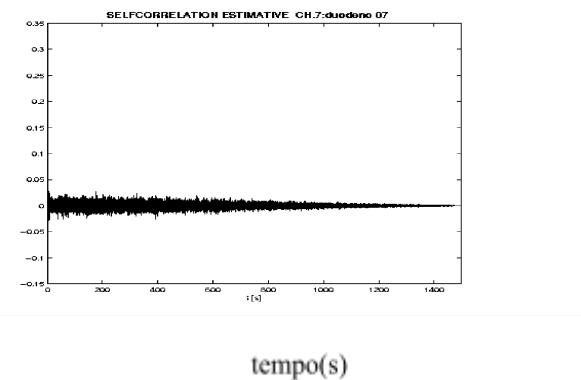
tempo(s)

**Gráfico D.213 - Canal 5**

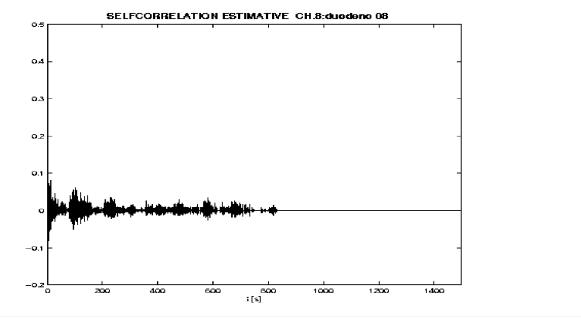
tempo(s)

**Gráfico D.214 - Canal 6**

tempo(s)

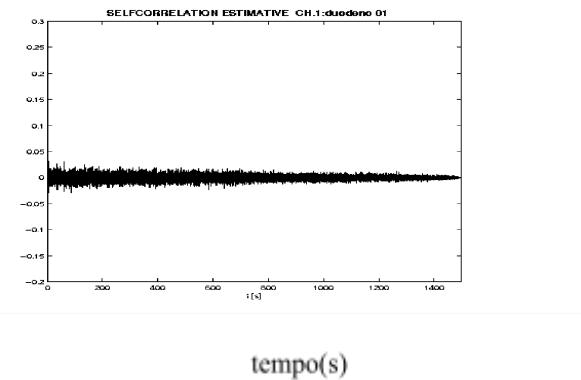
**Gráfico D.215 - Canal 7**

tempo(s)

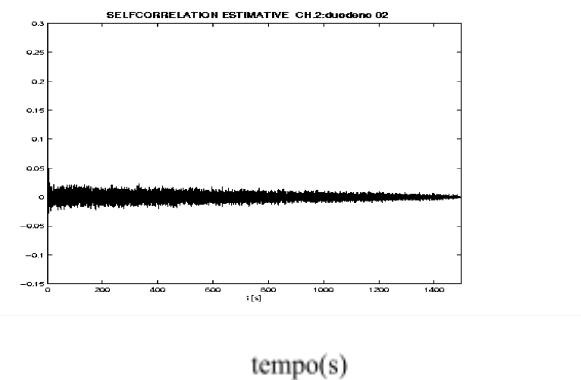
**Gráfico D.216 - Canal 8**

tempo(s)

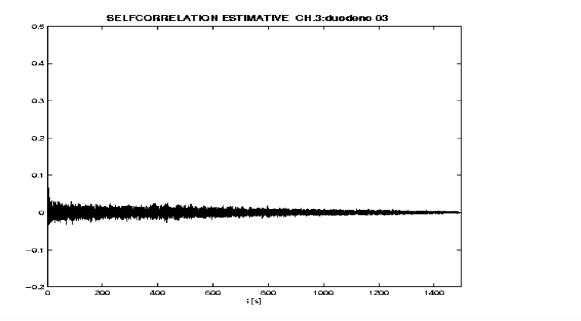
**Funções de autocorrelação da série com uma diferença da variável sinal para o rato 49, no período intermediário.**

**Gráfico D.217 - Canal 1**

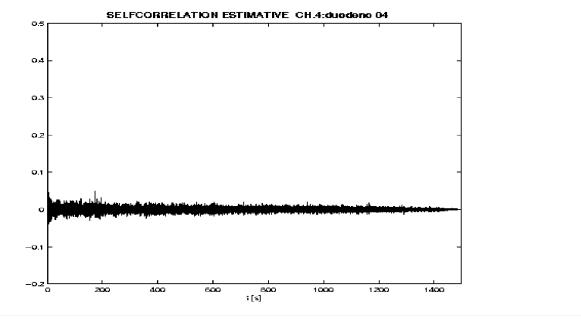
tempo(s)

**Gráfico D.218 - Canal 2**

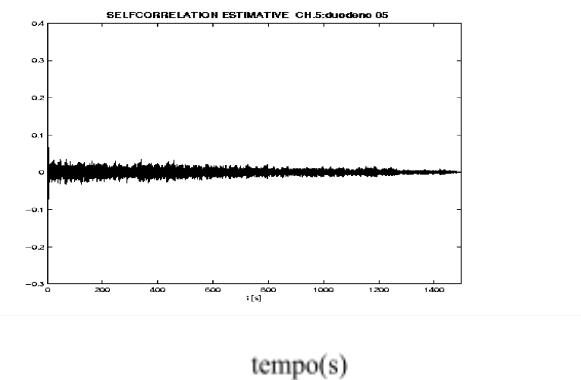
tempo(s)

**Gráfico D.219 - Canal 3**

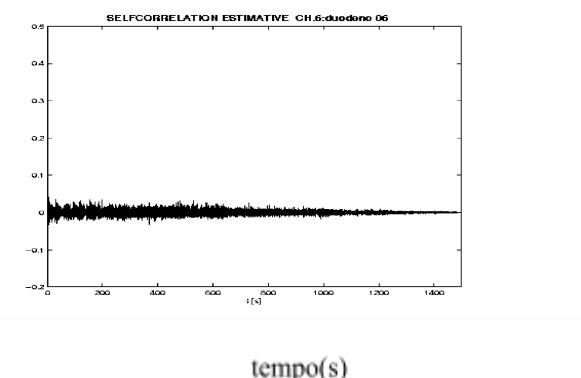
tempo(s)

**Gráfico D.220- Canal 4**

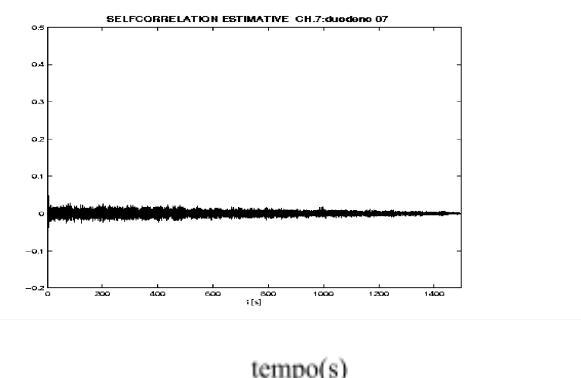
tempo(s)

**Gráfico D.221 - Canal 5**

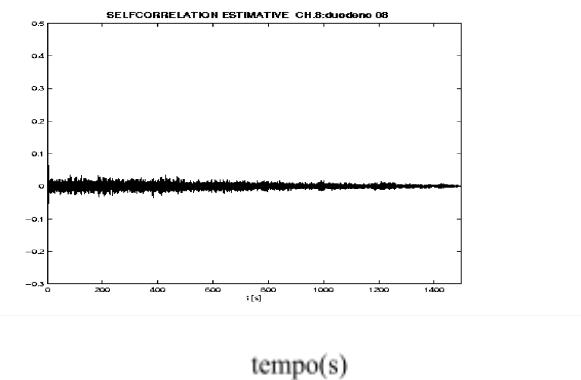
tempo(s)

**Gráfico D.222 - Canal 6**

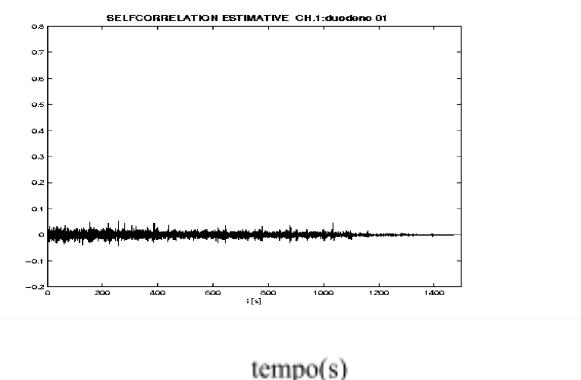
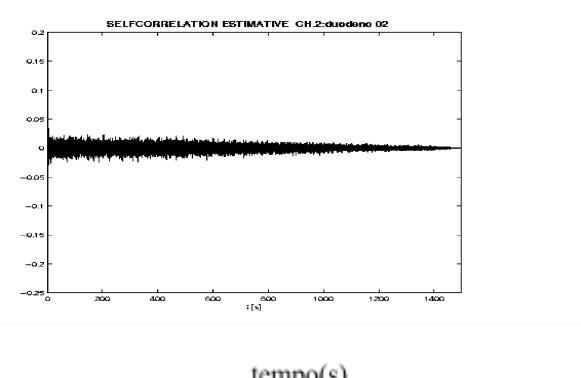
tempo(s)

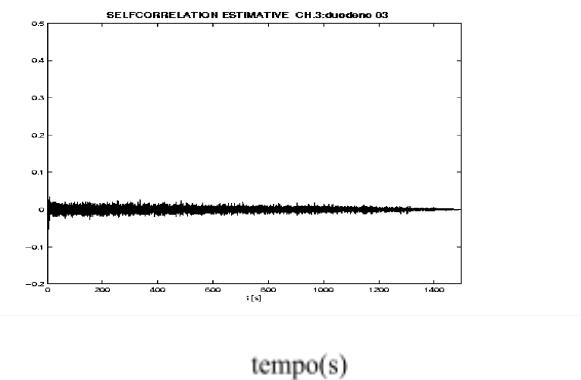
**Gráfico D.223 - Canal 7**

tempo(s)

