



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS



ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS DE TEMPESTADES GEOMAGNÉTICAS COMPLEXAS

RELATÓRIO FINAL DE PROJETO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA (PIBIC/INPE-CNPq)

Karla Nayumi Mukai - Bolsista
Universidade Estadual de Maringá - UEM
E-mail: karlanmukai@gmail.com

Dr. Odim Mendes Júnior - Orientador
Divisão de Geofísica Espacial
DGE/CEA/INPE
E-mail: odim.mendes@inpe.br

Dra. Margarete Oliveira Domingues - Coorientadora
Laboratório Associado de Computação e Matemática Aplicada
LAC/CTE/INPE
E-mail: margarete.domingues@inpe.br

Sumário

1	Introdução	1
2	Sistemas Dinâmicos	3
2.1	Sistemas Lineares e Não-Lineares	3
2.1.1	Sistemas Lineares	4
2.1.2	Sistemas Não Lineares	4
2.2	Espaço de fase	5
2.2.1	Exemplo de espaço de fase	5
2.3	Comportamento caótico e atratores	6
2.4	Expoente de Lyapunov	6
3	Recorrência	8
3.1	Análise de Quantificação de Recorrência	8
3.1.1	Gráfico de Recorrência	8
3.1.2	Medidas de Quantificação de Recorrência	8
4	Perturbações Geomagnéticas	11
5	Dados	13
6	Experimentos e Resultados	17
6.1	Tabela de Casos de HILDCAA	19
7	Comentários finais	28
8	Referências Bibliográficas	29

Resumo

Esse trabalho examina as características do acoplamento eletrodinâmico do plasma do vento solar com a atmosfera ionizada e magnetizada da Terra, pois dessa interação decorrem perturbações geomagnéticas. Neste estudo, a base de dados são os índices geomagnéticos *AE*, obtidos de medições magnéticas de superfície em regiões de altas latitudes, durante eventos do tipo HILDCAA. Esse índice está relacionado ao eletrojato auroral e é sensível ao acoplamento mesmo em situações mais fracas. Utilizando uma metodologia baseada em análise de quantificação por recorrência, obteve-se por resultado uma tabulação preliminar de valores que retratam as características dos sinais relacionados a esses eventos.

Capítulo 1

Introdução

O planeta Terra está sob constante influência do ambiente espacial. A Terra é formada por um núcleo sólido, por um núcleo exterior fluido, envolto por manto de magma e, na parte mais exterior, pela crosta terrestre. Ainda por mecanismos que precisam ser melhor compreendidos, o movimento da parte fluida cria um campo magnético que permeia toda a atmosfera terrestre. Por influência de um plasma magnetizado proveniente do Sol em regime bastante constante, um sistema de correntes é estruturado na parte ionizada da atmosfera terrestre [3], identificandas, de acordo com a região espacial, como a corrente na fronteira da magnetosfera terrestre - designada magnetopausa, corrente na cauda magnetosférica, uma corrente anelar em torno do planeta na região equatorial, correntes nas ionosferas polares, e corrente na ionosfera equatorial, interligando-se de uma forma complexa por meio de outras correntes. De forma esquemática, essas correntes estão mostradas na figura 1.1.

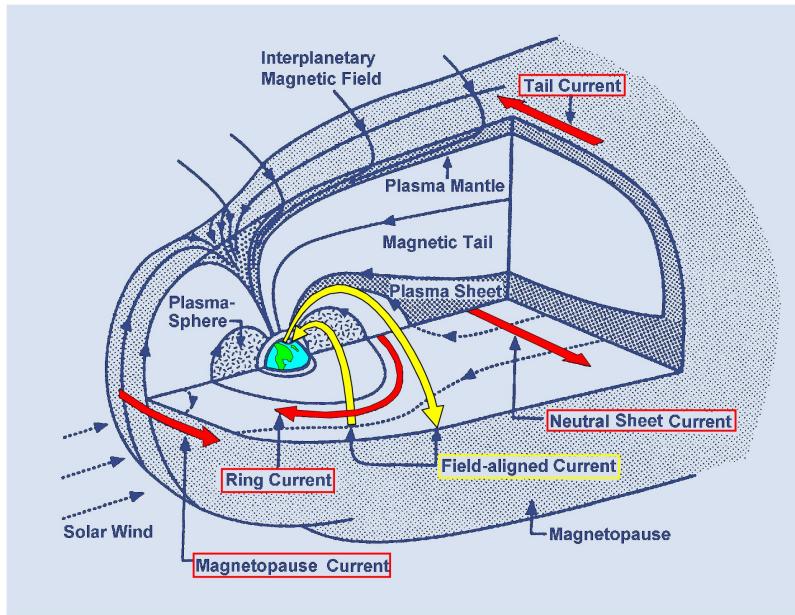


Figura 1.1: Representação da região de plasma terrestre e de correntes elétricas do sistema magnetosfera-ionosfera.
Fonte: [5]

A Magnetosfera, que é a região em que a dinâmica das partículas é regida pelo campo geomagnético, é criada pela interação do plasma do vento solar com o campo geomagnético. Há um achatamento do campo geomagnético no lado diurno e um prolongamento no lado noturno.

Perturbações da atmosfera terrestre ocasionadas por variações das condições do plasma solar ou do ambiente espacial por mecanismos existentes no Sol correspondem primordialmente a distúrbios geomagnéticos. A morfologia

da magnetosfera pode se alterar, o regime de correntes elétricas no sistema magnetosfera-ionosfera é alterado, principalmente nas regiões aurorais e em torno do equador geomagnético, o que afeta sistemas de eletricidade, causando interrupção em linhas de transmissão, interferência em telecomunicações, aumentando corrosão em tubulações metálicas no transporte de fluidos na superfície terrestre, entre outros efeitos.

Devido a esses efeitos, uma atenção crescente tem sido dada ao monitoramento das atividades solares, visando evitar ou mitigar danos causados por tais interações Sol, meio espacial e ambiente planetário terrestre.

Atualmente, vários recursos de análises de dados estão disponíveis. Entre eles, ferramentas bastante promissoras que propiciam caracterização de assinaturas de fenômenos não lineares podem ser usadas. Neste trabalho, iniciou-se um estudo de processos relacionados a perturbações geomagnéticas na superfície da Terra considerando análise de quantificações de recorrência [2]. Ainda de caráter exploratório, alguns resultados ilustrativos foram obtidos.

Desta forma, o objetivo deste trabalho é contribuir com a caracterização de processos dessa interação eletrodinâmica Sol-Terra. Como parte inicial de atividades relacionado a recursos de monitoramento, escolheu-se para avaliação o índice geomagnético de atividade auroral, identificado como AE, um dos índices de quantificação de perturbação magnética mais sensíveis a essa influência. Para uma investigação exploratória, períodos com ocorrência de HILDCAAs, do inglês *high-intensity, long-duration, continuous AE activity*, são utilizados. Esses são fenômenos em que o índice geomagnético AE, que mede a atividade do eletrojato auroral, apresenta atividade intensa e continua, pode ocorrer tanto precedidos por intervalos geomagneticamente calmos quanto por intervalos de tempestades geomagnéticas, que representam períodos de forte perturbação geomagnética. Tais perturbações geomagnéticas afetam sistemas de eletricidade e causa danos em satélites e tecnologias de comunicação, dada sua importância este projeto tem por objetivo investigar as características dessas perturbações. Saber entender os mecanismos envolvidos nesses processos são de grande relevância e revelam a importância deste tipo de trabalho.

O trabalho está assim composto. No Capítulo 2, apresenta-se a ideia básica de sistemas dinâmicos, aspecto a ser explorado nas quantificações executadas neste trabalho. No Capítulo 3, o embasamento em física de processos não lineares, por meio de análise de quantificação de recorrência. No Capítulo 4, as perturbações geomagnéticas. No Capítulo 5, os dados utilizados neste estudo exploratório. No Capítulo 6, os experimentos de análise conduzidos e os resultados inicialmente alcançados e que deverão sofrer reanálise. E, Capítulo 7, os comentários finais relacionados a este projeto de iniciação científica.

Capítulo 2

Sistemas Dinâmicos

Um sistema pode ser definido como um conjunto de elementos inter-relacionados, que apresentam uma relação de causa e efeito com uma função a desempenhar [4]. Quando um sistema apresenta propriedades descritivas que não variam com tempo, podendo variar espacialmente, é chamado sistema estático, enquanto no sistema dinâmico essas propriedades variam. Sistemas dinâmicos podem representar como um sistemas de variáveis interage entre si e evoluí com o tempo. Essas interações podem ou não ser lineares, e mesmo sistemas determinísticos podem apresentar soluções aparentemente aleatórias, sendo tal comportamento chamado de caos determinístico.

Se o sistema for continuo pode ser descrito por equações diferenciais ordinárias ou parciais.

$$\frac{dx_1}{dt} = f_1(x_1, x_2, \dots, x_n, t)$$

$$\frac{dx_2}{dt} = f_2(x_1, x_2, \dots, x_n, t)$$

.

.

$$\frac{dx_n}{dt} = f_n(x_1, x_2, \dots, x_n, t)$$

As n variáveis são dadas por x_1, \dots, x_n e pelas funções f_1, \dots, f_n que definem como as variáveis evoluem com o tempo. Já o sistema dinâmico discreto pode ser representado como a iteração de uma ou mais funções.

$$x_{n+1}^1 = F_1(x_{n+1}^1, x_{n+1}^2, \dots, x_{n+1}^m)$$

$$x_{n+1}^2 = F_2(x_{n+1}^1, x_{n+1}^2, \dots, x_{n+1}^m)$$

.

$$x_{n+1}^m = F_m(x_{n+1}^1, x_{n+1}^2, \dots, x_{n+1}^m)$$

Dado um estado inicial $x_0^1, x_0^2, \dots, x_0^m$, a aplicação sucessiva das funções F_1, F_2, \dots, F_m permite obter a sequencia de estados de cada variável.

2.1 Sistemas Lineares e Não-Lineares

Sistemas podem ser tanto lineares quanto não lineares. O primeiro tipo é o preferível de se trabalhar, pois possui a teoria muito mais desenvolvida e pode ser usadas ferramentas mais básicas e simples para se utilizar. Entretanto, os

sistemas da natureza em geral não possuem a propriedade da linearidade e devem ser analisados com ferramentas mais elaboradas.

Neste capítulo, será definido o que são sistemas lineares, o que são sistemas não lineares, e exemplos de ambos os tipos de sistemas serão dados.

2.1.1 Sistemas Lineares

Um sistema linear é uma modelagem matemática baseada no uso de uma operador linear. Qualquer sistema $y(t) = H\{x(t)\}$ é linear quando satisfaz a propriedade da linearidade, ou seja, se

$$\begin{aligned}y_1(t) &= H\{x_1(t)\} \\y_2(t) &= H\{x_2(t)\}\end{aligned}$$

então para $x(t) = ax_1(t) + bx_2(t)$, em que a e b são constantes,

$$y(t) = H\{x(t)\} = H\{ax_1(t) + bx_2(t)\} = ay_1(t) + by_2(t) \quad (2.1)$$

Sistemas lineares, por apresentar esta característica, facilitam normalmente a obtenção do sinal de saída utilizando uma função que define o sistema, chamada de resposta ao impulso. Chamando esta função de $h(t)$, qualquer sinal de saída pode ser conseguido aplicando a convolução deste sinal com o sinal de entrada. Além disso, quando modelados como uma equação diferencial, todas as derivadas da função desconhecida aparecem com ordem 1.

Um exemplo simples é

$$y(t) + ty'(t) = x(t) \quad (2.2)$$

Observe que tanto o fator $y(t)$ quanto o fator $y'(t)$ estão presentes em ordem 1. Se este não fosse o caso, ou aparecesse algum termo multiplicando ambos os fatores, o sistema não seria linear.

2.1.2 Sistemas Não Lineares

Quando um sistema não apresenta a propriedade da superposição 2.1, ele é chamado de não linear. Sistemas assim são mais imprevisíveis e difíceis de se trabalhar, porém, em geral, alguns fenômenos da natureza podem ser mais fielmente representados por sistemas não lineares do que por sistemas lineares (a adição de mais parâmetros em consideração no problema pode torná-lo não linear, e a aproximação de um sistema não linear pode torná-lo linear). Estes sistemas são difíceis de serem analisados pela transformada de Fourier, visto que a superposição é uma propriedade importante para esta ferramente.

Um exemplo de sistema não linear é

$$\begin{cases}f_1(x_1, x_2) = x_1^2 + x_2^2 - 2 = 0 \\f_2(x_1, x_2) = x_2^1 - \frac{x_2^2}{9} - 1 = 0\end{cases} \quad (2.3)$$

Este sistema não linear admite quatro soluções, que são os pontos onde as curvas $x_1^2 + x_2^2 = 2$ e $x_2^1 - \frac{x_2^2}{9} = 1$ se interceptam. A Resolução de sistemas não lineares são feitas por métodos iterativos.

Fenômenos solares também são modelados como sistemas não lineares, e por isso, necessitam de outras ferramentas. É esperado que a magnetosfera tenha um comportamento não linear devido a sua dinâmica interna de energia associada a tempestades e tempestades magnéticas. Não é possível compreender interação magnetosfera com os ventos solares apenas linearmente, é necessário o uso de técnicas não lineares.

2.2 Espaço de fase

O espaço de fase é uma representação das variáveis dinâmicas relevantes do sistema, muito útil para a compreensão do comportamento dos sistemas. A trajetória no espaço de fase representa a evolução temporal do sistema, em que cada ponto define o estado do sistema em um momento dependendo da sua função iterativa e condições iniciais, e a dimensão desse espaço depende da quantidade de variáveis dinâmicas. Para um sistema mecânico por exemplo, o espaço de fase geralmente consiste de todos os valores possíveis de posição e momento das variáveis.

2.2.1 Exemplo de espaço de fase

Um exemplo de sistema dinâmico real é o pêndulo não-linear forçado, na Figura 2.1, com massa M sujeito a um torque de uma força periódica e a força gravitacional G . O ângulo depende do tempo $\theta = \theta(t)$ e está entre $-\pi \leq \theta < \pi$. O movimento do pêndulo forçado, não-linear e dissipativo, pode ser expresso pela Equação adimensional

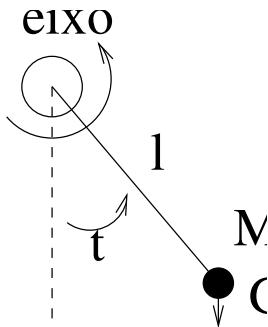


Figura 2.1: Pêndulo forçado com massa M , sujeito a gravidade e com torque aplicado no eixo.

2.5 .

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} + \nu \frac{d\theta}{dt} + \sin \theta = A \sin(2\pi ft) \quad (2.4)$$

ou

$$\ddot{\theta} + \nu \dot{\theta} + \sin \theta = A \sin(2\pi ft) \quad (2.5)$$

Simplificando a massa M para igual a um. A variável dinâmica θ descreve o estado do sistema descrito na Equação 2.5, em que $\dot{\theta}$ é a velocidade angular, enquanto ν , A , f são parâmetros de controle. Em que ν denota o coeficiente de fricção, A a amplitude da excitação periódica e f frequência da força de excitação. A Equação 2.5 não permite solução algébrica, mas pode ser resolvida com o auxílio de um computador realizando uma integração por métodos numéricos. Variando os valores dos parâmetros de controle, observa-se quatro tipos diferentes de comportamento.