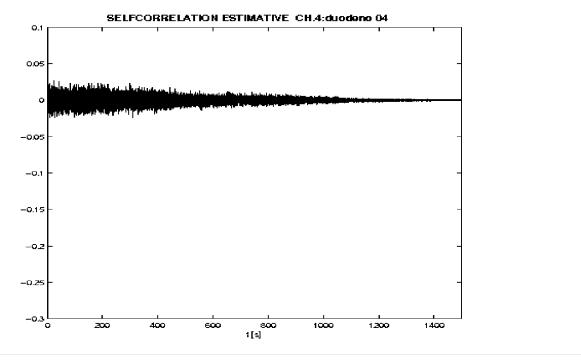
**Gráfico D.224 - Canal 8**

**Funções de autocorrelação da série com uma diferença da variável sinal para o rato 53, no período intermediário.**

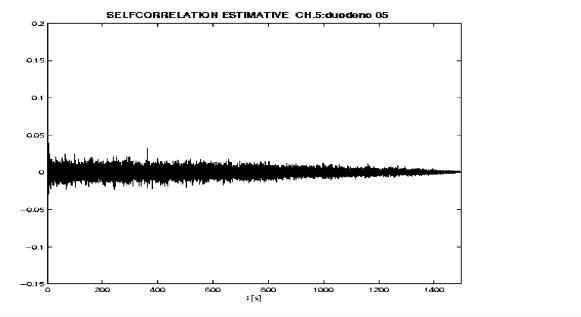
**Gráfico D.225 - Canal 1****Gráfico D.226 - Canal 2**

**Gráfico D.227 - Canal 3**

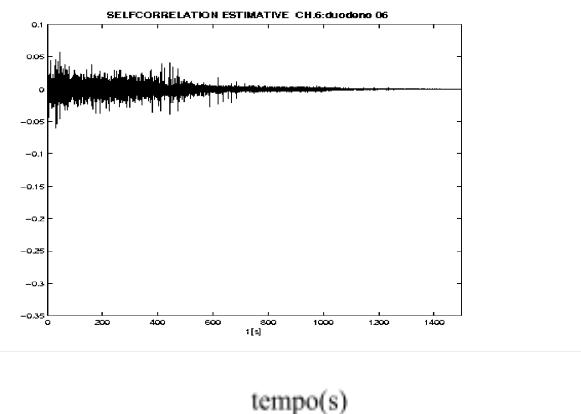
tempo(s)

**Gráfico D.228 - Canal 4**

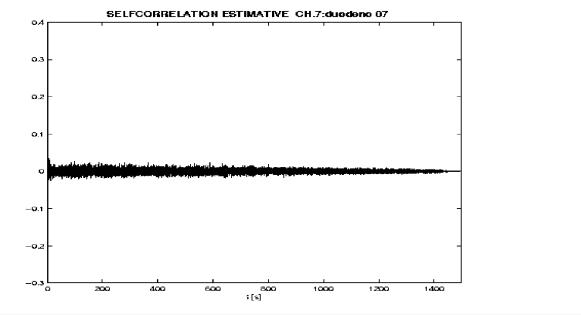
tempo(s)

**Gráfico D.229 - Canal 5**

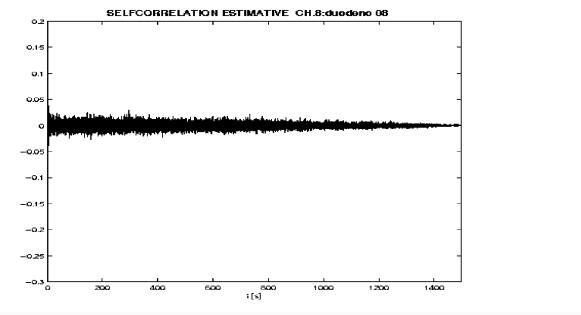
tempo(s)

**Gráfico D.230 - Canal 6**

tempo(s)

**Gráfico D.231 - Canal 7**

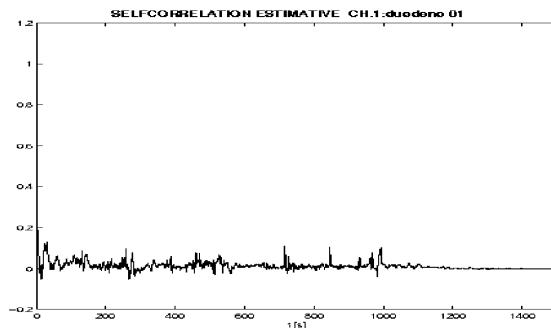
tempo(s)

**Gráfico D.232 - Canal 8**

tempo(s)

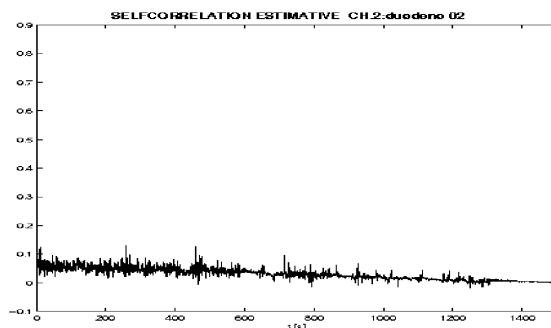
Funções de autocorrelação da série da variável sinal para o rato 44, no período final.

Gráfico D.97 - Canal 1



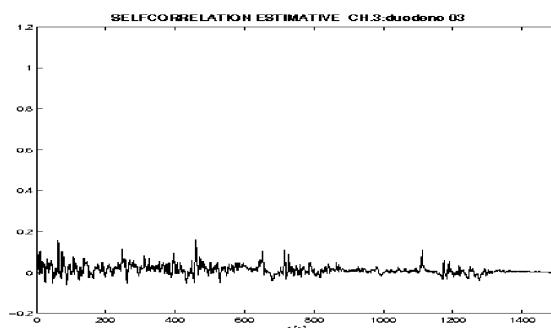
bem(m)[rho-  
(<=)]

Gráfico D.98 - Canal 2



bem(m)[rho-  
(<=)]

Gráfico D.99 - Canal 3



bem(m)[rho-  
(<=)]

## Gráfico D.100 - Canal 4

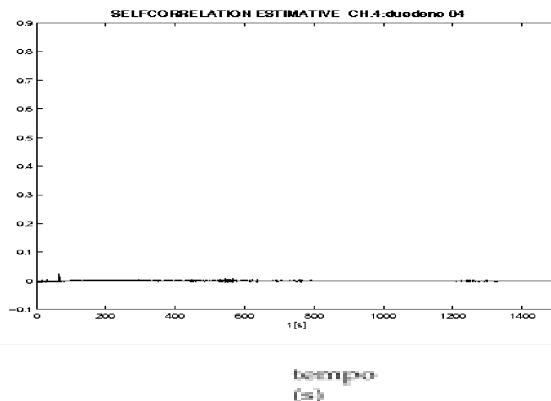


Gráfico D.101 - Canal 5

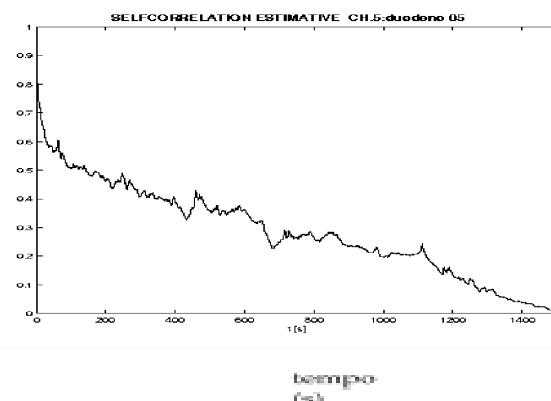


Gráfico D.102 - Canal 6

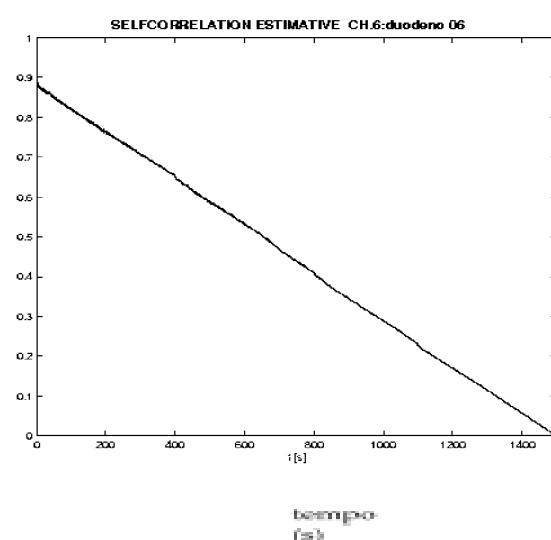


Gráfico D.103 - Canal 7

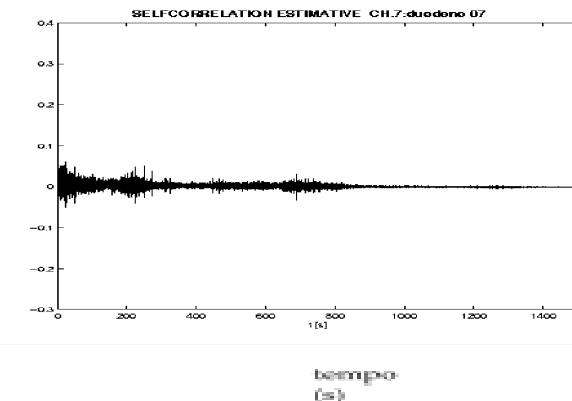
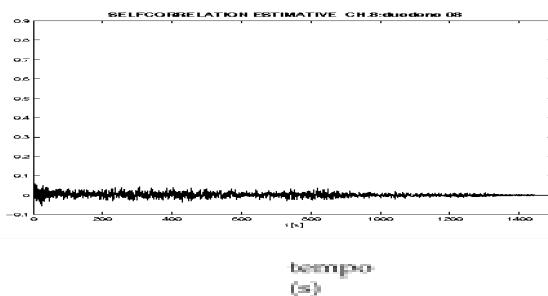
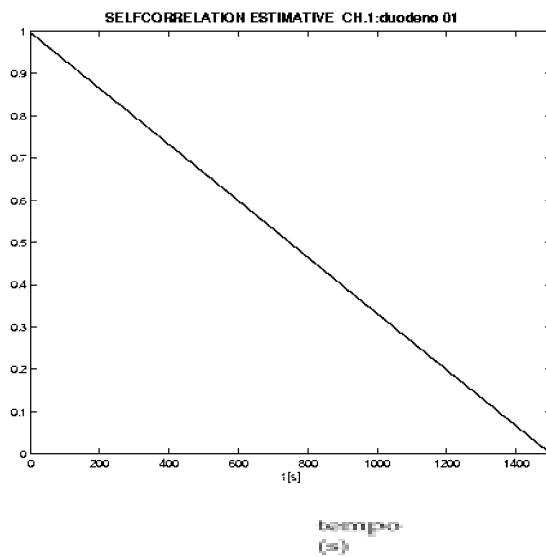


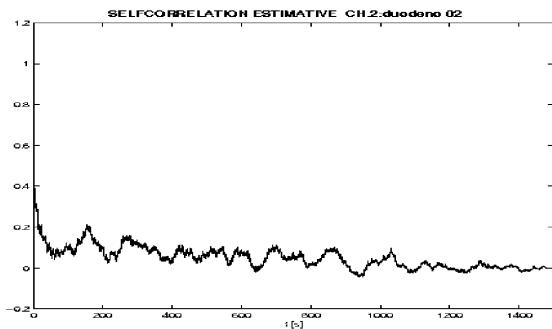
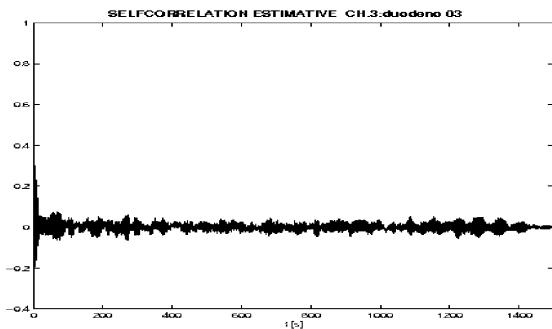
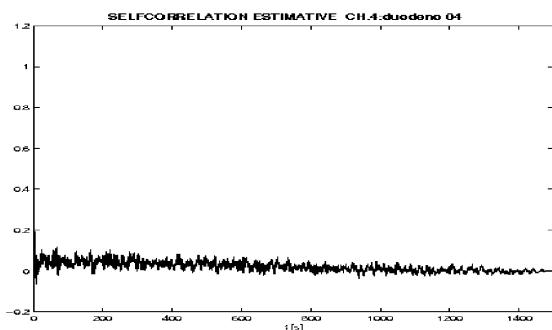
Gráfico D.104 - Canal 8

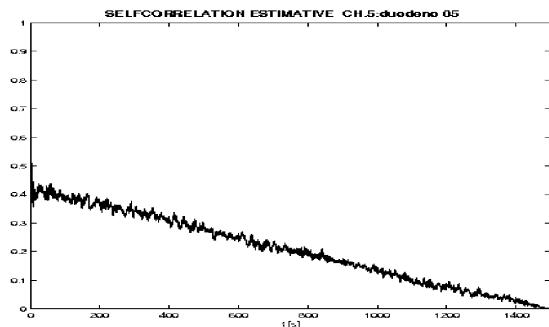
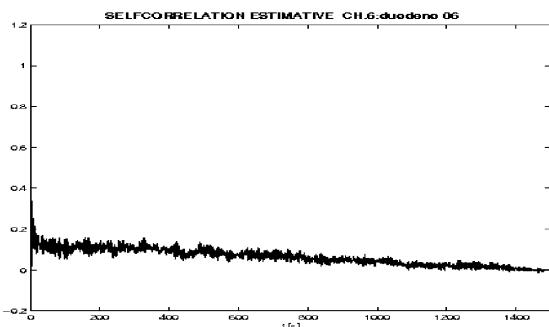
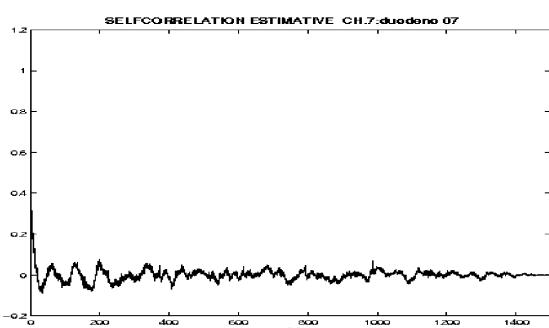


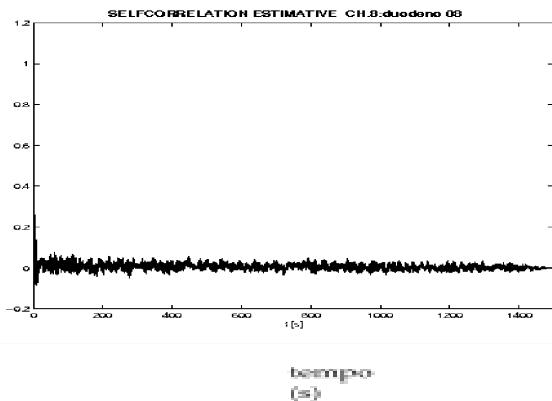
Funções de autocorrelação da série da variável sinal para o rato 45, no período final.

Gráfico D.105 - Canal 1

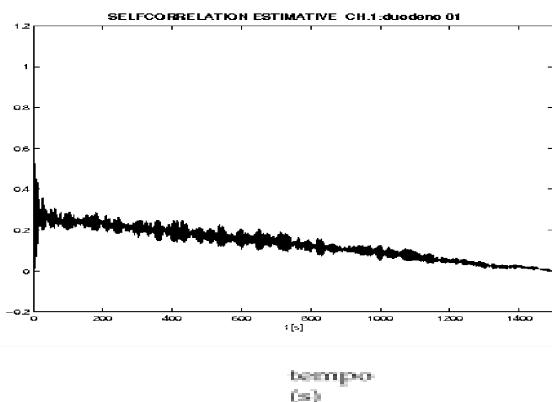
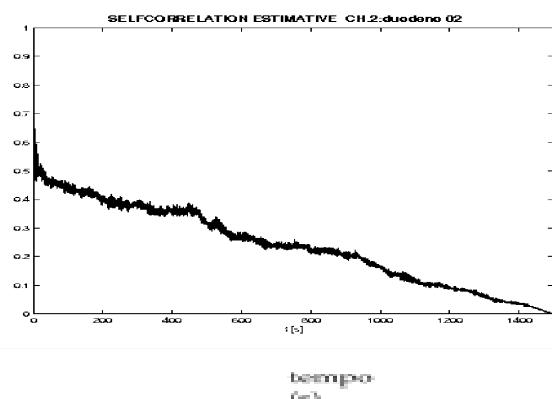


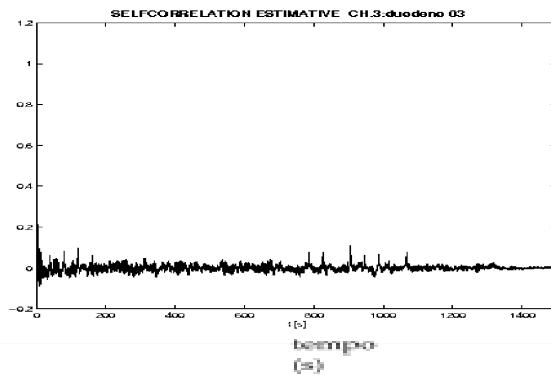
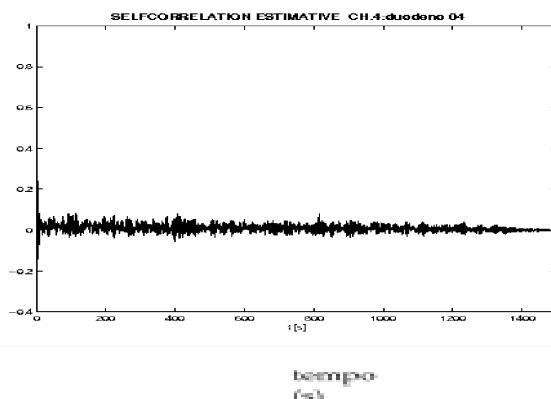
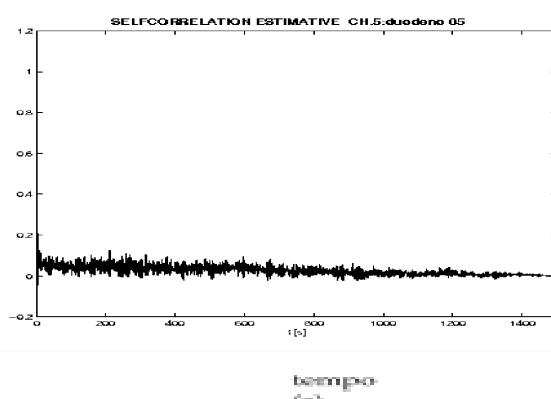
**Gráfico D.106 - Canal 2**tempo  
(s)**Gráfico D.107 - Canal 3**tempo  
(s)**Gráfico D.108 - Canal 4**tempo  
(s)