1. Pêndulo em que não há torque nem amortecimento. Considerando $A = 0$ e $\nu = 0$. (a) Para ângulos θ pequenos em relação a vertical

$$\sin(\theta) \approx \theta$$

Tem-se, então, da Equação 2.5.

$$\ddot{\theta} + \theta = 0 \quad (2.6)$$

Na Figura 2.2(a) é mostrado o gráfico $(\theta, \dot{\theta})$. O sistema é conservativo, a área ocupada pelos pontos se mantém constante. Como não há dissipação e reposição de energia, o comportamento se mantém para um longo prazo, por isso não se define atrator para sistemas conservativos.

(b) Considerando θ com valores $-\pi \leq \theta < \pi$. Tem-se, então, da Equação 2.5.

$$\ddot{\theta} + \sin \theta = 0 \quad (2.7)$$

O gráfico 2.2(b) de (θ, w) para um pêndulo é obtida se $\theta(0) = \pi$ para uma velocidade inicial $w \neq 0$. Quando o pendulo o pêndulo se movimenta em círculos e para em equilíbrio no topo, essa gráfico representa o contorno critico que separa as trajetórias finitas e infinitas

2. Pendulo com amortecimento. Com $\nu \neq 0$, para um longo prazo $t \rightarrow \infty$ o pendulo irá cessar o movimento. Da Equação 2.5, tem-se.

$$\ddot{\theta} + \nu \dot{\theta} + \sin \theta = 0 \quad (2.8)$$

O gráfico (θ, w) na Figura 2.2(c) vemos que a área ocupada pela condição inicial diminuindo com o tempo, ou seja, a distância entre os pontos diminui e isso representa dissipação de energia.

3. Pendulo com amortecimento e com movimento forçado. Considerando $f \neq 0$, $\nu \neq 0$. Temos um pendulo forçado não-linear da Equação 2.5 com um comportamento caótico. No gráfico da Figura 2.2(d) o comportamento dinâmico do pendulo não se estabiliza num ciclo limite, apresentando comportamento caótico. Apresentando grande sensibilidade às condições iniciais, vemos que pontos inicialmente próximos (traços vermelho e azul) se afastam.

2.3 Comportamento caótico e atratores

A sensibilidade às condições iniciais significa que uma pequena perturbação ou mudança nas condições iniciais de um sistema leva a trajetórias significativamente divergentes. Em sistemas dissipativos, regiões em que as trajetórias convergem para uma ampla variedade de condições iniciais, limitadas pelo espaço de fase, são chamadas atratores. Valores do sistema que chegam próximos dos valores do atrator, permanecem próximos mesmo que o sistema seja perturbado. Pode-se definir um conjunto fechado de pontos A no espaço de fase como atrator, se:

1. Qualquer trajetória de $\vec{x}(t)$ que começa em A e continua em A , para todo tempo.
2. Há um hipervolume $B \subset A$, Tal que qualquer condição inicial $\vec{x}(0)$ pertencente a B . Em que a distância entre a trajetória $\vec{x}(t)$ e A tende a 0, quando $t \rightarrow \infty$, ou seja,

$$d(\vec{x}(t), A) \rightarrow 0, \quad \text{quando } t \rightarrow \infty \quad (2.9)$$

O maior conjunto aberto que satisfaz a propriedade é chamado de bacia de atração de A .

3. A é mínimo, ou seja, não a subconjunto de A que satisfaça as duas condições anteriores.

2.4 Exponente de Lyapunov

O Exponente de Lyapunov (λ) é a medida padrão para verificar a existência ou não de caos em um sistema. Os expoentes de Lyapunov avaliam a sensibilidade as condições iniciais, verificando a divergência exponencial média no espaço de fase. Os sinais dos expoentes de Lyapunov definem direções de instabilidade. A existência de pelo menos um expoente positivo ($\lambda > 0$) caracteriza um sistema caótico pois, independente de quão próximo os pontos estejam, eles vão divergir. Se o expoente for negativo ($\lambda < 0$), então o sistema tem uma órbita periódica estável. A magnitude do expoente λ esta relacionada a medida da razão na qual o sistema cria ou destrói informações.

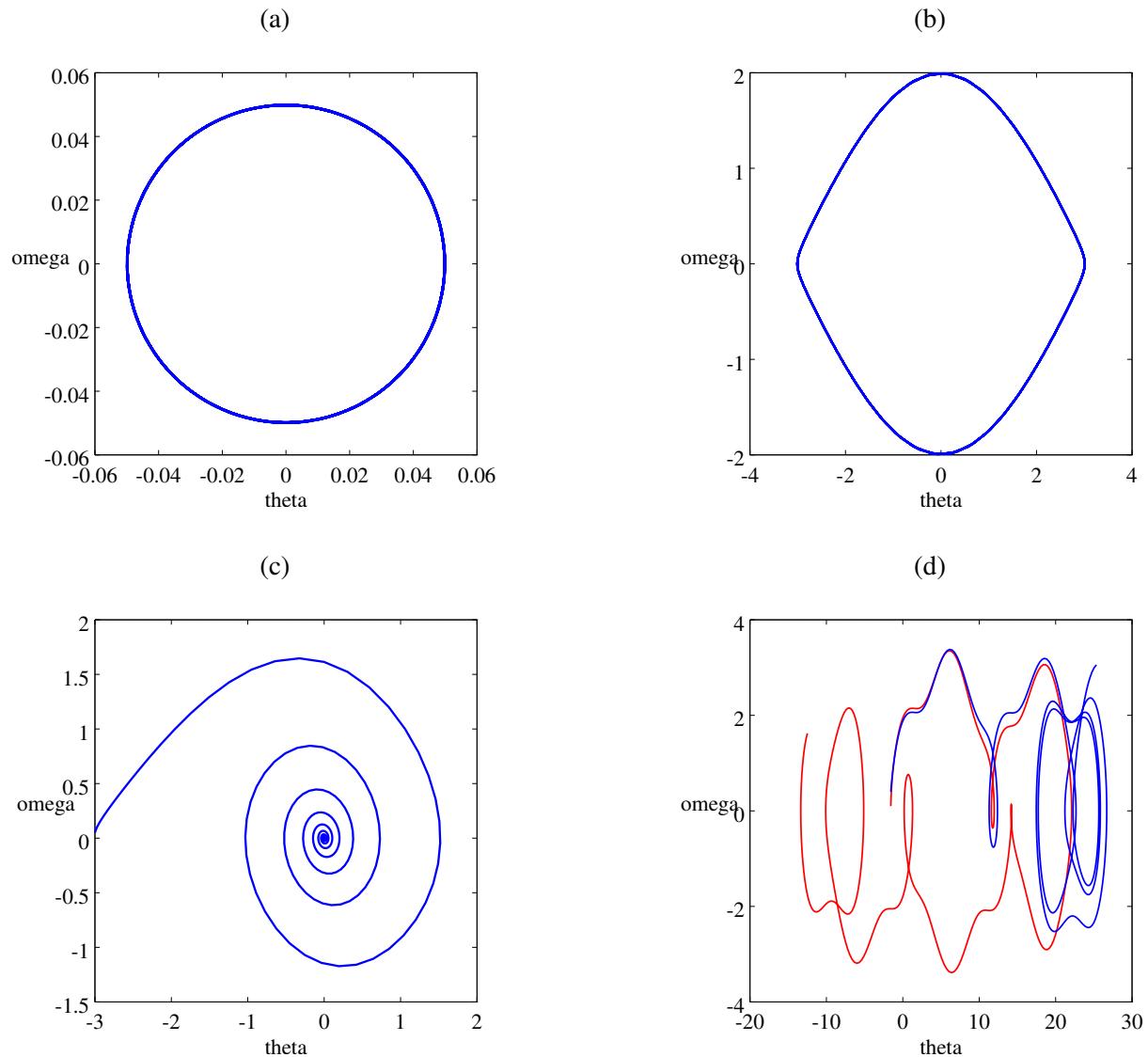


Figura 2.2: Plotagem do espaço de fase (ω, θ) de quatro tipos de comportamento do pendulo forçado não-linear, variando os parâmetros de controle. (a) Pendulo simples, $A = 0, \nu = 0, \theta \approx 0$. (b) Pendulo simples, $A = 0, \nu = 0, -\pi \leq \theta < \pi$. (c) Pendulo com amortecimento, $\nu \neq 0, A = 0, -\pi \leq \theta < \pi$. (d) Pendulo com amortecimento e com movimento forçado, $f \neq 0, \nu \neq 0, A \neq 0$. As cores azul e vermelha representam o mesmo pendulo com duas velocidade angular inicial, w , diferentes.

Capítulo 3

Recorrência

O conceito de recorrência inicialmente foi introduzido por Poincaré, o teorema de recorrência de Poincaré afirma que certos sistemas, após um longo tempo finito, retornam a um estado próximo de seu estado inicial. O tempo de recorrência de Poincaré é o tempo para um certo estado recorrer. A recorrência é uma característica fundamental de vários sistemas dinâmicos, geralmente aplicada a séries temporais desses sistemas. Séries temporais são utilizadas no estudo de dados das mais diversas áreas, como finanças, astrofísica, engenharia e computação.

3.1 Análise de Quantificação de Recorrência

A análise de quantificação de recorrência [2] é um método em que se extraem medidas dos chamados gráficos de recorrência (Recurrence Plot), são construídos a partir de séries temporais, e utilizados para a visualização de comportamentos recorrentes no espaço de fase de sistemas dinâmicos. Supondo que o sistema tem uma trajetória $\{\vec{x}_i\}_{i=1}^N$ no espaço de fase, em que N é o número de estados considerados e $\vec{x}_i \approx \vec{x}_j$ é a igualdade até um limiar ε . Então o gráfico de recorrência é baseado na seguinte matriz.

$$R_{i,j} = \begin{cases} 1 & \vec{x}_i \approx \vec{x}_j \\ 0 & \vec{x}_i \not\approx \vec{x}_j \end{cases} \quad i, j = 1, \dots, N \quad (3.1)$$

A matriz compara o estado do sistema nos tempos i e j , se os estados são similares, $R_{i,j} = 1$. Se os estados são muito diferentes, a entrada correspondente na matriz é $R_{i,j} = 0$.

3.1.1 Gráfico de Recorrência

O gráfico de recorrência é definido pela matriz

$$R_{i,j}(\varepsilon) = \Theta(\varepsilon - \|\vec{x}_i - \vec{x}_j\|), \quad i, j = 1, \dots, N, \quad (3.2)$$

Em que N é o número de estados $\vec{x}_i \in R^m$, ε (threshold) é o limiar a partir do ponto \vec{x}_i , $\Theta(\cdot)$ é função de Heaviside ($\Theta(x)=0$, se $x \leq 0$, e $\Theta(x)=1$ caso contrário), $\|\cdot\|$ é a norma da vizinhança e m é a dimensão de imersão.

3.1.2 Medidas de Quantificação de Recorrência

Medidas de Quantificação de Recorrência (*Recurrence Quantification Analysis - RQA*), que é um método de análise de dados não lineares que quantifica o número e duração das recorrências de um sistema dinâmico representado por sua trajetória no espaço de fase das variáveis. Neste trabalho, foram utilizadas as Medidas de Quantificação de Recorrência, as principais são definidas a seguir.

- A taxa de recorrência (RR) é a densidade de pontos de recorrência no plot de recorrência,, excluindo a diagonal principal, definido pela equação abaixo.

$$RR(\varepsilon) = \frac{1}{N} \sum_{i,j=1}^N R_{i,j}(\varepsilon) \quad (3.3)$$

A RR corresponde a probabilidade de, no limite $N \rightarrow \infty$ um estado específico retornar à sua vizinhança de raio ε no espaço de fase.

- O determinismo (DET) é a medida de previsibilidade do sistema, definido pela equação abaixo.

$$DET = \frac{\sum_{\ell=\ell_{min}}^N \ell P(\ell)}{\sum_{i,j=1}^N R_{i,j}} \quad (3.4)$$

Em que $P(\ell)$ é o número de diagonais de comprimento ℓ , e ℓ_{min} é o menor tamanho para uma linha ser considerada uma diagonal. Esta medida é chamada de determinismo e está relacionada com a previsibilidade de um sistema dinâmico.

- Da mesma forma a quantidade de pontos de recorrência que formam linhas verticais podem ser quantificados pela equação seguinte. Esta medida é chamada de liminaridade (LAM), e esta relacionada com a intermitência do sistema.

$$LAM = \frac{\sum_{v=v_{min}}^N v P(v)}{\sum_{v=1}^N v P(v)} \quad (3.5)$$

Em que $P(v)$ é o numero de linhas verticais de comprimento v , e v_{min} é o comprimento mínimo.

- O comprimento médio das estruturas verticais, ou tempo de permanência em um estado (*trapping Time* - TT), essa medida contém informação acerca da quantidade e do comprimento das estruturas verticais no gráfico de recorrência. Ela mede o tempo médio que o sistema permanece em um estado específico.

$$TT = \frac{\sum_{v=v_{min}}^N v P(v)}{\sum_{v=1}^N P(v)} \quad (3.6)$$

- Comprimento médio das linhas diagonais (L) é o tempo médio que dois segmentos de uma trajetória estão próximos um do outro, podendo ser interpretado como o tempo médio de predição. É calculado por

$$L = \frac{\sum_{\ell=\ell_{min}}^N \ell P(\ell)}{\sum_{\ell=1}^N P(\ell)} \quad (3.7)$$

- A Entropia de Shannon (ENTR) mede a distribuição de frequência dos comprimentos das linhas diagonais. Ela reflete a complexidade da estrutura determinística no sistema.

$$ENTR = \sum_{\ell=\ell_{min}}^N p(\ell) \ln p(\ell) \quad (3.8)$$

- A razão entre DET e RR (RATIO OU DET/RR) e pode ser calculada pela frequência de distribuição do comprimento de linhas diagonais.

$$RATIO = N^2 \frac{\sum_{\ell=\ell_{min}}^N \ell P(\ell)}{(\sum_{\ell=1}^N \ell P(\ell))^2} \quad (3.9)$$

- Comprimento máximo das linhas (V_{max}) verticais mede a linha vertical mais longa.

$$V_{max} = \max(v_i ; i = 1 \dots N_v) \quad (3.10)$$

- Comprimento máximo das linhas diagonais (L_{max}), é o comprimento da maior estrutura diagonal. Esta relacionada com a divergência de trajetória de dois segmentos.

$$L_{max} = \max(\ell_i ; i = 1 \dots N_\ell) \quad (3.11)$$

- A divergência (DIV) é o inverso comprimento máximo das linhas diagonais.