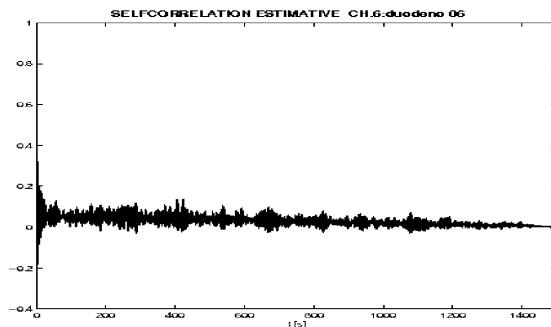
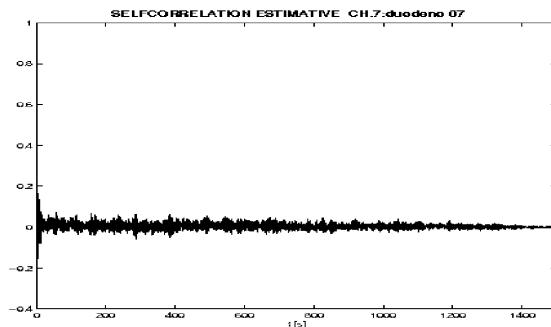
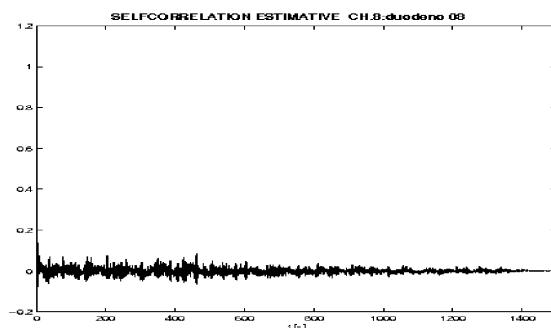
**Gráfico D.109 - Canal 5**beta(m)[rho]  
(s)**Gráfico D.110 - Canal 6**beta(m)[rho]  
(s)**Gráfico D.111 - Canal 7**beta(m)[rho]  
(s)

**Gráfico D.112 - Canal 8**

**Funções de autocorrelação da série da variável sinal para o rato 46, no período final.**

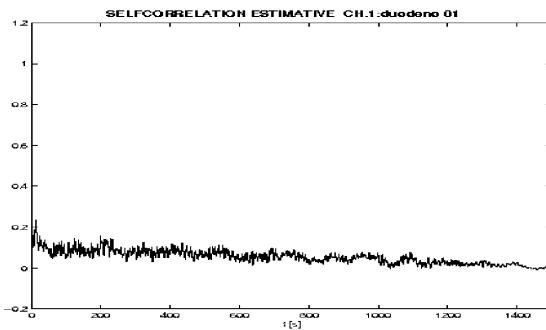
**Gráfico D.113 - Canal 1****Gráfico D.114 - Canal 2**

**Gráfico D.115 - Canal 3****Gráfico D.116 - Canal 4****Gráfico D.117 - Canal 5**

**Gráfico D.118 - Canal 6**bempi[rho]  
( $\rho$ )**Gráfico D.119 - Canal 7**bempi[rho]  
( $\rho$ )**Gráfico D.120 - Canal 8**bempi[rho]  
( $\rho$ )

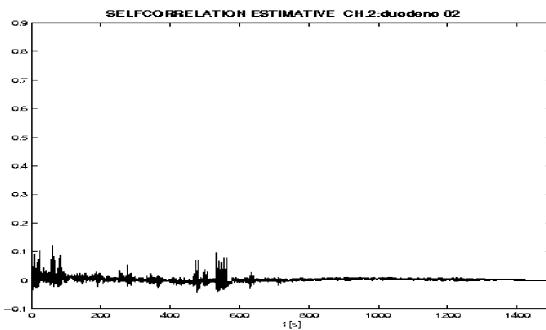
Funções de autocorrelação da série da variável sinal para o rato 48, no período final.

Gráfico D.121 - Canal 1



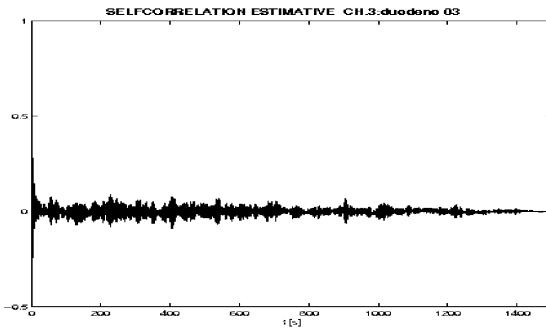
bezem [rho-  
(s)]

Gráfico D.122 - Canal 2



bezem [rho-  
(s)]

Gráfico D.123 - Canal 3



bezem [rho-  
(s)]

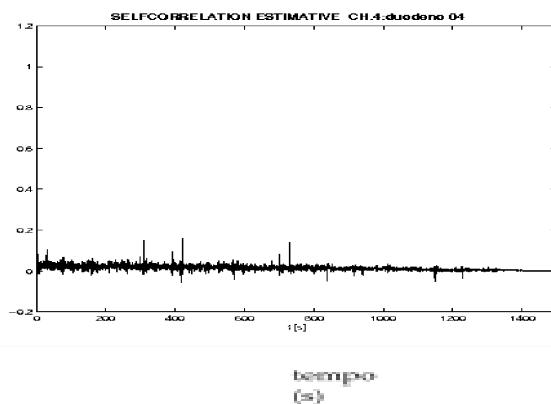
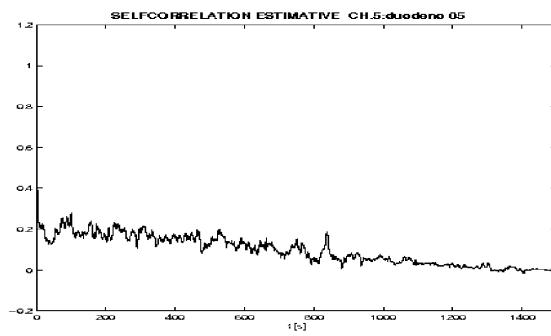
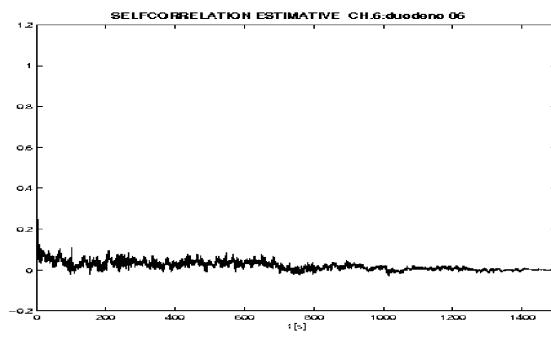
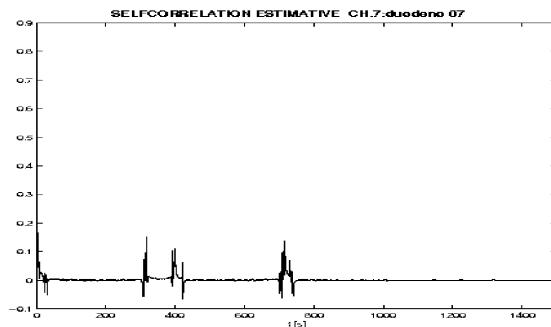
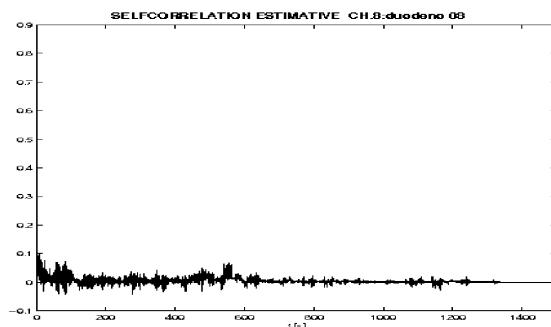
**Gráfico D.124 - Canal 4**bemml [rho]  
( $\infty$ )**Gráfico D.125 - Canal 5**bemml [rho]  
( $\infty$ )**Gráfico D.126 - Canal 6**bemml [rho]  
( $\infty$ )

Gráfico D.127 - Canal 7



tempo [s]

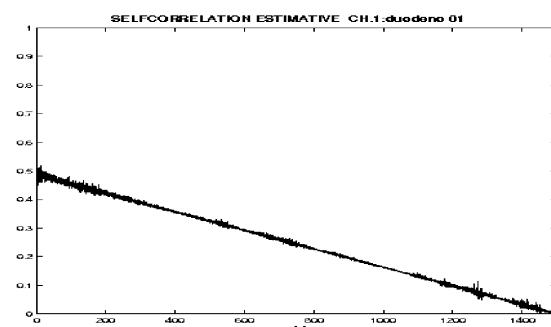
Gráfico D.128 - Canal 8



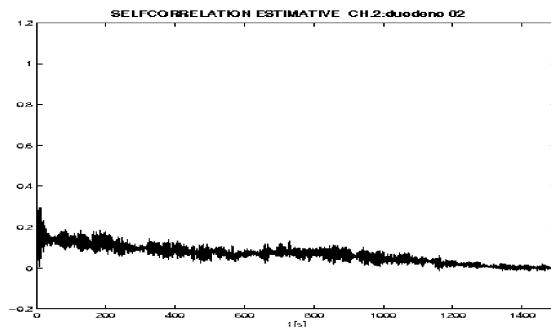
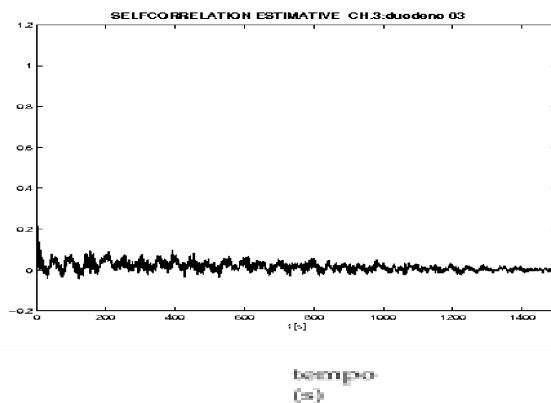
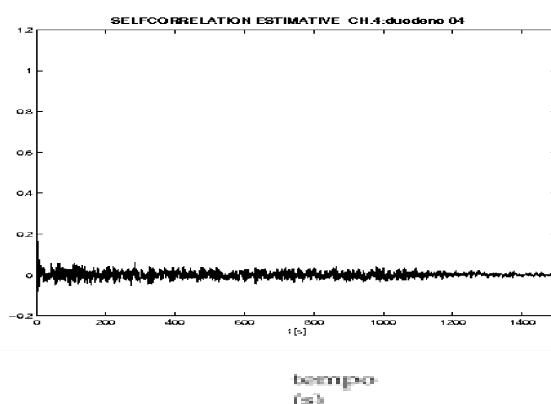
tempo [s]

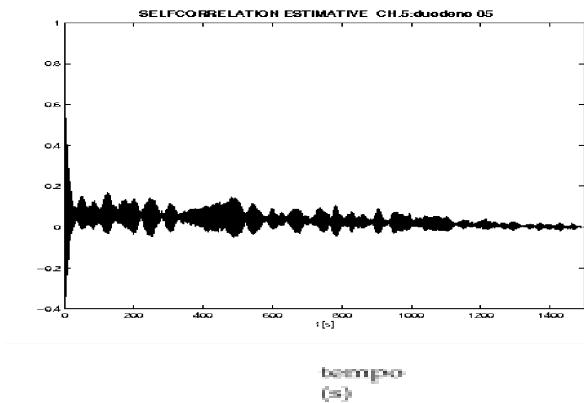
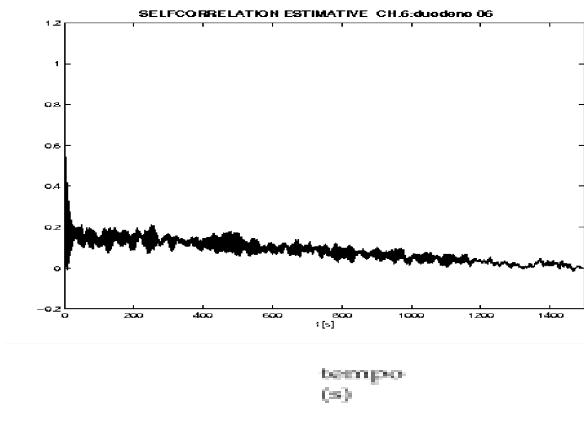
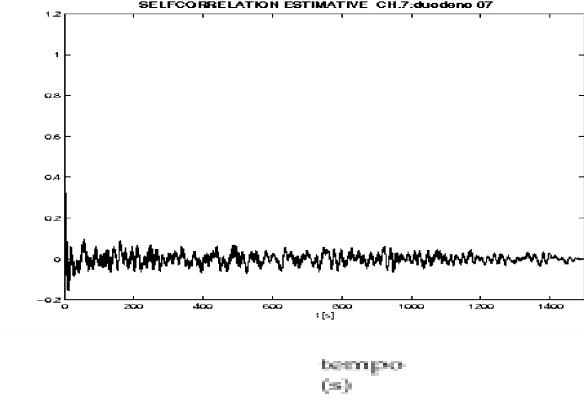
**Funções de autocorrelação da série da variável sinal para o rato 49, no período final.**

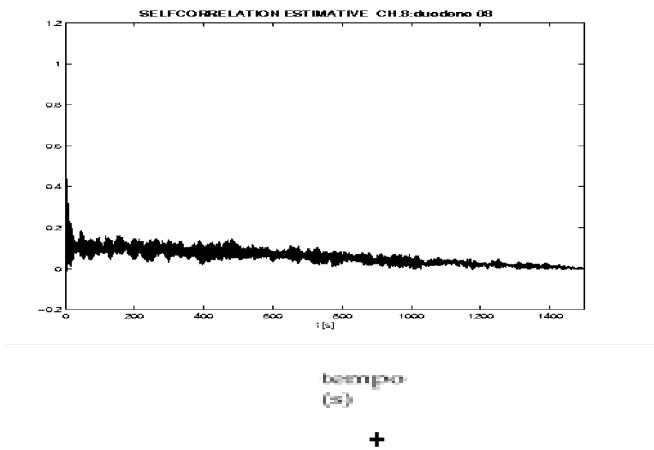
Gráfico D.129 - Canal 1



tempo [s]

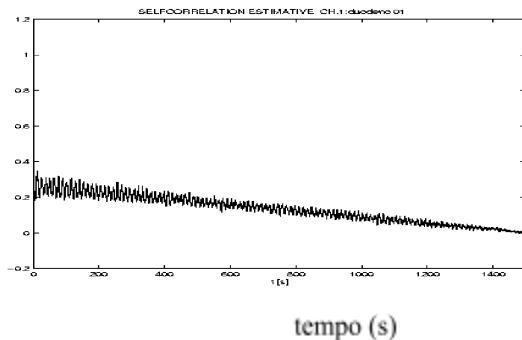
**Gráfico D.130 - Canal 2****Gráfico D.131 - Canal 3****Gráfico D.132 - Canal 4**

**Gráfico D.133 - Canal 5****Gráfico D.134 - Canal 6****Gráfico D.135 - Canal 7**

**Gráfico D.136 - Canal 8**

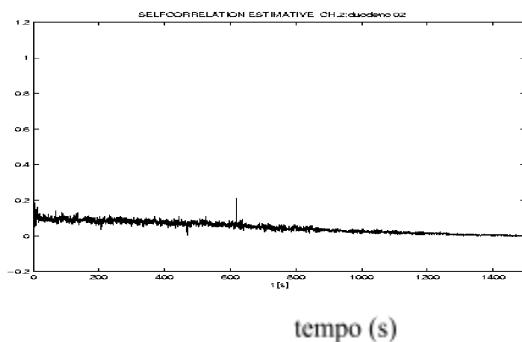
Funções de autocorrelação da variável sinal para o rato 44, no período intermediário.

Gráfico D.49 - Canal 1



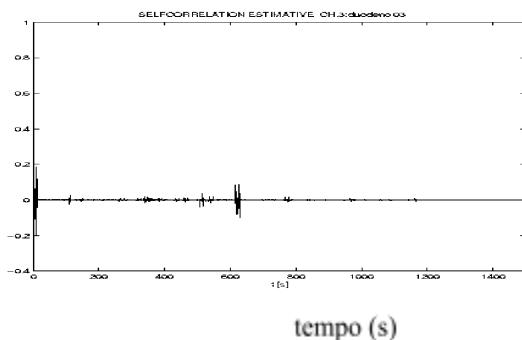
tempo (s)

Gráfico D.50 - Canal 2

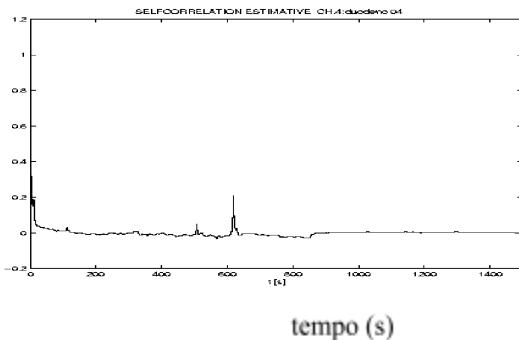
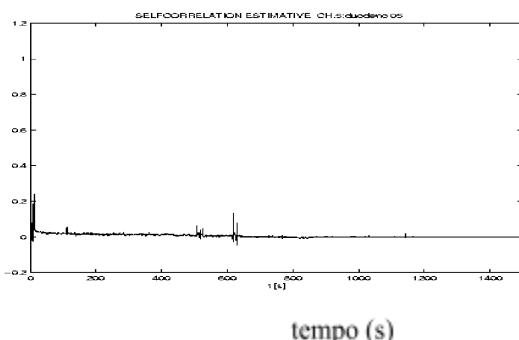
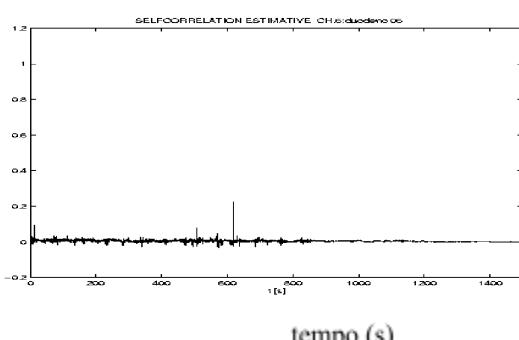


tempo (s)

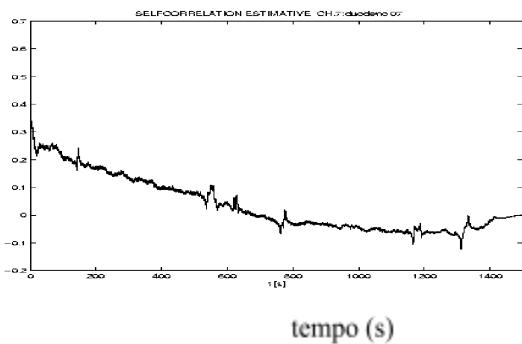
Gráfico D.51 - Canal 3



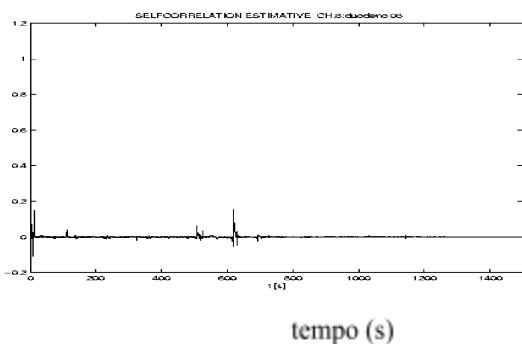
tempo (s)