$$DIV = \frac{1}{L_{max}} \quad (3.12)$$

Capítulo 4

Perturbações Geomagnéticas

A Interação vento solar-magnetosfera terrestre é responsável por criar efeitos chamados de atividades geomagnéticas [1]. As sub tempestades magnéticas são o tipo mais frequente de atividade geomagnética, apresentam durações mais curtas (em media entre 1 e 3 horas) do que as tempestades magnéticas, resultantes do acumulo de energia que é transportado do vento solar para o interior da magnetosfera. Causando várias perturbações nas regiões terrestres de altas latitudes, como o surgimento de auroras e o aumento da densidade de corrente do eletrojato auroral. Em geral as sub tempestades são caracterizadas por três fases distintas, a fase de crescimento em que a energia extraída do vento solar é armazenada na magnetosfera, a fase de expansão que corresponde à liberação da energia armazenada e a fase de recuperação em que a magnetosfera retorna às suas condições normais. Tempestades geomagnéticas podem ser entendidas com uma grande perturbação da magnetosfera terrestre que ocorre com uma intensificação da atividade solar, pela interação da energia do vento solar com o ambiente espacial que envolve a Terra. As tempestades são resultado da variação do vento solar que causa mudanças nas correntes, plasma e campo da magnetosfera Terrestre. As condições para a eficaz transferência de energia do vento solar para magnetosfera são ventos solares acelerados durante longos períodos na direção sul, oposto à direção do campo Terrestre, do lado diurno da magnetosfera. O Sol possui um ciclo de atividade de 11 anos, em que na fase de máxima atividade é caracterizado por nuvens de plasma denominadas ejeção de massa coronal (*coronal mass ejections - CMESs*) e ao se propagar no meio interplanetário essa estrutura passa a ser denominada de ICME (*interplanetary coronal mass ejections*, essas são as estruturas que mais aparecem relacionadas a tempestades geomagnéticas). Na fase mínima de atividade solar, ventos solares de alta velocidade (*high-speed solar wind stream - HSS*) chocam com ventos de baixa velocidade criando uma estrutura espiral distorcida pela rotação do sol e as regiões de interação são conhecidas como CIRs. Tempestades mais intensas e a presença de aurora geralmente são causadas por ICMEs. As tempestades são o resultado do aumento na densidade de energia das partículas que compõem a corrente de anel equatorial, o anel de corrente oeste que envolve a Terra, produz distúrbios magnéticos na superfície Terrestre. A medida desta corrente, o índice DST (*disturbance storm time*), é definido como a média instantânea mundial da perturbação da componente BH (campo magnético) no solo na região equatorial. Na zona sub auroral são utilizados o K_p e o Ap e em medias e baixas latitudes os índices mais utilizados são o Dst, o Sym e o Asy. Tempestades típicas são constituídas de três fases definidas, A fase inicial, onde temos um aumento rápido e de alguns minutos aproximadamente em a magnetosfera sofre compressão pelos ventos solares, intensificando o sistema de correntes que fluem na magnetosfera, causando um aumento súbito nos valores de BH. A fase principal, com decréscimo rápido e às vezes perturbado da componente BH. Acontece pela energização da corrente de anel através do processo de reconexão na magnetosfera diurna, à medida que o campo magnético interplanetário inverte sua polaridade, se opondo ao campo geomagnético, o crescimento da corrente do anel cessa com a diminuição da injeção de partículas na magnetosfera, diminuindo as perturbações. Iniciando a fase de recuperação da tempestade, em que os valores da componente BH e de Dst retornam lentamente aos seus níveis normais de período calmo. As correntes aurorais, ou *auroral eletrojet*, produzem distúrbios magnéticos na componente horizontal que são medidos pelos índices AU, AL e AE, na zona auroral. Os índices AE foram idealizados por T. N. Davis and M. Sugiura, são medidos a partir de diversas estações e plotados ao mesmo tempo nas escalas em relação com seus níveis em calma, e sobrepostos graficamente, AU (*amplitude upper*) e AL (*amplitude lower*) estão relacionados com os valores maiores e

menores respectivamente, e AE é a diferença entre eles $AE = AU - AL$. Sendo AO o valor médio de AU e AL, isto é $(AU + AL)/2$. Os casos de atividades contínuas do índice AE, de longa duração e de grande intensidade HILDCAAs, *high-intensity, long-duration, continuous AE activity*, descobertos por Tsurutani e Gonzalez em 1987. Ocorre tanto durante períodos geomagneticamente calmos quanto durante a fase de recuperação de uma tempestade magnética, os critérios básicos para a classifica são de um evento como HILDCAA:

- O evento não deve ocorrer em períodos que correspondem à fase principal de uma tempestade magnética;
- O evento deve ter a duração de, no mínimo, dois dias;
- Durante o evento a intensidade do índice AE deve alcançar, pelo menos uma vez, um pico maior ou igual a 1000 nT;
- A atividade auroral deveria ser aproximadamente constante, o índice AE não deve cair para valores menores que 200 nT por mais de duas horas seguidas;

Capítulo 5

Dados

Os base de dados utilizados são os indices AE, AL e AU, obtidos do *Space Physics Data Facility* (SPDF) gerenciado por *Goddard Space Flight Center* (GSFC) - NASA atraves de OMNIWeb (www.omniweb.gsfc.nasa.gov/form/omni_min.html), que são computados de hora em hora em *World Data Center for Geomagnetism* operada por *Data Analysis Center for Geomagnetism and Space Magnetism* na Universidade de Kyoto, Japão (swdcwww.kugi.kyoto-u.ac.jp/dstae/index.html). Os dados são fornecidos por 12 observatórios localizados na zona auroral, apresentados na Tabela 5.1. Na Tabela 5.2 estão os eventos utilizados no trabalho,

Tabela 5.1: Lista de estações AE. Adaptado de: (wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/aedir/ae2/AEObs.html).

Observatório	Lat. Geográfica	Long. Geográfica	Lat. Geomagnética	Long. Geomagnética
Abisko	68.36	18.82	66.04	115.08
Dixon Island	73.55	80.57	63.02	161.57
Cape Chelyuskin	77.72	104.28	66.26	176.46
Tixie Bay	71.58	129.00	60.44	191.41
Cape Wellen	66.17	190.17	61.79	237.10
Barrow	71.30	203.25	68.54	241.15
College	64.87	212.17	64.63	256.52
Yellowknife	62.40	245.60	69.00	292.80
Fort Churchill	58.80	265.90	68.70	322.77
Poste-de-la-Baleine	55.27	282.22	66.58	347.36
Narsarsuaq	61.20	314.16	71.21	36.79
Leirvogur	64.18	338.30	70.22	71.04

todos os eventos contidos na lista são casos de HILDCAA definidos pelo critério exposto anteriormente. Os casos utilizados são do período de 20 de Abril de 1981 à 29 de Junho de 2012, não existem dados no repositório para datas anteriores a estas, os eventos grifados são de HILDCAAs precedidas por tempestades geomagnéticas, enquanto os eventos sem grifar são de casos não relacionados com tempestades.

Tabela 5.2: Tabela com a lista de eventos HILDCAA's de 1975 à 2012. Eventos grifados são HILDCAA's precedidas por tempestades geomagnéticas, enquanto os não grifados são eventos não relacionados a tempestades.

Evento	Início do Evento		Início do Evento	
	Data	UT	Data	UT
H001	1975 – 01 – 03	12 : 43	1975 – 01 – 06	0 : 56
H002	1975 – 01 – 13	1 : 23	1975 – 01 – 15	5 : 26

H003	1975 – 01 – 31	16 : 34	1975 – 02 – 02	21 : 25
H004	1975 – 02 – 10	8 : 00	1975 – 02 – 17	0 : 44
H005	1975 – 03 – 11	11 : 00	1975 – 03 – 14	0 : 18
H006	1975 – 03 – 14	3 : 07	1975 – 03 – 16	17 : 44
H007	1975 – 05 – 04	16 : 42	1975 – 05 – 07	19 : 29
H008	1975 – 06 – 01	10 : 06	1975 – 06 – 05	4 : 58
H009	1975 – 09 – 08	21 : 24	1975 – 09 – 12	18 : 06
H010	1975 – 10 – 06	3 : 46	1975 – 10 – 10	9 : 57
H011	1975 – 11 – 29	6 : 18	1975 – 12 – 02	4 : 47
H012	1978 – 03 – 16	11 : 41	1978 – 03 – 19	6 : 55
H013	1978 – 05 – 10	20 : 19	1978 – 05 – 13	3 : 20
H014	1979 – 01 – 25	7 : 58	1979 – 01 – 27	10 : 36
H015	1979 – 05 – 23	18 : 40	1979 – 05 – 26	7 : 02
H016	1979 – 06 – 22	10 : 58	1979 – 06 – 24	12 : 34
H017	1981 – 04 – 20	9 : 47	1981 – 04 – 23	22 : 58
H018	1982 – 01 – 21	23 : 43	1982 – 01 – 25	0 : 27
H019	1982 – 02 – 17	6 : 09	1982 – 02 – 21	2 : 00
H020	1982 – 02 – 23	10 : 11	1982 – 02 – 25	22 : 49
H021	1982 – 06 – 19	4 : 02	1982 – 06 – 21	15 : 02
H022	1982 – 08 – 25	0 : 59	1982 – 08 – 27	1 : 21
H023	1982 – 12 – 27	20 : 18	1982 – 12 – 30	12 : 09
H024	1983 – 03 – 18	15 : 57	1983 – 03 – 21	6 : 57
H025	1983 – 03 – 31	8 : 06	1983 – 04 – 03	13 : 18
H026	1983 – 04 – 05	23 : 55	1983 – 04 – 11	8 : 55
H027	1983 – 06 – 17	11 : 44	1983 – 06 – 20	17 : 19
H028	1983 – 07 – 16	17 : 34	1983 – 07 – 19	22 : 25
H029	1983 – 08 – 23	9 : 00	1983 – 08 – 26	21 : 39
H030	1983 – 08 – 29	9 : 11	1983 – 09 – 01	5 : 38
H031	1983 – 12 – 05	2 : 39	1983 – 12 – 07	4 : 31
H032	1983 – 12 – 13	8 : 53	1983 – 12 – 15	18 : 45
H033	1983 – 12 – 30	3 : 49	1984 – 01 – 01	23 : 59
H034	1984 – 05 – 28	7 : 22	1984 – 05 – 31	2 : 13
H035	1984 – 06 – 18	8 : 06	1984 – 06 – 20	17 : 59
H036	1984 – 07 – 16	18 : 28	1984 – 07 – 19	15 : 11
H037	1984 – 08 – 28	5 : 34	1984 – 08 – 31	3 : 32
H038	1984 – 10 – 09	14 : 37	1984 – 10 – 13	4 : 08
H039	1984 – 11 – 19	14 : 13	1984 – 11 – 21	22 : 58
H040	1984 – 12 – 15	20 : 03	1984 – 12 – 18	19 : 00
H041	1984 – 12 – 28	6 : 34	1984 – 12 – 31	23 : 29
H042	1985 – 06 – 06	11 : 11	1985 – 06 – 08	13 : 06
H043	1985 – 06 – 27	6 : 45	1985 – 06 – 30	0 : 41
H044	1985 – 07 – 03	22 : 59	1985 – 07 – 07	16 : 44
H045	1986 – 01 – 27	2 : 35	1986 – 01 – 31	6 : 01
H046	1986 – 02 – 21	16 : 23	1986 – 02 – 25	22 : 18
H047	1986 – 05 – 30	17 : 34	1986 – 06 – 02	9 : 34
H048	1986 – 08 – 21	7 : 45	1986 – 08 – 24	9 : 59
H049	1986 – 08 – 28	23 : 24	1986 – 08 – 31	7 : 05
H050	1986 – 12 – 22	13 : 14	1986 – 12 – 24	14 : 42
H051	1987 – 08 – 30	15 : 24	1987 – 09 – 02	14 : 07
H052	1987 – 09 – 13	20 : 58	1987 – 09 – 17	10 : 25

H053	1987 – 10 – 13	5 : 18	1987 – 10 – 15	23 : 11
H054	1987 – 10 – 26	23 : 30	1987 – 10 – 30	14 : 33
H055	1988 – 03 – 27	15 : 18	1988 – 03 – 30	8 : 19
H056	1990 – 02 – 28	2 : 02	1990 – 03 – 02	23 : 11
H057	1990 – 10 – 10	23 : 20	1990 – 10 – 13	9 : 37
H058	1991 – 06 – 01	19 : 33	1991 – 06 – 04	1 : 22
H059	1991 – 07 – 18	11 : 26	1991 – 07 – 23	19 : 36
H060	1991 – 08 – 31	3 : 06	1991 – 09 – 02	18 : 19
H061	1991 – 09 – 03	3 : 49	1991 – 09 – 06	18 : 54
H062	1992 – 07 – 12	4 : 25	1992 – 07 – 14	19 : 24
H063	1992 – 09 – 06	12 : 10	1992 – 09 – 08	18 : 50
H064	1992 – 10 – 27	23 : 05	1992 – 10 – 29	23 : 11
H065	1992 – 12 – 07	20 : 40	1992 – 12 – 10	1 : 31
H066	1993 – 01 – 01	22 : 02	1993 – 01 – 05	13 : 42
H067	1993 – 04 – 20	1 : 41	1993 – 04 – 22	7 : 52
H068	1993 – 06 – 23	18 : 51	1993 – 06 – 26	4 : 41
H069	1993 – 11 – 04	20 : 58	1993 – 11 – 09	5 : 10
H070	1993 – 12 – 16	9 : 24	1993 – 12 – 18	19 : 07
H071	1994 – 01 – 11	15 : 19	1994 – 01 – 15	8 : 59
H072	1994 – 01 – 15	11 : 39	1994 – 01 – 20	0 : 46
H073	1994 – 02 – 07	1 : 39	1994 – 02 – 16	5 : 58
H074	1994 – 03 – 07	23 : 24	1994 – 03 – 18	8 : 45
H075	1994 – 04 – 04	8 : 15	1994 – 04 – 15	19 : 17
H076	1994 – 05 – 14	20 : 47	1994 – 05 – 17	14 : 02
H077	1994 – 07 – 15	19 : 41	1994 – 07 – 18	15 : 12
H078	1994 – 09 – 08	15 : 29	1994 – 09 – 12	0 : 43
H079	1994 – 10 – 09	23 : 45	1994 – 10 – 12	13 : 50
H080	1994 – 10 – 30	2 : 38	1994 – 11 – 02	22 : 53
H081	1994 – 12 – 23	23 : 24	1994 – 12 – 26	6 : 54
H082	1995 – 01 – 02	14 : 13	1995 – 01 – 06	0 : 11
H083	1995 – 02 – 02	0 : 49	1995 – 02 – 04	20 : 29
H084	1995 – 02 – 12	15 : 48	1995 – 02 – 14	21 : 05
H085	1995 – 05 – 30	2 : 53	1995 – 06 – 04	1 : 48
H086	1995 – 10 – 06	2 : 23	1995 – 10 – 08	22 : 59
H087	1996 – 03 – 12	2 : 04	1996 – 03 – 14	2 : 58
H088	1996 – 04 – 18	9 : 34	1996 – 04 – 21	5 : 01
h089	1996 – 08 – 28	3 : 54	1996 – 08 – 30	9 : 02
H090	1996 – 09 – 19	15 : 57	1996 – 09 – 22	18 : 27
H091	1998 – 04 – 24	17 : 11	1998 – 04 – 27	16 : 46
H092	1998 – 07 – 22	20 : 56	1998 – 07 – 25	12 : 32
H093	1999 – 03 – 30	6 : 32	1999 – 04 – 01	6 : 58
H094	1999 – 04 – 29	9 : 48	1999 – 05 – 03	19 : 35
H095	1999 – 08 – 31	15 : 30	1999 – 09 – 02	20 : 10
H096	1999 – 10 – 23	13 : 20	1999 – 10 – 25	19 : 08
H097	1999 – 12 – 03	9 : 59	1999 – 12 – 05	23 : 58
H098	1999 – 12 – 30	20 : 01	2000 – 01 – 03	4 : 04
H099	2000 – 01 – 27	18 : 06	2000 – 01 – 31	3 : 02
H100	2000 – 02 – 05	15 : 53	2000 – 02 – 08	5 : 26
H101	2000 – 02 – 24	2 : 42	2000 – 02 – 26	2 : 53
H102	2001 – 07 – 15	6 : 19	2001 – 07 – 17	6 : 50

H103	2002 – 07 – 22	1 : 35	2002 – 07 – 24	2 : 20
H104	2002 – 09 – 11	5 : 22	2002 – 09 – 13	13 : 16
H105	2002 – 11 – 29	12 : 05	2002 – 12 – 02	1 : 34
H106	2003 – 04 – 20	15 : 45	2003 – 04 – 23	2 : 01
H107	2003 – 04 – 24	5 : 06	2003 – 04 – 28	11 : 05
H108	2003 – 05 – 05	8 : 50	2003 – 05 – 09	16 : 59
H109	2003 – 05 – 13	4 : 31	2003 – 05 – 16	3 : 50
H110	2003 – 06 – 26	21 : 14	2003 – 06 – 30	22 : 16
H111	2003 – 07 – 03	8 : 47	2003 – 07 – 06	6 : 00
H112	2003 – 08 – 20	15 : 11	2003 – 08 – 24	15 : 43
H113	2003 – 09 – 15	21 : 02	2003 – 09 – 20	22 : 03
H114	2003 – 09 – 23	23 : 31	2003 – 09 – 26	2 : 36
H115	2003 – 10 – 15	3 : 28	2003 – 10 – 22	18 : 35
H116	2003 – 12 – 09	2 : 48	2003 – 12 – 16	4 : 02
H117	2004 – 01 – 02	8 : 24	2004 – 01 – 06	11 : 11
H118	2004 – 02 – 12	1 : 35	2004 – 02 – 15	11 : 36
H119	2004 – 09 – 15	19 : 49	2004 – 09 – 18	5 : 39
H120	2005 – 05 – 15	17 : 08	2005 – 05 – 18	16 : 03
H121	2005 – 08 – 05	22 : 19	2005 – 08 – 07	22 : 54
H122	2005 – 11 – 03	10 : 33	2005 – 11 – 05	11 : 58
H123	2006 – 03 – 18	5 : 25	2006 – 03 – 20	11 : 19
H124	2006 – 06 – 06	6 : 02	2006 – 06 – 10	6 : 28
H125	2006 – 10 – 13	15 : 17	2006 – 10 – 16	0 : 16
H126	2006 – 10 – 28	14 : 15	2006 – 10 – 30	16 : 27
H127	2006 – 12 – 06	0 : 00	2006 – 12 – 08	21 : 49
H128	2007 – 01 – 29	14 : 02	2007 – 01 – 31	14 : 14
H129	2007 – 02 – 27	15 : 31	2007 – 03 – 01	17 : 07
H130	2007 – 09 – 01	16 : 31	2007 – 09 – 03	17 : 10
H131	2008 – 02 – 28	9 : 23	2008 – 03 – 01	23 : 42
H132	2011 – 04 – 30	18 : 04	2011 – 05 – 03	4 : 56
H133	2011 – 09 – 11	12 : 17	2011 – 09 – 13	12 : 42
H134	2012 – 05 – 08	21 : 22	2012 – 05 – 11	6 : 35
H135	2012 – 06 – 04	3 : 06	2012 – 06 – 06	6 : 10
H136	2012 – 06 – 29	21 : 08	2012 – 07 – 02	21 : 01

A análise de quantificação de recorrência, da qual são extraídas as medidas de quantificação de recorrência (MQR) para cada evento, foi realizada por meio da versão em linha de comando da ferramenta TOCSY - *Toolbox for Complex Systems* pelo Potsdam Institute for Climate Impact Research (PIK) software 1.13z (disponível em (<http://tocsy.pik-potsdam.de/commandline-rp.php>) acesso em 26/02/2015).

Capítulo 6

Experimentos e Resultados

Para exemplificar os experimentos feitos, duas situações diferentes de HILDCAA's são mostrados nas Figuras 6.3 e 6.4. Na Figura 6.3 temos um caso de HILDCAA precedida por tempestade, ocorrido entre os dias 29 de Novembro e 02 de Dezembro de 2002, e na Figura 6.4 sem tempestade precedendo a HILDCAA, que ocorreu entre os dias 05 e 09 de Maio de 2003. Para calcular o gráfico de recorrência e a medidas de quantificação de recorrência utilizamos apenas um número de registros centrais de cada dado, o número de registros corresponde ao caso de HILDCAA da Tabela 5.2 que tem o menor número de registros. O gráfico de recorrência gerado para os índices AE, AL e AU de HILDCAA precedida por tempestade é mostrado na Figura 6.1, e para HILDCAA não precedida por tempestade em 6.2, assim como as suas medidas de quantificação de recorrência para os índices AL, AL e AU nas Tabelas 6, 6 e 6 respectivamente.

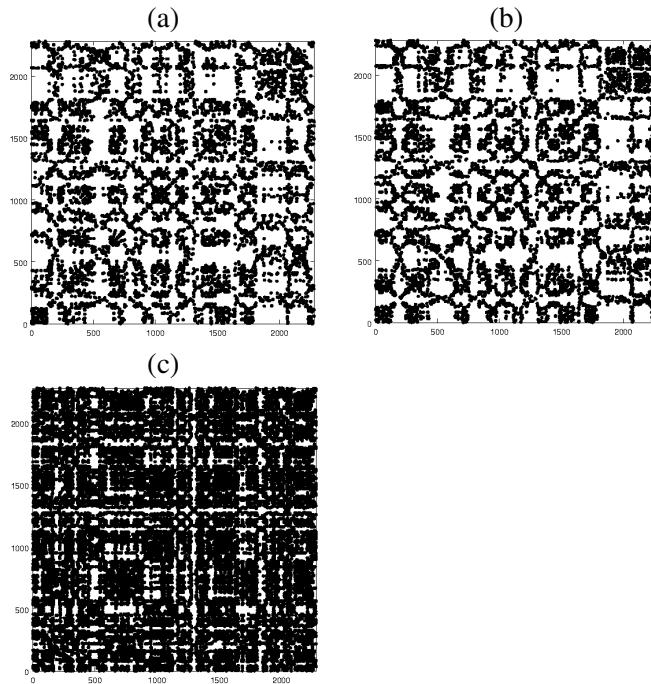


Figura 6.1: Gráfico de recorrência dos índices AE, AL e AU para um caso de HILDCAA precedido por tempestade, ocorrido nos dias 29 de Novembro à 02 de Dezembro de 2002(H105). Em que (a) Indice AE, (b) Indice AL e (c) Indice AU.

Tabela 6.1: Tabela de RQA para o índice AE dos eventos ocorridos em 29 de Novembro à 02 de Dezembro de 2002(H105) e 05 à 09 de Maio de 2003(H108)

	RR	DET	DET/RR	LAM	LAM/DET	L_{max}	L	L_{entr}	DIV
H105	0.001795	0.031	17	0.04884	1.6	4	2.0	0.1461	0.25
H108	0.000992	0.018	18	0.02746	1.5	2	2.0	-0	0.50
	V_{max}	TT	V_{entr}	T1	T2	W_{max}	W_{mean}	W_{entr}	W_{prob}
H105	5	2.14	0.341466	337	350	2036	321	6.2	2
H108	3	2.04	0.171411	439	449	2125	408	6.3	3
									F_{min}

Tabela 6.2: Tabela de RQA para o índice AL dos eventos ocorridos em 29 de Novembro à 02 de Dezembro de 2002(H105) e 05 à 09 de Maio de 2003(H108)

	RR	DET	DET/RR	LAM	LAM/DET	L_{max}	L	L_{entr}	DIV
H105	0.002022	0.035	17	0.05612	1.6	3	2.1	0.2094	0.33
H108	0.001479	0.025	16	0.02764	1.1	2	2.0	-0.0001	0.50
	V_{max}	TT	V_{entr}	T1	T2	W_{max}	W_{mean}	W_{entr}	W_{prob}
H105	4	2.12	0.380797	316	329	1968	301	6.1	1
H108	2	2.00	-0	346	353	2167	331	6.2	1
									F_{min}

Tabela 6.3: Tabela de RQA para o índice AU dos eventos ocorridos em 29 de Novembro à 02 de Dezembro de 2002(H105) e 05 à 09 de Maio de 2003(H108)

	RR	DET	DET/RR	LAM	LAM/DET	L_{max}	L	L_{entr}	DIV
H105	0.007452	0.065	9	0.11612	1.8	4	2.1	0.2258	0.25
H108	0.002680	0.033	12	0.05096	1.5	3	2.0	0.1490	0.33
	V_{max}	TT	V_{entr}	T1	T2	W_{max}	W_{mean}	W_{entr}	W_{prob}
H105	4	2.13	0.382454	117	125	1549	120	5.5	1
H108	3	2.03	0.127759	247	256	2121	233	6.0	1
									F_{min}

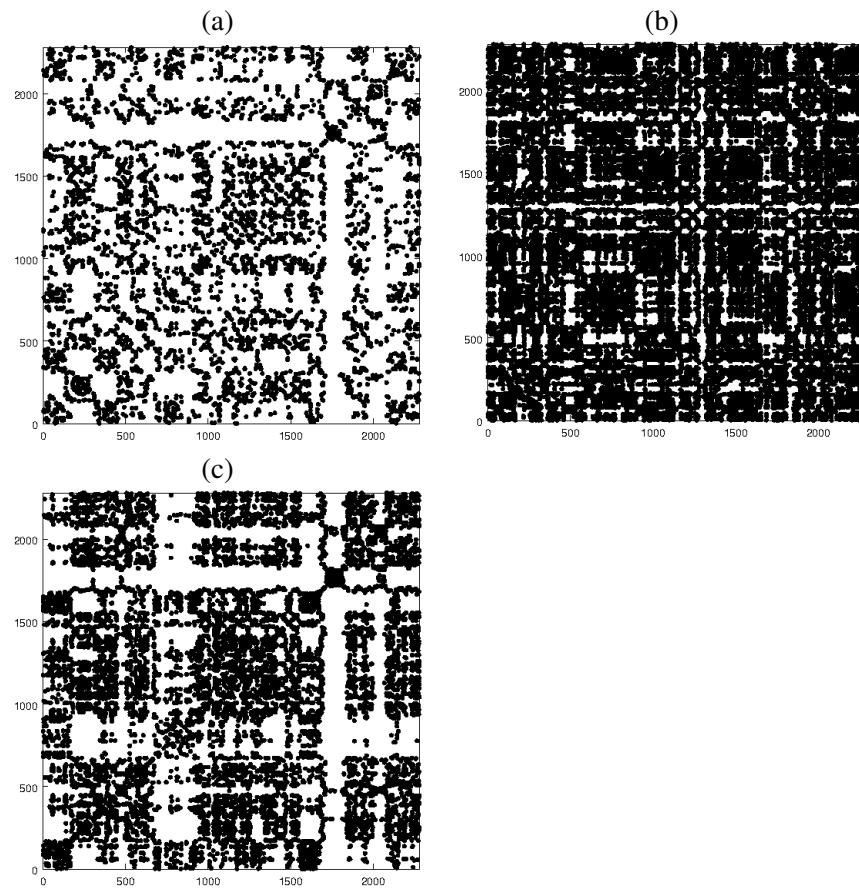


Figura 6.2: Gráfico de recorrência dos índices AE, AL e AU para para um caso de HILDCAA não precedido por tempestade, ocorrido nos dias 05 à 09 de Maio de 2003(H108). Em que (a) Indice AE, (b) Indice AL e (c) Indice AU.

6.1 Tabela de Casos de HILDCAA

Nas Tabelas 6.4, 6.5 e 6.6 é mostrado o valor da medida de quantificação de recorrência calculados para os índices AE, AL e AU respectivamente.

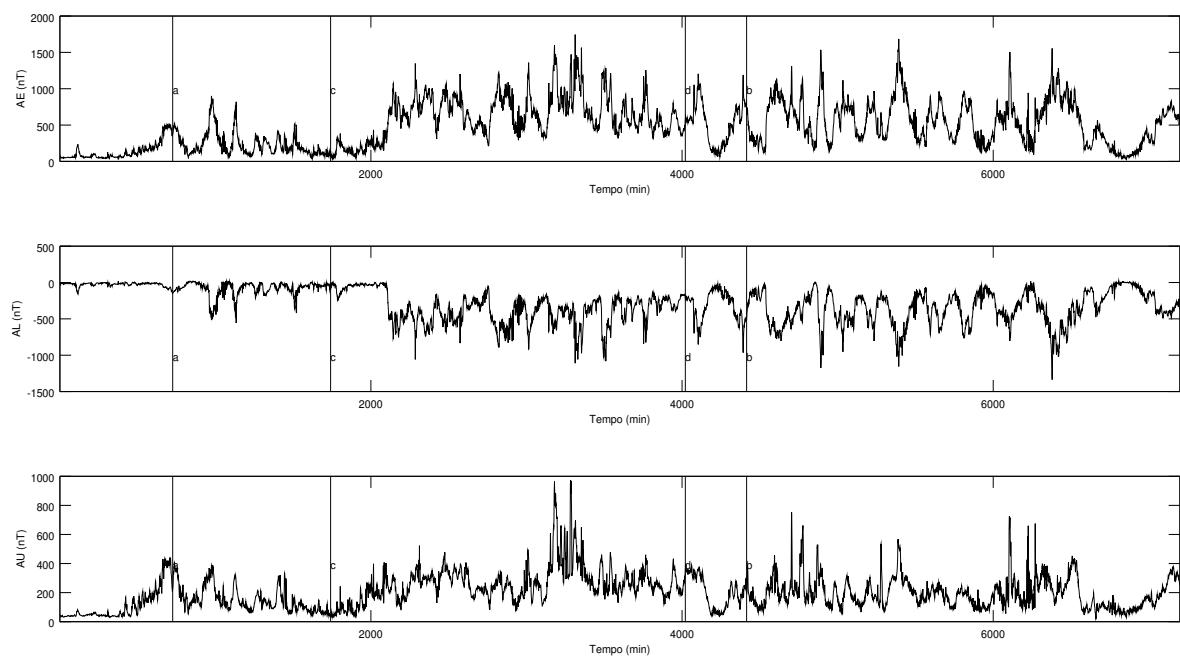


Figura 6.3: Gráfico dos índices AE, AL e AU para os dias 29 de Novembro à 02 de Dezembro de 2002(H105), um caso de HILDCAA precedido por tempestade. O trecho entre as linhas verticais a-b se referem a o período em que aconteceu a HILDCAA, e entre c-d o trecho que foi utilizado para criar o gráfico de recorrência e calcular os valores de RQA .