**Gráfico D.52 - Canal 4****Gráfico D.53 - Canal 5****Gráfico D.54 - Canal 6**

**Gráfico D.55 - Canal 7**



**Gráfico D.56 - Canal 8**



**Funções de autocorrelação da variável sinal para o rato 45, no período intermediário.**

**Gráfico D.57 - Canal 1**

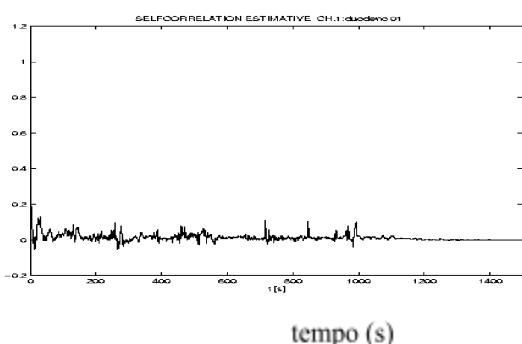


Gráfico D.58 - Canal 2

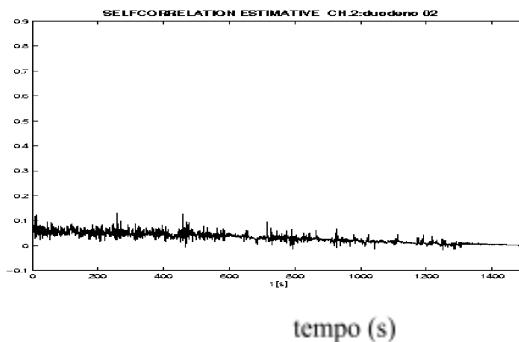


Gráfico D.59 - Canal 3

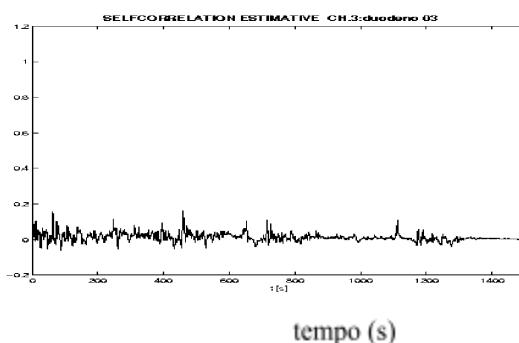


Gráfico D.60 - Canal 4

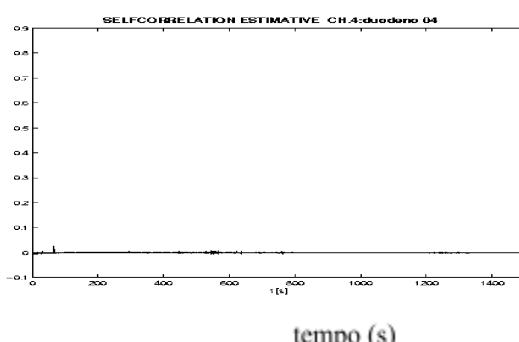


Gráfico D.61 - Canal 5

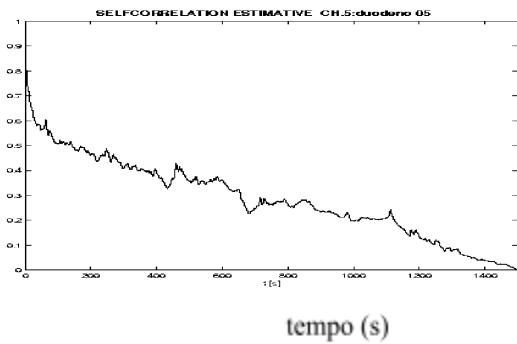


Gráfico D.62 - Canal 6

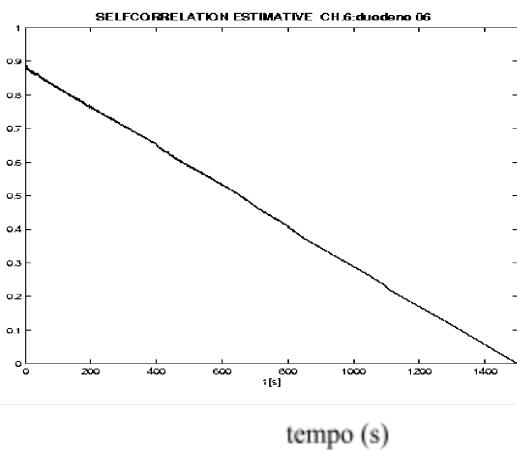


Gráfico D.63 - Canal 7

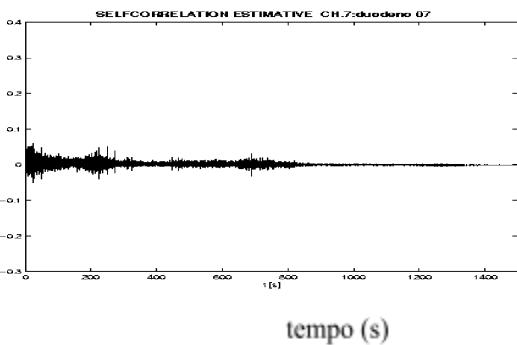
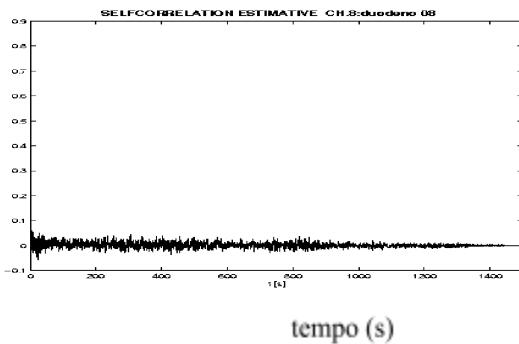


Gráfico D.64 - Canal 8



Funções de autocorrelação da variável sinal para o rato 46, no período intermediário.

Gráfico D.65 - Canal 1

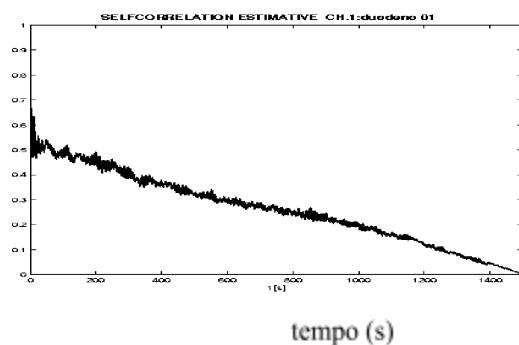


Gráfico D.66 - Canal 2

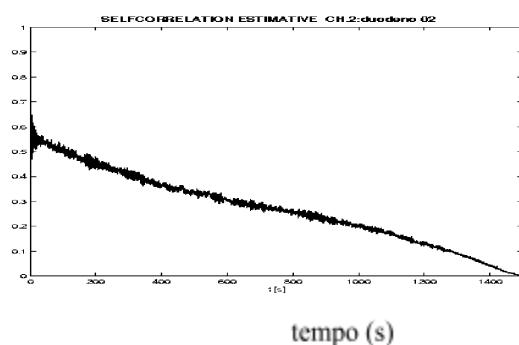
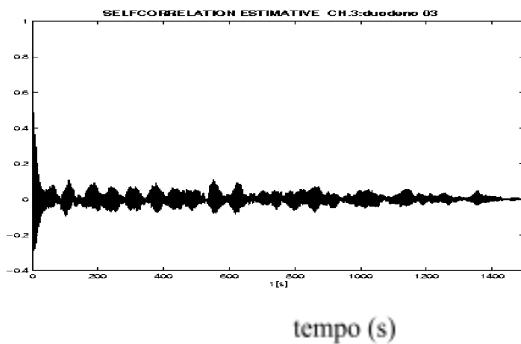
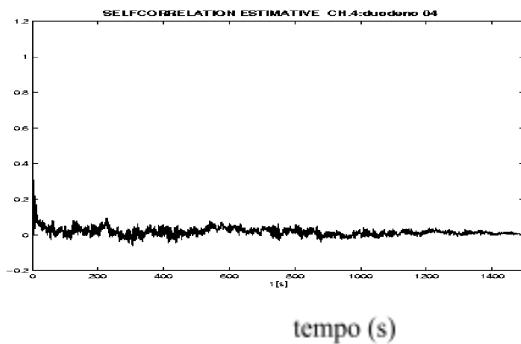


Gráfico D.67 - Canal 3



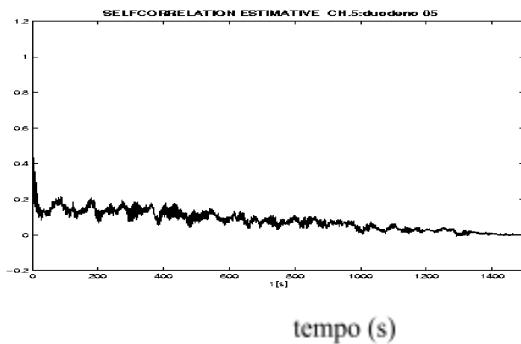
tempo (s)

Gráfico D.68 - Canal 4



tempo (s)

Gráfico D.69 - Canal 5



tempo (s)