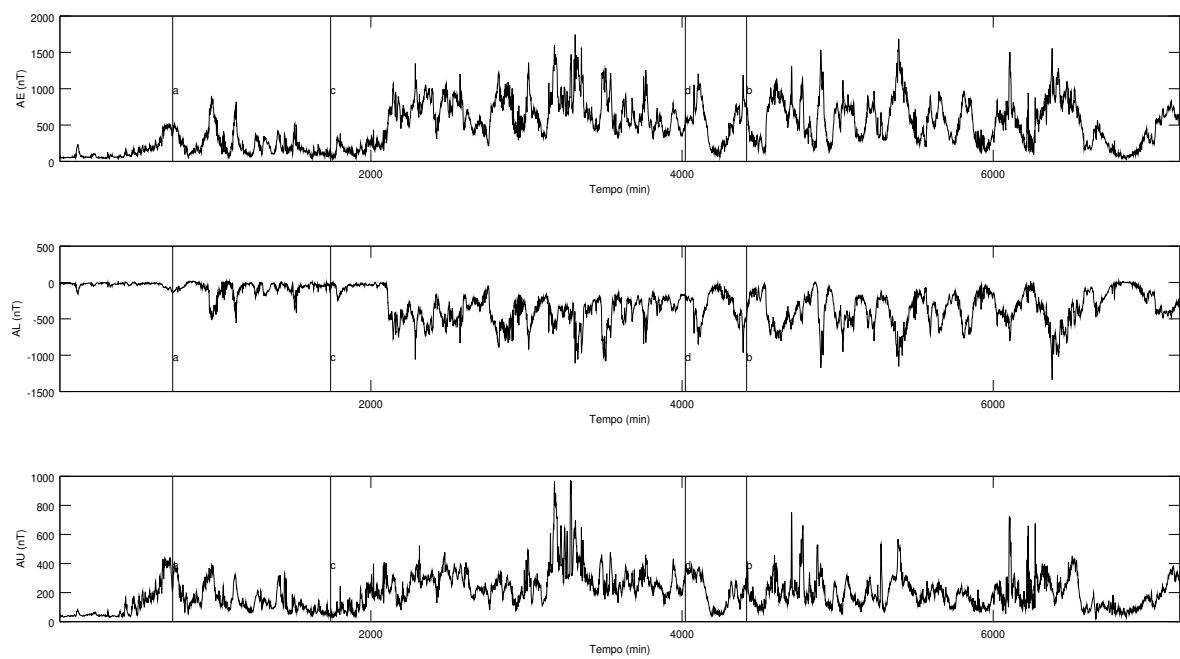


Figura 6.4: Gráfico dos índices AE, AL e AU para os dias 05 à 09 de Maio de 2003(H108), para um caso de HILDCAA não precedido por tempestade. O trecho entre as linhas verticais a-b se referem a o período em que aconteceu a HILDCAA, e entre c-d o trecho que foi utilizado para criar o gráfico de recorrência e calcular os valores de RQA .

Tabela 6.4: Tabela de ROA com casos de HILDCAA para o índice AE. A denominação para cada evento a esquerda é a mostrada na Tabela 5.2

RR	DET	DET/RR	LAM	LAM/DET	I_{\max}	L	L_{\min}	DIV	V_{\max}	TT	V_{entr}	T1	T2	W_{\max}	W_{mean}	W_{entr}	W_{prob}	F_{\min}	F_{\max}	
H017	0.001059	0.023	20	0.031524	1.4	2.0	0.0642	0.33	2.02	0.09666764	617	631	459	4005	426	6.6	1	0.0002		
H018	0.001609	0.030	17	0.035354	1.8	4	2.0	0.1735	0.25	3	2.02	0.0871797	444	557	4719	520	6.9	1	0.0002	
H019	0.001353	0.021	15	0.033119	1.5	3	2.0	0.0275	0.33	2	2.00	-0	546	557	4719	520	6.9	1	0.0002	
H020	0.001188	0.029	23	0.056811	1.9	4	2.0	0.0956	0.25	3	2.06	0.224074	470	490	3294	454	6.5	1	0.0003	
H021	0.001283	0.054	40	0.088665	1.6	3	2.0	0.1043	0.33	3	2.08	0.275576	447	477	3365	429	6.4	1	0.0002	
H022	0.001283	0.054	40	0.088665	1.6	3	2.0	0.1043	0.33	3	2.08	0.275576	447	477	3365	429	6.4	1	0.0002	
H023	0.001717	0.039	22	0.060449	1.5	4	2.0	0.1357	0.25	3	2.05	0.189009	361	376	2936	347	6.3	3	0.0003	
H024	0.001708	0.033	18	0.043439	1.3	3	2.0	0.0922	0.33	3	2.02	0.0874617	405	416	2969	385	6.5	1	0.0003	
H025	0.001420	0.043	29	0.06209	1.4	4	2.0	0.1516	0.25	3	2.09	0.299581	483	504	4095	466	6.6	1	0.0002	
H026	0.001533	0.028	17	0.03939	1.4	3	2.0	0.0774	0.33	3	2.02	0.0967944	512	524	6460	498	6.9	1	0.0001	
H027	0.001427	0.032	21	0.06141	1.9	3	2.0	0.1231	0.33	3	2.03	0.141192	505	526	4728	484	6.7	1	0.0002	
H028	0.001633	0.041	24	0.07060	1.7	4	2.0	0.1504	0.25	4	2.06	0.223323	423	443	4079	409	6.6	1	0.0002	
H029	0.001304	0.030	21	0.04233	1.4	3	2.0	0.0449	0.33	3	2.05	0.209111	528	543	4684	501	6.8	1	0.0002	
H030	0.001842	0.035	18	0.06207	1.8	3	2.0	0.1156	0.33	3	2.02	0.106059	375	390	3534	365	6.5	1	0.0002	
H031	0.001545	0.034	21	0.06114	1.8	3	2.0	0.1700	0.33	4	2.11	0.344508	388	406	3047	369	6.4	1	0.0003	
H032	0.001607	0.022	13	0.03375	1.6	2	2.0	-0.0001	0.30	3	2.01	0.035211	420	430	3431	395	6.5	2	0.0002	
H033	0.001079	0.024	21	0.04107	1.7	3	2.0	0.1192	0.33	3	2.02	0.099221	528	544	4060	505	6.6	1	0.0002	
H034	0.001863	0.070	36	0.11865	1.7	3	2.0	0.1856	0.33	3	2.11	0.339062	362	392	4052	367	6.3	1	0.0002	
H035	0.001169	0.038	31	0.05283	1.4	3	2.0	0.1788	0.33	3	2.05	0.198129	483	501	455	455	6.4	1	0.0003	
H036	0.001239	0.032	24	0.05416	1.7	3	2.0	0.0613	0.33	3	2.04	0.161589	506	525	4157	478	6.7	1	0.0002	
H037	0.001311	0.027	20	0.05040	1.8	4	2.0	0.1502	0.25	3	2.04	0.176192	515	533	3482	486	6.7	1	0.0002	
H038	0.001356	0.020	14	0.03079	1.5	3	2.0	0.0320	0.33	3	2.04	0.172528	549	560	4170	517	6.9	1	0.0003	
H039	0.001759	0.027	14	0.03899	1.4	3	2.0	0.0419	0.33	2	2.00	-0	386	396	3273	370	6.5	5	0.0003	
H040	0.001584	0.022	13	0.03442	1.6	3	2.0	0.0645	0.33	3	2.02	0.102496	420	429	4064	403	6.6	1	0.0002	
H041	0.001638	0.024	14	0.03320	1.4	3	2.0	0.0985	0.33	3	2.01	0.0716561	453	462	436	436	6.7	1	0.0002	
H042	0.001166	0.039	32	0.04807	1.2	3	2.0	0.1849	0.33	3	2.05	0.205622	461	478	2693	431	6.4	1	0.0003	
H043	0.002016	0.041	20	0.06880	1.7	3	2.0	0.1216	0.33	4	2.09	0.314747	366	382	3788	357	6.4	1	0.0002	
H044	0.001507	0.034	21	0.05957	1.8	3	2.0	0.1297	0.33	3	2.02	0.0997387	493	511	5209	479	6.7	1	0.0001	
H045	0.001469	0.026	17	0.04515	1.7	3	2.0	0.1161	0.33	3	2.02	0.0853092	472	485	4467	452	6.8	1	0.0002	
H046	0.001484	0.027	17	0.03855	1.4	3	2.0	0.0673	0.33	4	2.10	0.337272	495	508	6125	479	6.8	1	0.0001	
H047	0.001968	0.047	23	0.07797	1.7	3	2.0	0.1577	0.33	3	2.07	0.258269	340	358	3748	337	6.3	1	0.0002	
H048	0.001180	0.028	22	0.04533	1.6	3	2.0	0.1326	0.33	3	2.05	0.18891	544	561	3873	515	6.7	1	0.0002	
H049	0.001396	0.025	17	0.03679	1.4	4	2.0	0.1468	0.33	5	2.15	0.388953	413	424	2809	387	6.4	1	0.0003	
H050	0.002078	0.044	20	0.07363	1.7	3	2.0	0.1133	0.33	3	2.06	0.23478	292	306	2551	290	6.1	1	0.0002	
H051	0.001267	0.026	19	0.04550	1.8	3	2.0	0.0678	0.33	3	2.02	0.090222	521	537	4003	488	6.7	1	0.0002	
H052	0.001534	0.029	18	0.04831	1.7	3	2.0	0.0825	0.33	3	2.01	0.0857285	468	482	5014	450	6.7	1	0.0001	
H053	0.001375	0.023	16	0.03993	1.7	3	2.0	0.1091	0.33	3	2.01	0.0601742	473	486	3766	450	6.7	2	0.0002	
H054	0.001224	0.027	21	0.03525	1.3	3	2.0	0.1165	0.33	3	2.03	0.143039	528	540	5192	543	6.8	1	0.0001	
H055	0.001064	0.032	28	0.06217	1.9	3	2.0	0.1041	0.33	4	2.04	0.172457	566	576	5360	543	6.6	1	0.0002	
H056	0.001560	0.036	22	0.05163	1.4	3	2.0	0.1407	0.33	3	2.06	0.223947	427	441	3841	417	6.6	1	0.0002	
H057	0.001178	0.023	18	0.03836	1.7	2	2.0	-0.0001	0.50	3	2.02	0.113121	516	530	3095	476	6.6	1	0.0003	
H058	0.001162	0.045	37	0.06748	1.5	3	2.0	0.1242	0.33	3	2.03	0.133393	399	419	2829	392	6.2	1	0.0003	
H059	0.001412	0.030	20	0.07471	1.6	3	2.0	0.1027	0.33	3	2.02	0.194944	543	558	6092	526	6.9	2	0.0001	
H060	0.001227	0.022	18	0.03821	1.8	3	2.0	0.1038	0.33	3	2.04	0.176022	554	568	3754	516	6.7	2	0.0002	
H061	0.001519	0.038	24	0.05796	1.5	4	2.0	0.1483	0.33	4	2.06	0.232292	475	493	4695	457	6.8	1	0.0002	
H062	0.001040	0.026	19	0.06642	1.8	3	2.0	0.2388	0.33	3	2.04	0.174242	389	406	3424	374	6.6	1	0.0003	
H063	0.001394	0.036	24	0.04935	1.4	3	2.0	0.1304	0.33	3	2.06	0.0908761	416	431	3291	390	6.4	1	0.0003	
H064	0.001445	0.022	14	0.05303	1.6	3	2.0	0.1747	0.33	3	2.03	0.147404	336	346	323	332	6.3	1	0.0003	
H065	0.002338	0.028	11	0.05153	1.8	3	2.0	0.1089	0.33	3	2.02	0.0992538	305	315	2833	296	6.3	1	0.0003	
H066	0.001600	0.018	10	0.03285	1.9	3	2.0	0.0553	0.33	3	2.03	0.118497	478	488	4420	488	6.8	2	0.0002	
H067	0.001198	0.026	19	0.04053	1.6	3	2.0	0.0421	0.33	3	2.02	0.0913736	498	512	3992	463	6.6	2	0.0002	
H068	0.001464	0.028	18	0.05275	1.9	3	2.0	0.1449	0.33	3	2.03	0.122815	449	464	3592	431	6.6	1	0.0002	
H069	0.001445	0.022	14	0.05303	1.6	3	2.0	0.0796	0.33	3	2.02	0.082691	514	525	5406	491	6.9	1	0.0001	
H070	0.001807	0.025	13	0.03708	1.5	3	2.0	0.1944	0.33	3	2.04	0.175975	363	371	3332	353	6.4	1	0.0003	
H071	0.001579	0.021	13	0.03450	1.6	3	2.0	0.0643	0.33	3	2.02	0.194637	457	461	4851	441	6.7	1	0.0002	
H072	0.001611	0.019	11	0.03100	1.6	3	2.0	0.0759	0.33	2	2.05	-0	480	488	5933	465	6.8	2	0.0001	
H073	0.001070	0.015	13	0.02750	1.8	3	2.0	0.0774	0.33	3	2.04	0.179597	755	767	12291	735	7.3			

Tabela 6.4 – Continuação da página anterior

RR	DET	DET/RR	LAM	LAM/DET	L_{max}	L_{min}	L	L_{entr}	DIV	V_{max}	V_{min}	T1	T2	W_{max}	W_{mean}	W_{entr}	W_{prob}	F_{min}
H085	0.001334	0.030	21	0.05224	1.8	3	2.0	0.1162	0.33	3	2.05	0.187691	563	581	6448	546	6.9	0.0001
H086	0.001331	0.033	23	0.05571	1.7	3	2.0	0.1396	0.33	3	2.02	0.0789981	482	501	4094	467	6.7	2
H087	0.002123	0.036	16	0.05455	1.5	3	2.0	0.1006	0.33	4	2.10	0.327832	332	344	3451	319	6.3	1
H088	0.001442	0.040	26	0.05851	1.5	3	2.0	0.1616	0.33	3	2.03	0.126631	426	3442	391	6.4	1	0.0002
H089	0.001448	0.034	22	0.05089	1.5	3	2.0	0.0761	0.33	3	2.03	0.123341	425	440	3203	410	6.4	1
H090	0.001030	0.024	22	0.04994	2.1	3	2.0	0.0775	0.33	4	2.04	0.157956	580	601	4255	558	6.8	1
H091	0.001257	0.034	25	0.05680	1.7	3	2.0	0.1499	0.33	4	2.11	0.358919	522	543	3861	495	6.7	1
H092	0.001301	0.025	18	0.04174	1.7	3	2.0	0.1679	0.33	3	2.01	0.0417947	453	465	3867	431	6.6	1
H093	0.001410	0.040	27	0.05528	1.4	3	2.0	0.0815	0.33	3	2.05	0.207086	430	448	2643	409	6.4	1
H094	0.001593	0.038	23	0.06029	1.6	4	2.0	0.1521	0.25	3	2.07	0.2497361	460	477	6187	449	6.7	1
H095	0.001388	0.038	26	0.06393	1.7	3	2.0	0.0731	0.33	4	2.10	0.320616	353	370	3225	337	6.3	1
H096	0.001228	0.023	17	0.03500	1.5	2	2.0	-0.0001	0.30	3	2.06	0.224406	477	489	3225	443	6.5	1
H097	0.001415	0.027	18	0.05156	1.9	3	2.0	0.1297	0.33	3	2.06	0.229898	468	484	3694	445	6.6	1
H098	0.001423	0.023	15	0.03271	1.4	3	2.0	0.0560	0.33	3	2.04	0.177397	456	466	4316	430	6.7	1
H099	0.001402	0.025	17	0.04251	1.7	3	2.0	0.1096	0.33	3	2.05	0.188113	490	504	3658	464	6.7	1
H100	0.001280	0.025	19	0.04661	1.8	3	2.0	0.1754	0.33	4	2.09	0.310434	511	529	3565	480	6.6	2
H101	0.001563	0.021	12	0.04362	2.1	2	2.0	-0.0001	0.30	3	2.02	0.110453	395	407	2798	364	6.4	2
H102	0.001683	0.058	33	0.08725	1.5	3	2.1	0.2175	0.33	3	2.06	0.226634	359	381	2670	355	6.2	1
H103	0.001500	0.043	28	0.05810	1.3	3	2.0	0.0398	0.33	3	2.02	0.087793	371	385	2947	362	6.3	1
H104	0.001432	0.040	26	0.05188	1.3	3	2.0	0.1326	0.33	4	2.11	0.348599	409	424	3407	394	6.4	1
H105	0.001716	0.033	18	0.05698	1.8	4	2.0	0.1315	0.25	5	2.06	0.171882	404	419	3702	386	6.5	2
H106	0.001225	0.035	27	0.05424	1.5	3	2.0	0.1515	0.33	3	2.05	0.19242	515	535	3427	480	6.5	2
H107	0.001011	0.033	31	0.05889	1.8	4	2.0	0.1463	0.25	3	2.03	0.142786	618	643	5556	587	6.9	1
H108	0.000954	0.020	14	0.03167	1.6	4	2.0	0.1092	0.25	5	2.09	0.269206	684	699	5977	637	7.0	1
H109	0.001410	0.022	14	0.03869	1.8	2	2.0	-0.0001	0.50	2	2.00	-0	483	495	4040	464	6.7	1
H110	0.001367	0.027	18	0.02968	1.1	3	2.0	0.1272	0.33	3	2.01	0.0607713	531	541	5804	505	6.8	2
H111	0.001477	0.033	21	0.05160	1.6	4	2.0	0.1518	0.25	3	2.05	0.190218	449	464	3364	426	6.6	2
H112	0.001225	0.020	18	0.03089	1.5	3	2.0	0.0851	0.33	3	2.02	0.089231	659	672	5687	621	7.0	1
H113	0.000976	0.017	16	0.02303	1.4	3	2.0	0.0880	0.33	3	2.03	0.124715	729	740	7054	688	7.1	1
H114	0.001311	0.015	11	0.02840	1.8	2	2.0	-0.0001	0.50	3	2.02	0.0882201	449	458	3098	420	6.5	1
H115	0.001015	0.020	19	0.02685	1.3	4	2.0	0.1092	0.25	3	2.02	0.110151	778	791	10603	750	7.3	1
H116	0.001187	0.017	13	0.02611	1.6	3	2.0	0.0134	0.33	3	2.04	0.154568	655	665	8769	633	7.2	1
H117	0.001548	0.027	17	0.05319	2.0	3	2.0	0.1102	0.33	3	2.04	0.154702	500	517	5476	485	6.8	1
H118	0.001387	0.019	13	0.02809	1.4	3	2.0	0.0355	0.33	3	2.04	0.176649	525	534	4518	426	6.6	2
H119	0.001410	0.033	22	0.04902	1.5	3	2.0	0.0990	0.33	3	2.04	0.170823	451	466	3133	427	6.6	1
H120	0.001535	0.026	16	0.05164	2.0	3	2.0	0.1016	0.33	3	2.04	0.172332	412	426	3850	402	6.6	1
H121	0.001230	0.042	32	0.04660	1.1	2	2.0	-0.0001	0.50	3	2.02	0.0894848	443	459	2823	409	6.4	1
H122	0.001745	0.030	16	0.04717	1.6	3	2.0	0.0847	0.33	3	2.02	0.0922161	328	338	2841	315	6.3	1
H123	0.001221	0.024	18	0.03623	1.5	2	2.0	-0.0001	0.50	3	2.01	0.0465944	494	507	3285	459	6.6	1
H124	0.001566	0.039	24	0.06234	1.6	3	2.0	0.1158	0.33	3	2.03	0.133729	441	459	4017	431	6.7	2
H125	0.001684	0.040	23	0.06423	1.6	3	2.0	0.0950	0.33	3	2.03	0.135003	365	381	3153	349	6.4	1
H126	0.001419	0.032	22	0.05278	1.6	2	2.0	0.1861	0.33	4	2.07	0.267335	347	360	2725	329	6.3	1
H127	0.001315	0.027	19	0.04920	1.8	2	2.0	-0.0001	0.50	3	2.04	0.182994	512	529	3799	478	6.7	2
H128	0.001508	0.018	11	0.03677	2.0	2	2.0	-0.0001	0.50	2	2.00	0	382	392	2629	354	6.4	1
H129	0.001454	0.029	19	0.04595	1.6	3	2.0	0.1326	0.33	3	2.02	0.116907	444	459	3016	413	6.5	1
H130	0.001612	0.033	19	0.05489	1.7	3	2.0	0.1452	0.33	3	2.05	0.198448	401	416	2986	379	6.4	1
H131	0.001259	0.027	20	0.04240	1.6	3	2.0	0.1146	0.33	3	2.03	0.118771	517	533	3646	479	6.6	2
H132	0.001436	0.034	22	0.05778	1.6	2	2.0	-0.0001	0.50	3	2.06	0.223035	468	486	3007	440	6.6	1
H133	0.001222	0.025	19	0.04079	1.7	3	2.1	0.2286	0.33	3	2.03	0.140515	440	454	2602	402	6.4	2
H134	0.001460	0.042	27	0.05765	1.4	3	2.0	0.1590	0.33	3	2.01	0.0538017	431	449	3466	416	6.4	1
H135	0.001477	0.040	26	0.05592	1.4	3	2.0	0.1723	0.33	3	2.02	0.114446	393	409	2850	380	6.4	1
H136	0.001210	0.030	23	0.04969	1.7	4	2.0	0.1843	0.25	3	2.02	0.0882218	561	579	3697	532	6.8	2

Tabela 6.5: Tabela de ROA com casos de HILDCAA para o índice AL_A denominação para cada evento a esquerda é a mesma mostrada na Tabela 5.2

RR	DET	DETRR	LAM	LAMDET	L_{max}	L	L_{entrr}	DIV	V_{max}	TT	V_{entrr}	T1	T2	W_{max}	W_{mean}	W_{entrr}	W_{prob}	F_{min}	
H017	0.032	19	0.05154	1.6	4	2.0	0.1439	5	2.11	0.358452	484	500	4960	467	6.7	1	0.0002		
H018	0.002050	0.038	17	0.07002	1.9	3	2.0	0.1823	0.33	4	2.09	0.302432	365	382	3540	361	6.4	1	0.0002
H019	0.001670	0.031	18	0.04979	1.6	3	2.0	0.0653	0.33	4	2.06	0.223756	470	484	4885	455	6.8	1	0.0002
H020	0.001656	0.042	24	0.06835	1.6	3	2.0	0.1016	0.33	3	2.06	0.239786	387	405	3031	372	6.4	1	0.0003
H021	0.002569	0.081	30	0.12791	1.6	5	2.1	0.3006	0.20	5	2.14	0.399055	270	293	2727	274	6.1	1	0.0003
H022	0.002569	0.081	30	0.12791	1.6	5	2.1	0.3006	0.20	5	2.14	0.399055	270	293	2727	274	6.1	1	0.0003
H023	0.002266	0.048	20	0.08997	1.9	3	2.0	0.1425	0.33	3	2.09	0.302442	282	300	2616	280	6.1	1	0.0003
H024	0.002380	0.048	19	0.07158	1.5	3	2.0	0.1581	0.33	4	2.08	0.270419	307	321	3678	303	6.3	1	0.0002
H025	0.002019	0.076	36	0.13515	1.8	6	2.1	0.4085	0.17	7	2.43	0.838895	364	401	4408	378	6.4	1	0.0002
H026	0.002098	0.042	19	0.09030	2.2	10	2.1	0.2840	0.10	11	2.37	0.687809	393	417	5153	400	6.7	1	0.0001
H027	0.002153	0.050	22	0.09048	1.8	4	2.1	0.2110	0.25	4	2.14	0.423855	365	4376	365	6.5	1	0.0002	
H028	0.002418	0.062	25	0.10471	1.7	7	2.1	0.2976	0.14	8	2.25	0.588247	316	338	4001	318	6.3	1	0.0002
H029	0.001890	0.041	20	0.07426	1.8	9	2.1	0.2402	0.11	10	2.23	0.492019	391	410	4477	386	6.6	1	0.0002
H030	0.002599	0.044	16	0.07458	1.7	6	2.1	0.2483	0.17	5	2.10	0.301901	277	290	3217	275	6.3	1	0.0003
H031	0.001995	0.038	18	0.07004	1.9	3	2.0	0.0610	0.33	4	2.06	0.198522	325	340	3047	313	6.2	1	0.0002
H032	0.001931	0.035	17	0.05466	1.6	6	2.1	0.1853	0.17	7	2.14	0.329402	375	389	3358	359	6.4	1	0.0002
H033	0.001307	0.049	36	0.09028	1.8	6	2.1	0.4006	0.17	6	2.28	0.579455	457	489	453	6.5	2	0.0002	
H034	0.002710	0.106	38	0.19561	1.9	7	2.1	0.4065	0.14	8	2.21	0.530076	269	307	3153	289	6.0	1	0.0003
H035	0.001641	0.053	31	0.10151	1.9	8	2.2	0.4420	0.12	9	2.32	0.573164	400	390	396	364	4	1	0.0002
H036	0.001686	0.046	26	0.07421	1.6	4	2.1	0.2245	0.25	4	2.12	0.369513	417	438	3811	404	6.5	1	0.0003
H037	0.001789	0.041	22	0.07791	1.9	4	2.0	0.1807	0.25	4	2.13	0.385044	400	422	3214	392	6.5	1	0.0002
H038	0.001635	0.032	19	0.05784	1.8	5	2.0	0.1686	0.20	6	2.05	0.171712	476	493	4312	458	6.8	1	0.0002
H039	0.002057	0.037	17	0.06770	1.8	4	2.0	0.1176	0.25	3	2.07	0.252666	337	351	3011	334	6.4	3	0.0003
H040	0.002019	0.033	15	0.05605	1.7	3	2.0	0.1727	0.33	4	2.06	0.227226	346	358	3604	341	6.5	1	0.0002
H041	0.001928	0.035	17	0.06142	1.8	3	2.0	0.1364	0.33	4	2.05	0.203124	397	412	393	366	6.6	1	0.0002
H042	0.001687	0.058	33	0.09720	1.7	4	2.1	0.2431	0.25	5	2.13	0.388108	365	392	2685	360	6.3	1	0.0003
H043	0.002679	0.056	20	0.09269	1.6	4	2.0	0.1809	0.25	4	2.09	0.304396	389	306	3052	289	6.3	1	0.0003
H044	0.001802	0.050	22	0.08955	1.8	4	2.0	0.1516	0.25	4	2.04	0.178256	365	4261	365	6.5	2	0.0002	
H045	0.001756	0.035	19	0.06540	1.9	3	2.0	0.1207	0.33	3	2.07	0.252663	417	434	4495	408	6.7	1	0.0002
H046	0.001784	0.033	18	0.05707	1.7	3	2.0	0.1398	0.33	4	2.06	0.230361	433	448	4441	426	6.7	1	0.0001
H047	0.002868	0.068	23	0.12621	1.9	3	2.0	0.1960	0.33	4	2.09	0.300143	258	279	3728	267	6.1	1	0.0002
H048	0.001599	0.039	23	0.07250	1.9	3	2.0	0.1052	0.33	3	2.10	0.326415	431	452	3631	421	6.5	1	0.0002
H049	0.001802	0.035	19	0.04963	1.4	3	2.0	0.1221	0.33	4	2.07	0.258113	341	352	2887	329	6.3	1	0.0003
H050	0.002269	0.054	23	0.10575	1.9	5	2.1	0.3313	0.20	6	2.14	0.370522	272	296	3075	276	6.0	1	0.0002
H051	0.001730	0.034	19	0.06983	2.0	3	2.0	0.1893	0.33	4	2.13	0.400762	407	426	3986	393	6.5	1	0.0002
H052	0.002042	0.045	21	0.08389	1.8	5	2.1	0.2033	0.20	6	2.15	0.416669	374	394	4183	373	6.5	1	0.0002
H053	0.001659	0.030	17	0.05908	1.9	3	2.0	0.1133	0.33	3	2.05	0.195365	417	433	3869	403	6.6	1	0.0001
H054	0.001490	0.035	22	0.07140	2.0	6	2.1	0.2451	0.17	6	2.12	0.373045	474	497	5053	460	6.7	2	0.0002
H055	0.001458	0.046	30	0.09087	2.0	3	2.0	0.1588	0.33	4	2.17	0.472454	445	475	3542	440	6.5	1	0.0002
H056	0.002142	0.057	26	0.09759	1.7	4	2.0	0.1648	0.25	4	2.11	0.351813	342	364	345	345	6.4	1	0.0002
H057	0.001481	0.031	20	0.04864	1.6	3	2.0	0.0719	0.33	3	2.05	0.206526	431	445	3205	405	6.5	3	0.0003
H058	0.002016	0.061	29	0.08665	1.4	5	2.1	0.2519	0.20	4	2.17	0.467565	295	279	2864	279	6.0	1	0.0002
H059	0.002217	0.044	19	0.07345	1.7	4	2.0	0.1596	0.25	4	2.07	0.248965	369	385	367	369	6.6	1	0.0001
H060	0.001600	0.033	20	0.04421	1.3	4	2.0	0.1494	0.25	5	2.10	0.312527	438	452	3174	416	6.6	1	0.0003
H061	0.002296	0.050	21	0.06701	1.3	6	2.0	0.1351	0.25	4	2.09	0.313255	331	344	4228	327	6.4	1	0.0002
H062	0.002682	0.058	21	0.09198	1.6	6	2.0	0.1898	0.17	4	2.12	0.380023	287	304	3795	286	6.2	1	0.0003
H063	0.001833	0.042	22	0.05857	1.4	4	2.0	0.1239	0.25	3	2.08	0.207754	350	364	2795	332	6.3	1	0.0003
H064	0.002222	0.049	21	0.06794	1.4	3	2.0	0.0850	0.33	3	2.02	0.108471	274	286	211	271	6.2	1	0.0001
H065	0.002808	0.048	16	0.08244	1.7	3	2.0	0.1666	0.25	4	2.16	0.455126	256	270	2793	256	6.1	1	0.0002
H066	0.002050	0.033	15	0.05686	1.7	3	2.0	0.1478	0.33	3	2.02	0.114628	373	384	384	370	6.6	1	0.0001
H067	0.001614	0.032	19	0.04668	2.0	4	2.0	0.0976	0.25	4	2.09	0.310523	637	655	12236	72	6.7	1	0.0003
H068	0.002700	0.058	21	0.09166	1.6	4	2.1	0.2260	0.25	5	2.16	0.443859	387	405	3338	375	6.4	1	0.0002
H069	0.001710	0.034	19	0.05720	1.7	3	2.0	0.0842	0.33	4	2.04	0.161724	453	469	511	4449	6.4	1	0.0002
H070	0.002235	0.034	15	0.04909	1.4	3	2.0	0.0836	0.33	3	2.08	0.282081	307	316	3291	303	6.2	1	0.0003
H071	0.002002	0.028	13	0.03572	1.3	3	2.0	0.0544	0.33	2	2.00	-0.369	377	390	362	362	6.5	1	0.0002
H072	0.002139	0.032	14	0.05132	1.6	3	2.0	0.1404	0.33	3	2.02	0.114628	373	384	384	370	6.6	1	0.0001
H073	0.001282	0.023	17	0.04668	2.0	4	2.0	0.1768	0.20	4	2.11	0.342445	424	438	4981	416	6.7	1	0.0002
H076	0.001742	0.043	24	0.06947	1.6	4	2.1	0.1073	0.33	3	2.08	0.272041	357	372	2800	342	6.4	2	0.0003
H077	0.001998	0.046	22	0.07493	1.6	3	2.1	0.2069	0.33	3	2.10	0.315							