Gráfico D.70 - Canal 6

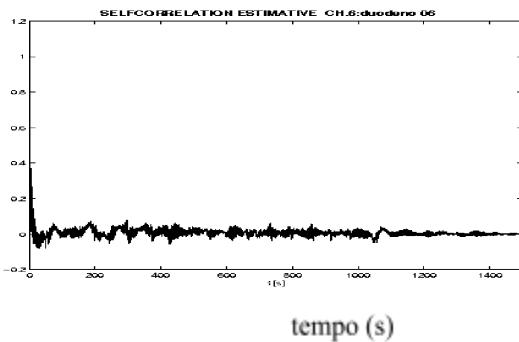


Gráfico D.71 - Canal 7

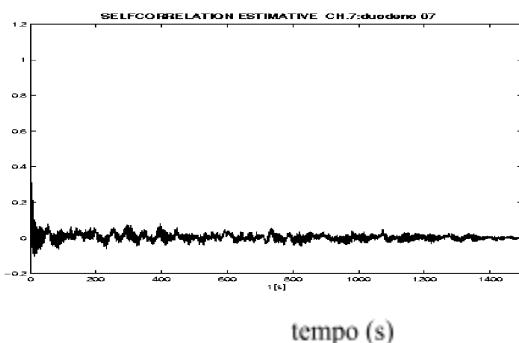
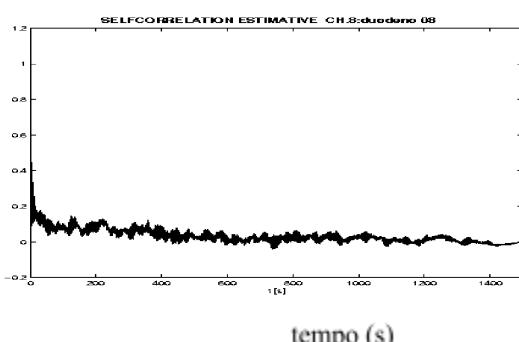
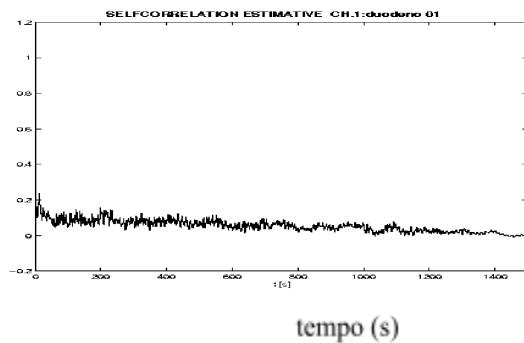


Gráfico D.72 - Canal 8

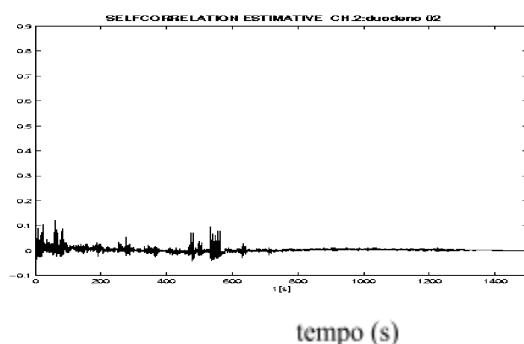


**Funções de autocorrelação da variável sinal para o rato 48, no período intermediário.**

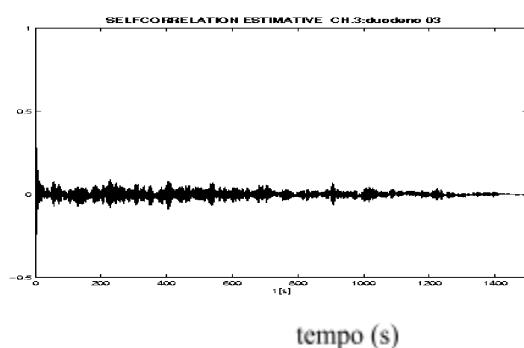
**Gráfico D.73 - Canal 1**



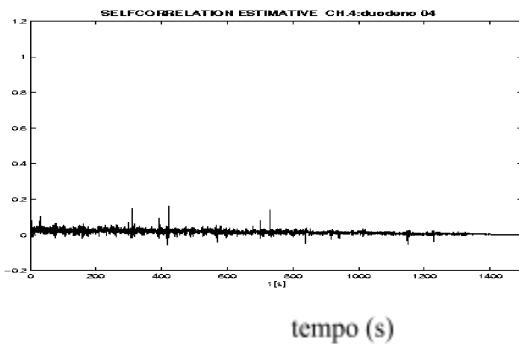
**Gráfico D.74 - Canal 2**



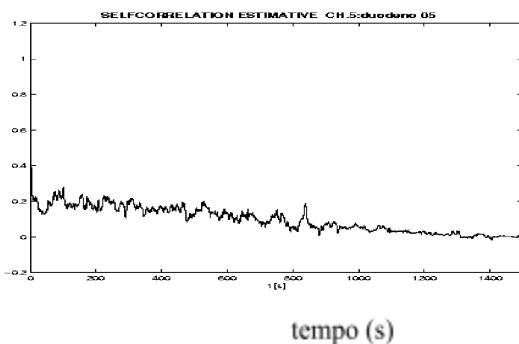
**Gráfico D.75 - Canal 3**



**Gráfico D.76 - Canal 4**



**Gráfico D.77 - Canal 5**



**Gráfico D.78 - Canal 6**

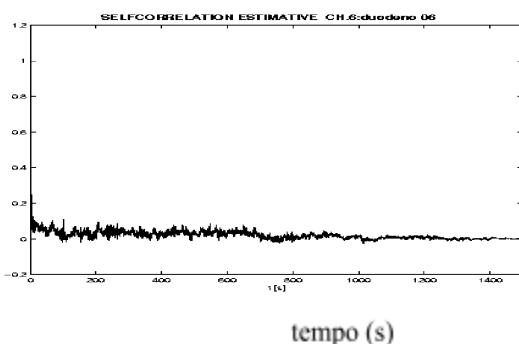


Gráfico D.79 - Canal 7

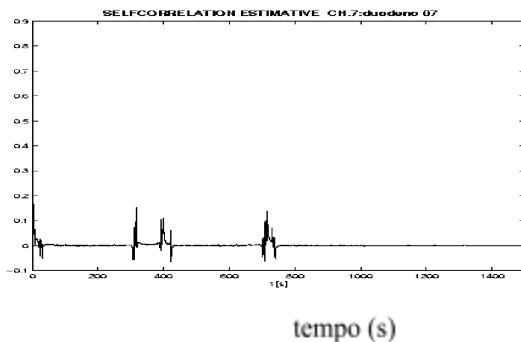
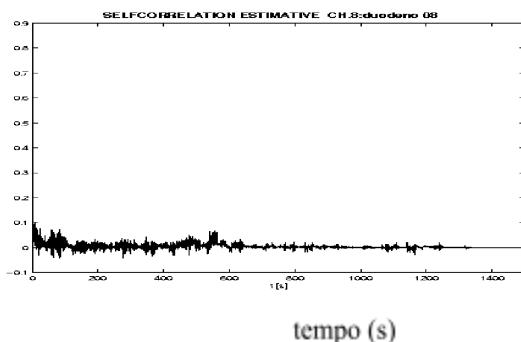
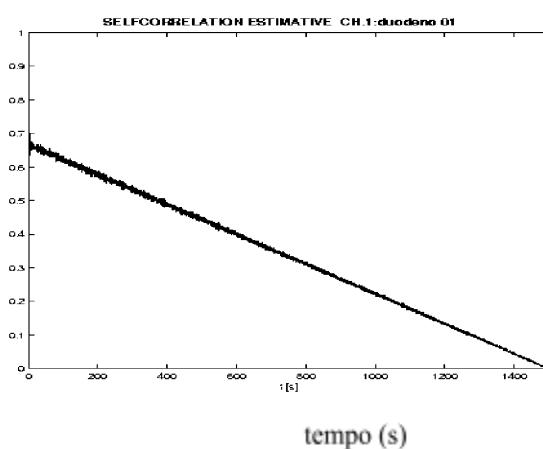


Gráfico D.80 - Canal 8



Funções de autocorrelação da variável sinal para o rato 49, no período intermediário.

Gráfico D.81 - Canal 1



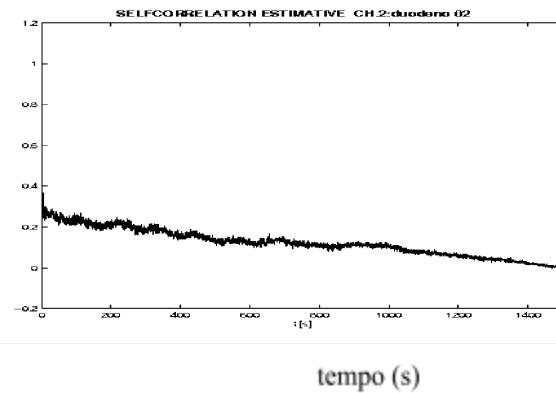
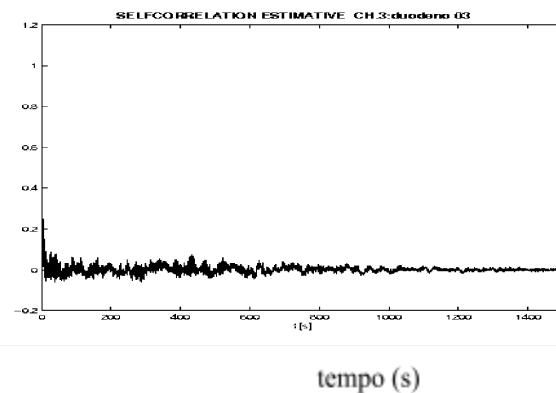
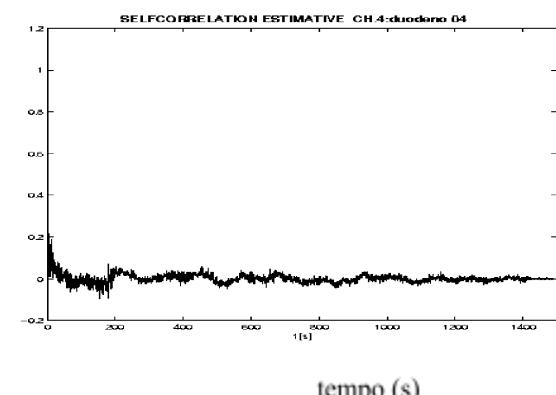
**Gráfico D.82 - Canal 2****Gráfico D.83 - Canal 3****Gráfico D.84 - Canal 4**