Tabela 6.5 – Continuação da página anterior

RR	DET	DETRR	LAM	LAM/DET	L_{max}	L_{entr}	DIV	V_{max}	TT	V_{entr}	T1	T2	W_{max}	W_{mean}	W_{entr}	W_{prob}	F_{min}
H085	0.001748	0.042	23	0.07933	1.9	4	2.0	0.1518	0.25	5	2.03	0.1476	455	477	6218	453	6.8
H086	0.001615	0.036	21	0.05505	1.5	3	2.0	0.0815	0.33	2.0	0.1476	417	432	3569	405	6.5	
H087	0.002546	0.049	18	0.09578	2.0	4	2.0	0.1066	0.25	3	2.07	0.247489	277	294	2965	275	6.2
H088	0.001999	0.061	29	0.09210	1.5	4	2.1	0.2392	0.25	4	2.15	0.432875	327	347	3101	326	6.2
H089	0.001898	0.049	24	0.08240	1.7	3	2.1	0.2595	0.33	4	2.08	0.27892	343	363	2872	339	6.3
H090	0.001301	0.039	28	0.06430	1.7	3	2.0	0.1209	0.33	4	2.12	0.377191	488	511	4213	481	6.7
H091	0.001749	0.057	31	0.08248	1.4	3	2.0	0.1624	0.33	3	2.07	0.256217	409	423	3656	402	6.5
H092	0.001976	0.033	16	0.05432	1.7	4	2.0	0.1696	0.25	3	2.04	0.176379	353	366	3792	343	6.4
H093	0.001878	0.051	26	0.08841	1.7	3	2.0	0.1292	0.33	3	2.08	0.26993	352	375	2555	340	6.2
H094	0.002220	0.055	24	0.08617	1.6	4	2.0	0.1589	0.25	4	2.08	0.268728	352	370	5597	352	6.5
H095	0.001911	0.049	25	0.08772	1.8	4	2.0	0.1240	0.25	5	2.13	0.380418	297	316	2639	290	6.2
H096	0.001522	0.040	25	0.05321	1.3	3	2.1	0.2256	0.33	3	2.15	0.4155	417	433	396	387	6.4
H097	0.001777	0.043	23	0.06929	1.6	3	2.0	0.1297	0.33	4	2.08	0.26993	397	416	3148	387	6.5
H098	0.001790	0.032	17	0.04459	1.4	3	2.0	0.0987	0.33	4	2.06	0.222979	406	418	3854	389	6.6
H099	0.001746	0.033	18	0.05377	1.6	3	2.0	0.1654	0.33	3	2.06	0.221561	427	442	3902	411	6.6
H100	0.001615	0.039	23	0.05426	1.4	4	2.1	0.2246	0.25	4	2.04	0.135265	418	434	3229	403	6.5
H101	0.002049	0.037	17	0.05590	1.5	3	2.0	0.1146	0.33	3	2.04	0.175041	335	347	2583	316	6.3
H102	0.002777	0.081	28	0.12354	1.5	5	2.1	0.2826	0.20	4	2.13	0.39195	245	267	252	259	6.4
H103	0.002442	0.066	26	0.10064	1.5	4	2.0	0.1981	0.25	4	2.08	0.272493	275	293	2985	276	6.0
H104	0.002128	0.048	22	0.09100	1.9	3	2.0	0.1093	0.33	3	2.09	0.222374	314	334	3375	316	6.2
H105	0.002084	0.040	18	0.07092	1.8	3	2.0	0.1613	0.33	4	2.10	0.220638	357	374	3315	347	6.4
H106	0.001804	0.048	25	0.07107	1.5	4	2.0	0.1993	0.25	3	2.06	0.224307	370	388	3238	355	6.3
H107	0.001692	0.046	26	0.07488	1.6	4	2.1	0.2350	0.25	5	2.12	0.372169	446	467	5453	437	6.6
H108	0.001443	0.046	30	0.05658	1.4	4	2.0	0.1864	0.25	4	2.07	0.252614	450	469	5885	440	6.6
H109	0.001888	0.028	14	0.04958	1.7	3	2.0	0.0639	0.33	3	2.05	0.2027	390	402	3642	379	6.5
H110	0.002006	0.036	17	0.06613	1.9	4	2.0	0.1425	0.25	4	2.08	0.288894	388	403	4080	382	6.6
H111	0.002190	0.050	22	0.09113	1.8	4	2.1	0.2069	0.25	4	2.14	0.427165	339	360	3114	336	6.4
H112	0.001380	0.026	18	0.04866	1.9	3	2.0	0.1316	0.33	3	2.06	0.234974	521	537	5452	504	6.8
H113	0.001322	0.025	18	0.04457	1.8	4	2.0	0.1227	0.25	3	2.06	0.22423	569	585	7076	550	6.9
H114	0.001674	0.021	12	0.03843	1.9	3	2.0	0.1104	0.33	3	2.08	0.0931336	389	399	2906	368	6.5
H115	0.001241	0.027	20	0.04629	1.7	4	2.0	0.0985	0.25	4	2.08	0.285175	658	677	10702	645	7.1
H116	0.001407	0.024	16	0.04257	1.7	3	2.0	0.0827	0.33	4	2.06	0.234644	564	578	8289	554	7.0
H117	0.001950	0.046	22	0.08760	1.9	4	2.0	0.1844	0.25	4	2.07	0.232152	406	428	4894	406	6.6
H118	0.001651	0.028	16	0.05050	1.8	3	2.0	0.1128	0.33	3	2.06	0.232152	459	474	4512	441	6.7
H119	0.001800	0.045	24	0.06621	1.5	4	2.1	0.2038	0.25	4	2.08	0.286341	382	398	2964	367	6.4
H120	0.002147	0.033	14	0.06051	1.9	3	2.0	0.1138	0.33	3	2.04	0.179287	321	333	3810	319	6.4
H121	0.001731	0.047	26	0.08465	1.8	3	2.0	0.1065	0.33	3	2.12	0.360668	353	376	2794	345	6.2
H122	0.002423	0.048	19	0.07184	1.5	4	2.1	0.2248	0.25	3	2.04	0.178673	258	270	2551	258	6.1
H123	0.001479	0.027	17	0.05255	1.9	3	2.0	0.1844	0.33	3	2.07	0.256017	444	461	3013	418	6.5
H124	0.002232	0.052	22	0.08885	1.7	4	2.1	0.2044	0.25	4	2.06	0.224888	344	363	4685	346	6.5
H125	0.002052	0.053	24	0.08302	1.6	3	2.0	0.1251	0.33	4	2.10	0.334211	324	342	2592	316	6.3
H126	0.001837	0.045	23	0.06650	1.5	4	2.0	0.1320	0.25	3	2.04	0.173205	302	316	2496	291	6.2
H127	0.001773	0.033	18	0.05092	1.6	3	2.0	0.1094	0.33	3	2.08	0.278645	398	412	3934	383	6.5
H128	0.001742	0.030	16	0.04643	1.6	3	2.0	0.1216	0.33	3	2.05	0.202273	347	358	2709	328	6.3
H129	0.001758	0.043	24	0.06746	1.6	3	2.0	0.1455	0.33	3	2.03	0.147739	381	399	2810	366	6.3
H130	0.002059	0.056	26	0.09066	1.6	4	2.1	0.2338	0.25	5	2.13	0.351345	335	356	2433	329	6.2
H131	0.001712	0.047	26	0.06343	1.3	3	2.0	0.1924	0.33	4	2.12	0.390833	424	442	3622	403	6.5
H132	0.002048	0.038	18	0.06436	1.7	3	2.0	0.1135	0.33	3	2.04	0.108369	356	374	342	342	6.4
H133	0.001639	0.032	18	0.05577	1.7	3	2.0	0.1509	0.33	3	2.04	0.159916	378	393	2561	354	6.3
H134	0.002188	0.054	24	0.08026	1.5	4	2.0	0.1546	0.25	3	2.04	0.180859	336	353	3106	330	6.3
H135	0.002241	0.063	27	0.08830	1.4	3	2.1	0.2227	0.33	4	2.13	0.387525	299	317	2832	298	6.2
H136	0.001868	0.044	23	0.07214	1.6	5	2.0	0.1563	0.20	6	2.07	0.215638	400	419	3542	389	6.5

continua na próxima página

Tabela 6.6: Tabela de RQA com casos de HILDCAA para o índice AU. A denominação para cada evento à esquerda é a mostrada na Tabela 5.2

RR	DET	DETRR	LAM	LAM/DET	L_{max}	L_{entr}	DIV	V_{max}	TT	V_{entr}	T1	T2	W_{max}	W_{mean}	W_{entr}	W_{prob}	F_{min}
H017	0.003828	0.050	17	0.08029	1.6	4	2.0	0.1462	0.25	5	2.08	0.28871	294	308	4630	293	6.3
H018	0.005716	0.069	12	0.11628	1.7	4	2.0	0.1756	0.25	4	2.15	0.448909	145	155	3115	149	5.7
H019	0.005146	0.043	8	0.06690	1.6	4	2.0	0.1287	0.25	4	2.05	0.1886	347	367	4578	170	5.9
H020	0.003907	0.069	17	0.12064	1.7	6	2.1	0.2227	0.17	7	2.17	0.465055	195	210	3543	201	5.8
H021	0.002571	0.097	37	0.14359	1.5	5	2.1	0.3144	0.20	6	2.23	0.596792	275	303	3272	282	6.1
H022	0.002571	0.097	37	0.14359	1.5	5	2.1	0.3144	0.20	6	2.23	0.596792	275	303	3272	282	6.1
H023	0.005231	0.085	16	0.15637	1.8	6	2.1	0.2744	0.17	5	2.18	0.499072	156	172	1984	164	5.7