Gráfico D.85 - Canal 5

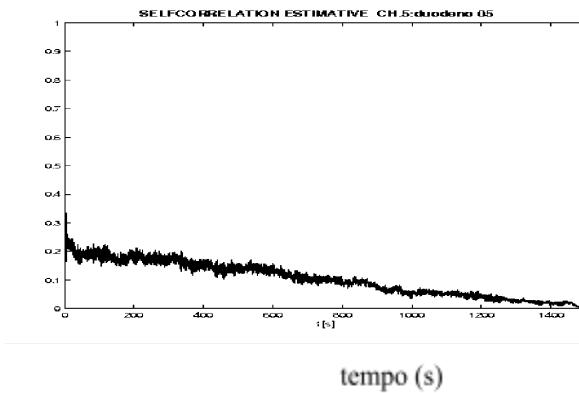


Gráfico D.86 - Canal 6

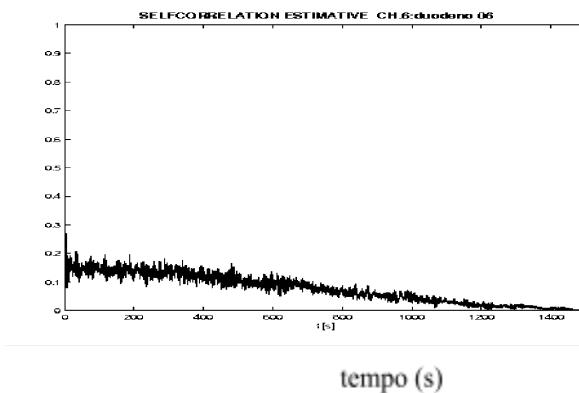


Gráfico D.87 - Canal 7

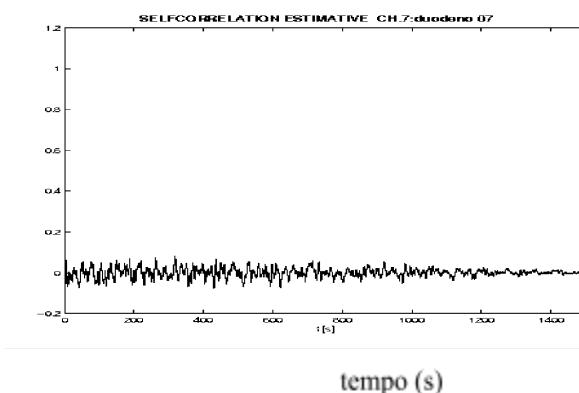
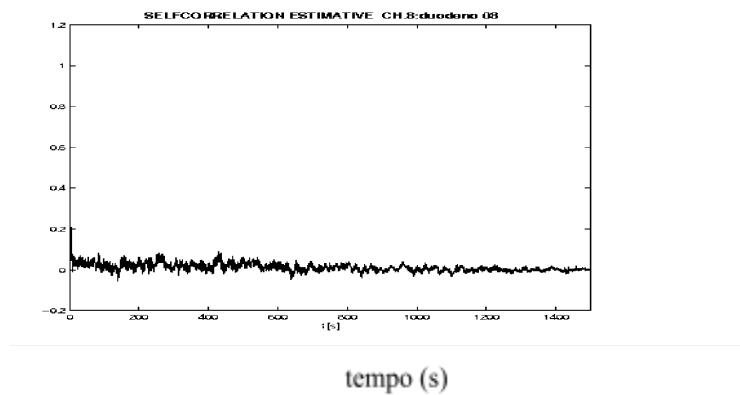


Gráfico D.88 - Canal 8



Funções de autocorrelação da variável sinal para o rato 53, no período intermediário.

Gráfico D.89 - Canal 1

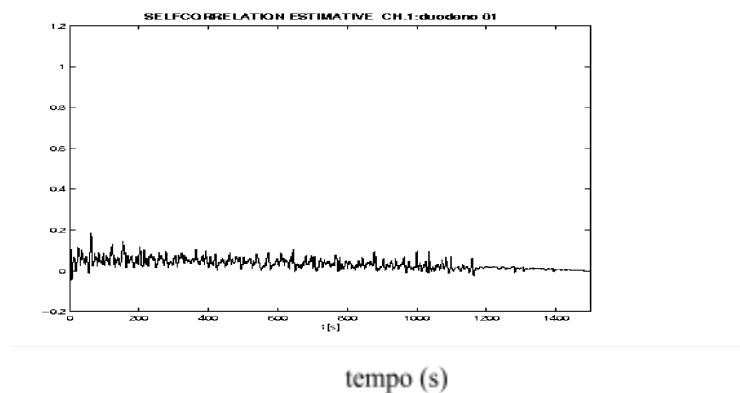
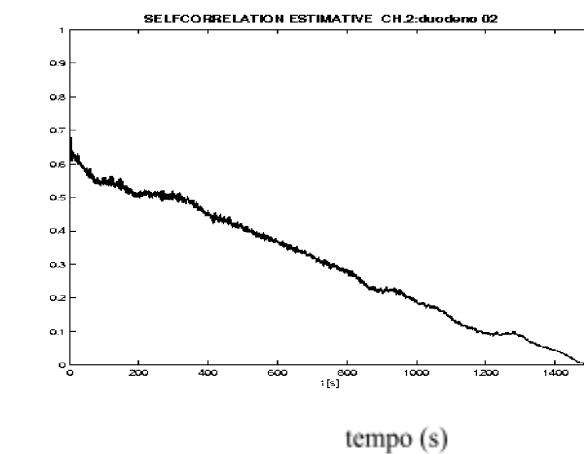


Gráfico D.90 - Canal 2



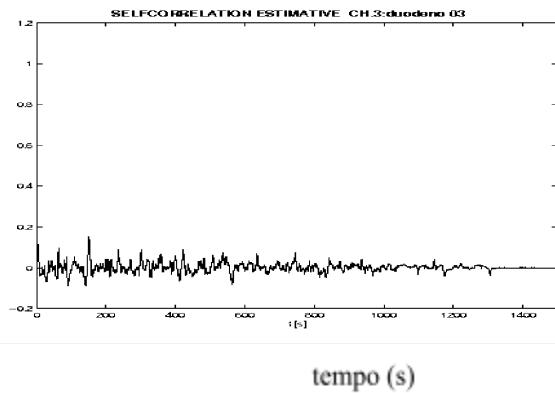
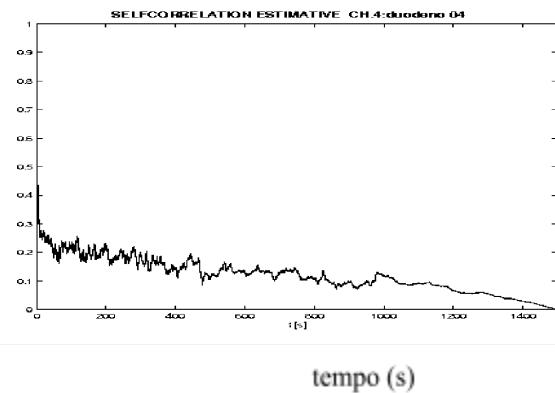
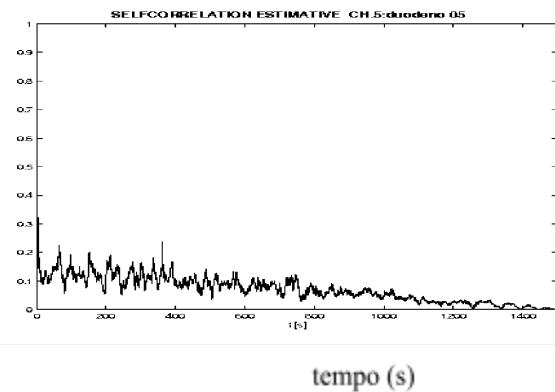
**Gráfico D.91 - Canal 3****Gráfico D.92 - Canal 4****Gráfico D.93 - Canal 5**

Gráfico D.94 - Canal 6

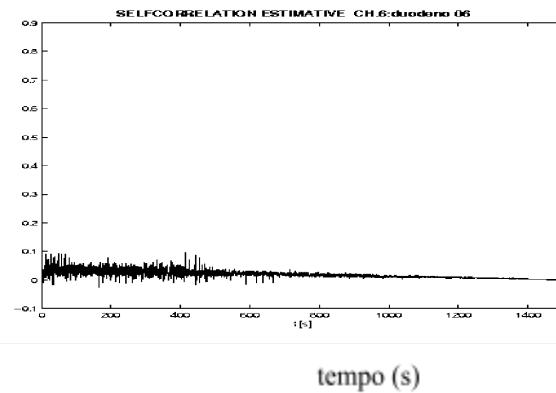


Gráfico D.95 - Canal 7

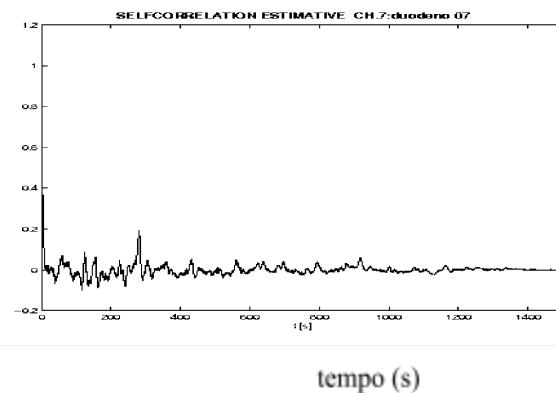


Gráfico D.96 - Canal 8