Tabela 6.6 – Continuação da página anterior

RR	DIFT	DEUT/R	LAM	LAM/DET	L_{max}	L	L_{entr}	DIV	V_{max}	TIT	V_{entr}	T1	T2	W_{max}	W_{mean}	W_{entr}	W_{prob}	E_{min}
H024	0.004857	0.067	13	0.11031	1.6	5	2.1	0.2228	4	2.10	0.340692	169	180	2490	5.9	1	0.0003	
H025	0.004617	0.084	18	0.14158	1.7	6	2.1	0.2817	0.20	2.21	0.553355	179	196	3065	188	5.9	2	
H026	0.005035	0.062	12	0.13309	2.1	4	2.0	0.1838	0.25	5	2.17	0.473133	170	184	5277	179	5.9	1
H027	0.005302	0.070	19	0.12127	1.7	6	2.1	0.2320	0.17	7	2.20	0.51583	236	255	3606	242	6.2	2
H028	0.004547	0.100	21	0.15233	1.5	8	2.1	0.2808	0.12	9	2.19	0.507797	179	196	3618	189	5.8	1
H029	0.004093	0.063	15	0.11005	1.8	5	2.1	0.2295	0.20	5	2.22	0.557638	210	225	3868	216	6.1	1
H030	0.004749	0.076	15	0.14618	1.9	5	2.1	0.3057	0.20	6	2.29	0.651815	175	192	3393	185	5.8	2
H031	0.005187	0.071	13	0.14301	2.0	5	2.1	0.2530	0.20	6	2.28	0.660363	157	172	2655	163	5.7	1
H032	0.005482	0.045	8	0.08895	2.0	4	2.0	0.1425	0.25	4	2.06	0.209016	142	150	2937	143	5.7	1
H033	0.004595	0.056	12	0.11306	2.0	5	2.1	0.2210	0.20	6	2.14	0.387176	184	197	3221	189	5.9	2
H034	0.004547	0.123	26	0.21130	1.7	6	2.1	0.3399	0.17	7	2.28	0.668888	177	203	2500	196	5.7	1
H035	0.003221	0.076	23	0.16233	2.1	5	2.1	0.3054	0.20	6	2.26	0.626128	222	248	2371	233	5.9	1
H036	0.004338	0.064	14	0.12362	1.9	5	2.1	0.2044	0.20	5	2.17	0.45832	177	191	3225	183	5.9	1
H037	0.004551	0.071	15	0.10827	1.5	5	2.1	0.2529	0.20	6	2.17	0.487679	184	196	3172	188	5.9	1
H038	0.005714	0.053	9	0.09754	1.8	4	2.0	0.1525	0.25	4	2.12	0.379827	155	164	4347	160	5.8	1
H039	0.006444	0.054	8	0.11067	2.0	5	2.0	0.1907	0.20	6	2.14	0.406822	130	139	2914	134	5.6	1
H040	0.005240	0.045	8	0.09012	2.0	4	2.0	0.1465	0.25	4	2.07	0.266613	157	166	3872	161	5.8	2
H041	0.005244	0.046	8	0.09363	2.0	4	2.0	0.1242	0.25	4	2.08	0.270975	168	177	4564	172	5.9	1
H042	0.003732	0.092	24	0.14329	1.5	7	2.1	0.3368	0.14	8	2.19	0.439625	195	214	2573	202	5.8	1
H043	0.006053	0.105	17	0.18829	1.8	8	2.1	0.3180	0.12	9	2.31	0.64372	139	157	2187	151	5.6	1
H044	0.004351	0.071	16	0.13069	1.8	7	2.1	0.2434	0.14	8	2.15	0.418878	202	219	4484	211	6.0	1
H045	0.005644	0.054	8	0.09726	1.8	5	2.0	0.1880	0.20	5	2.14	0.418757	132	140	5197	137	5.7	1
H046	0.005981	0.052	22	0.16818	1.5	6	2.1	0.1723	0.20	4	2.10	0.328741	145	153	4638	149	5.8	1
H047	0.004793	0.110	22	0.11309	1.6	4	2.0	0.1310	0.17	6	2.25	0.603439	167	186	3097	177	5.7	1
H048	0.004576	0.070	15	0.11309	1.6	4	2.0	0.1867	0.25	5	2.17	0.485154	174	187	3368	180	5.9	1
H049	0.005211	0.062	11	0.09587	1.6	4	2.1	0.2056	0.25	4	2.07	0.270371	163	172	2380	165	5.8	2
H050	0.007810	0.080	10	0.13264	1.6	4	2.1	0.2429	0.25	4	2.14	0.427367	104	113	2941	109	5.4	1
H051	0.004377	0.066	14	0.11564	1.8	4	2.1	0.2012	0.25	5	2.11	0.353508	179	191	3958	184	5.9	1
H052	0.005930	0.066	10	0.12407	1.9	5	2.1	0.2062	0.20	6	2.14	0.415085	148	159	4490	154	5.7	1
H053	0.005890	0.047	7	0.08981	1.9	4	2.0	0.1450	0.25	3	2.06	0.217923	143	150	3814	145	5.7	1
H054	0.005035	0.065	12	0.11953	1.8	5	2.1	0.2105	0.20	5	2.12	0.379242	165	177	5061	171	5.8	1
H055	0.003138	0.059	18	0.10162	1.7	4	2.0	0.1983	0.25	4	2.09	0.310018	268	285	3347	267	6.1	1
H056	0.004907	0.087	17	0.17001	1.9	11	2.2	0.3984	0.09	12	2.37	0.708924	171	191	3290	186	5.9	1
H057	0.004398	0.060	13	0.08498	1.4	5	2.1	0.2158	0.20	6	2.09	0.274662	180	193	2923	179	5.8	1
H058	0.002638	0.087	32	0.15454	1.8	5	2.1	0.3086	0.20	4	2.21	0.544019	258	287	2868	266	5.9	1
H059	0.003290	0.063	19	0.10763	1.7	6	2.1	0.2338	0.17	6	2.15	0.420705	263	282	3271	271	6.3	1
H060	0.003063	0.049	15	0.07506	1.5	4	2.1	0.2076	0.25	3	2.06	0.219415	252	264	2918	251	6.2	1
H061	0.003712	0.086	22	0.12764	1.5	5	2.1	0.2545	0.20	6	2.14	0.39291	228	246	4021	235	6.0	1
H062	0.004402	0.081	19	0.12570	1.6	4	2.1	0.2085	0.25	4	2.10	0.33653	191	206	3317	197	5.9	1
H063	0.004129	0.073	17	0.12182	1.7	4	2.0	0.1823	0.25	4	2.10	0.32856	200	215	2649	203	5.9	1
H064	0.006653	0.086	12	0.12920	1.5	5	2.1	0.2166	0.20	4	2.09	0.30748	123	133	2998	127	5.5	1
H065	0.006023	0.048	7	0.06856	1.4	3	2.0	0.0976	0.33	4	2.06	0.222463	138	143	2576	138	5.7	1
H066	0.004678	0.038	8	0.066658	1.7	4	2.0	0.1166	0.25	4	2.04	0.166034	192	202	3645	186	6.0	1
H067	0.003999	0.053	13	0.08286	1.6	4	2.0	0.1513	0.25	4	2.07	0.258308	200	210	2279	199	5.9	2
H068	0.004576	0.065	14	0.09802	1.5	4	2.0	0.1894	0.25	3	2.06	0.234528	174	185	2902	177	5.8	1
H069	0.006599	0.046	6	0.07436	1.6	6	2.0	0.1550	0.17	5	2.07	0.262456	133	138	4430	135	5.7	1
H070	0.006489	0.046	7	0.07501	1.6	4	2.1	0.1396	0.25	4	2.05	0.177869	134	140	2443	135	5.7	1
H071	0.004820	0.037	7	0.06122	1.7	4	2.0	0.1068	0.25	3	2.06	0.190477	178	184	4038	179	6.0	1
H072	0.005166	0.041	7	0.06624	1.6	4	2.0	0.0895	0.25	3	2.06	0.230163	172	179	5759	174	5.9	1
H073	0.004088	0.032	7	0.05621	1.8	3	2.0	0.0908	0.33	4	2.02	0.165879	228	235	12672	231	6.3	2
H074	0.004231	0.049	11	0.07923	1.6	5	2.0	0.1882	0.20	6	2.13	0.36152	173	182	2520	189	5.9	1
H075	0.004553	0.051	11	0.09114	1.8	4	2.0	0.1772	0.25	3	2.03	0.212017	184	194	3615	186	5.7	1
H076	0.006035	0.060	9	0.09831	1.7	3	2.0	0.1909	0.33	4	2.12	0.362256	140	148	3139	143	5.8	1
H077	0.005680	0.048	10	0.07537	1.6	3	2.0	0.2036	0.25	4	2.07	0.252511	189	197	2680	187	5.9	1
H078	0.004400	0.048	14	0.10331	1.7	5	2.0	0.1998	0.20	5	2.09	0.305683	198	210	5668	204	6.1	1
H079	0.005235	0.063	14	0.14500	1.5	4	2.1	0.2075	0.25	4	2.07	0.340541	157	168	2885	162	5.7	1
H080	0.005700	0.055	9	0.08486	1.5	4	2.0	0.1451	0.25	4	2.07	0.34722	120	129	2175	131	5.6	1
H081	0.006392	0.050	7	0.08022	1.6	3	2.0	0.1166	0.33	3	2.02	0.098179	130	136	12672	131	5.6	1
H082	0.004983	0.051	10	0.08320	1.6	4	2.0	0.1459	0.25	3	2.06	0.221516	173	182	2520	176	5.9	1
H083	0.006035	0.060	9	0.09831	1.7	4	2.0	0.1760	0.25	4	2.12	0.362556	140	148	3139	143	5.7	1
H084	0.004400	0.048	10	0.07537	1.6	3	2.0	0.2036	0.25	4	2.12	0.366772	148	159	3933	153	5.8	1
H085	0.004272	0.063	14	0.10331	1.7	5	2.0	0.1998	0.20	5	2.07	0.329553	166	173	2337	159	5.6	1
H086	0.005494	0.072	12	0.12130	1.7	4	2.1	0.2075	0									

Tabela 6.6 – Continuação da página anterior

RR	DIFT	DEUT/R	LAM	LAM/DET	L_{max}	L_{min}	L	L_{entr}	DIV	V_{max}	V_{min}	T1	T2	W_{max}	W_{mean}	W_{entr}	W_{prob}	E_{min}	
H094	0.005147	0.091	17	0.15385	1.7	5	2.1	0.2681	0.20	6	2.09	0.362517	163	179	5379	5.8	1	0.0003	
H095	0.003633	0.088	23	0.13888	1.6	5	2.1	0.3113	0.20	3	2.09	0.304147	190	207	2753	195	5.8	1	0.0003
H096	0.005136	0.057	10	0.08826	1.6	4	2.0	0.1841	0.25	4	2.07	0.249451	163	171	2940	163	5.8	1	0.0003
H097	0.005194	0.057	10	0.10098	1.8	4	2.0	0.1809	0.25	4	2.06	0.225039	160	169	3426	163	5.8	1	0.0002
H098	0.004865	0.050	10	0.07670	1.5	4	2.0	0.1610	0.25	4	2.07	0.20575	166	173	3038	167	5.8	1	0.0003
H099	0.005260	0.048	9	0.07802	1.6	4	2.0	0.1409	0.25	4	2.07	0.259126	153	160	3928	154	5.8	1	0.0002
H100	0.004607	0.056	12	0.08207	1.5	5	2.0	0.1580	0.20	5	2.07	0.252882	179	188	2192	179	5.9	1	0.0004
H101	0.005734	0.060	10	0.10657	1.8	4	2.1	0.2191	0.25	3	2.09	0.296279	130	139	1494	132	5.6	1	0.0006
H102	0.004373	0.116	26	0.17103	1.5	4	2.1	0.3311	0.25	5	2.10	0.34065	170	190	2111	182	5.6	1	0.0004
H103	0.003570	0.082	22	0.14103	1.5	4	2.1	0.2754	0.25	4	2.08	0.292296	207	226	2300	215	5.8	1	0.0004
H104	0.003767	0.086	22	0.12912	1.5	5	2.1	0.2439	0.20	6	2.15	0.431188	204	221	3400	210	5.8	1	0.0002
H105	0.006734	0.067	9	0.11247	1.7	4	2.1	0.2202	0.25	4	2.11	0.361514	128	137	2929	132	5.6	1	0.0003
H106	0.003205	0.074	22	0.11311	1.5	4	2.1	0.2407	0.25	4	2.12	0.370332	232	249	2828	233	5.9	1	0.0003
H107	0.002520	0.078	30	0.12934	1.7	4	2.1	0.2560	0.25	5	2.14	0.423003	285	309	4904	294	6.2	1	0.0002
H108	0.002717	0.037	13	0.06415	1.7	4	2.0	0.1536	0.25	3	2.05	0.185188	308	320	5819	306	6.4	1	0.0001
H109	0.004022	0.044	10	0.07455	1.7	4	2.0	0.0997	0.25	3	2.06	0.218538	203	212	3224	204	6.1	1	0.0003
H110	0.003580	0.051	14	0.08514	1.7	4	2.0	0.1736	0.25	3	2.06	0.234901	228	239	3346	231	6.1	1	0.0002
H111	0.004049	0.059	14	0.07975	1.4	4	2.0	0.1815	0.25	4	2.06	0.220312	199	208	3902	199	6.0	1	0.0002
H112	0.003342	0.044	13	0.07366	1.7	4	2.0	0.1151	0.25	4	2.07	0.27027	246	257	4528	247	6.2	1	0.0002
H113	0.003314	0.041	12	0.06649	1.6	4	2.0	0.1326	0.25	3	2.04	0.176643	239	248	6312	240	6.2	1	0.0001
H114	0.004408	0.042	9	0.06646	1.5	4	2.0	0.0963	0.25	3	2.05	0.185188	308	320	5819	306	6.4	1	0.0004
H115	0.004080	0.045	10	0.06924	1.5	4	2.0	0.1486	0.25	4	2.05	0.185445	224	233	9965	228	6.2	1	0.0001
H116	0.00333	0.051	6	0.06081	1.8	5	2.0	0.1261	0.20	4	2.06	0.226667	183	190	9082	186	6.4	2	0.0001
H117	0.005733	0.054	9	0.08443	1.6	4	2.0	0.1655	0.25	4	2.07	0.26866	152	159	3924	155	5.8	1	0.0002
H118	0.005151	0.048	9	0.08164	1.7	4	2.0	0.1311	0.25	3	2.06	0.219205	171	179	4908	173	5.9	1	0.0002
H119	0.005165	0.065	12	0.10152	1.6	5	2.1	0.2298	0.20	6	2.14	0.422999	161	172	2836	164	5.8	1	0.0003
H120	0.004092	0.064	15	0.10504	1.6	4	2.1	0.2244	0.25	5	2.12	0.085704	176	183	2400	173	5.9	1	0.0004
H121	0.003392	0.070	17	0.12128	1.7	4	2.1	0.2312	0.25	3	2.05	0.265314	192	207	2282	195	5.9	1	0.0004
H122	0.005922	0.057	9	0.10596	1.9	5	2.1	0.2014	0.20	3	2.08	0.283244	136	145	2813	139	5.6	1	0.0003
H123	0.004145	0.054	12	0.09044	1.7	5	2.0	0.1738	0.20	4	2.07	0.240412	192	203	2554	192	5.9	1	0.0003
H124	0.004417	0.089	19	0.14153	1.6	5	2.1	0.2593	0.20	6	2.16	0.459777	173	189	4032	183	5.8	1	0.0002
H125	0.005975	0.080	13	0.12792	1.6	5	2.1	0.2418	0.20	3	2.07	0.248423	128	138	1921	133	5.5	1	0.0005
H126	0.004396	0.061	13	0.12812	2.1	4	2.1	0.2166	0.25	4	2.06	0.238799	152	164	2802	156	5.7	1	0.0003
H127	0.003879	0.059	14	0.08967	1.5	4	2.0	0.1697	0.25	4	2.09	0.288793	209	220	3069	210	6.0	1	0.0003
H128	0.006007	0.046	7	0.08917	2.0	3	2.0	0.1247	0.33	3	2.07	0.245319	134	141	2448	135	5.7	1	0.0004
H129	0.005838	0.082	13	0.13384	1.6	4	2.1	0.2369	0.25	5	2.17	0.471585	137	148	2670	142	5.5	1	0.0003
H130	0.005859	0.086	14	0.13818	1.6	3	2.1	0.2301	0.33	4	2.11	0.366022	136	148	1811	141	5.5	1	0.0005
H131	0.004276	0.063	14	0.10446	1.7	4	2.1	0.2248	0.25	3	2.07	0.258375	178	189	2680	180	5.8	1	0.0003
H132	0.004410	0.071	15	0.11013	1.5	4	2.0	0.1727	0.25	3	2.06	0.221861	189	201	2169	193	5.9	1	0.0004
H133	0.004346	0.057	12	0.09419	1.7	3	2.0	0.1734	0.33	3	2.04	0.161965	156	165	2231	155	5.7	1	0.0004
H134	0.003578	0.091	25	0.12052	1.3	4	2.1	0.2644	0.25	5	2.16	0.455844	203	219	2418	207	5.8	1	0.0004
H135	0.004075	0.080	19	0.13278	1.7	4	2.1	0.2340	0.25	4	2.09	0.318289	196	212	2823	201	5.9	1	0.0003
H136	0.003081	0.075	23	0.14052	1.9	4	2.1	0.2535	0.25	4	2.11	0.34619	264	288	3541	273	6.1	1	0.0002

Capítulo 7

Comentários finais

Este trabalho de iniciação científica, para introdução às áreas de pesquisas espaciais, iniciou-se em janeiro de 2015. Em um tempo curto, até julho de 2015, foi possível o entendimento básico de fenômeno eletrodinâmico de interesse - as perturbações geomagnéticas, a introdução ao estudo de ferramentas para o estudo de comportamentos de processos dinâmicos não lineares, e a obtenção de primeiros resultados ilustrativos.

Essa parte inicial acrescida das devidas revisões de qualificação dos cálculos, que se daria em etapa seguinte. iria propiciar a atividade de análise considerando o regime de tempestades complexas.

Como resultados, houve o treino com sucesso da estudante com foco em desempenho de excelência e também uma tabulação embrionária de resultados, que quantificam ilustrativamente o comportamento dos sinais relacionados ao sistema eletrodinâmico de acoplamento do plasma do vento solar e a magnetosfera terrestre.

Capítulo 8

Referências Bibliográficas

- [1] Fernando L Guarnieri, Bruce T Tsurutani, Walter D Gonzalez, Ezequiel Echer, Alicia LC Gonzalez, Manuel Grande, and Finn Soraas. Icme and cir storms with particular emphasis on hildcaa events. In *ILWS Workshop*, pages 19–20, 2006.
- [2] Norbert Marwan, M Carmen Romano, Marco Thiel, and Jürgen Kurths. Recurrence plots for the analysis of complex systems. *Physics Reports*, 438(5):237–329, 2007.
- [3] Odim Mendes, Aracy Mendes da Costa, and Margarete Oliveira Domingues. Introduction to planetary electrodynamics: A view of electric fields, currents and related magnetic fields. *Advances in Space Research*, 35(5):812–828, 2005.
- [4] Luiz Henrique Alves Monteiro. *Sistemas dinâmicos*. Editora Livraria da Física, 2006.
- [5] TA Potemra and LJ Zanetti. Applied physics laboratory. *Johns Hopkins Univer*, 1983.