

**CONTRIBUIÇÃO DOS GRÁFICOS DE RECORRÊNCIA NA AVALIAÇÃO PROGNÓSTICA DE PACIENTES DE UNIDADE DE TERAPIA INTENSIVA****CONTRIBUTION OF RECURRENCE GRAPHS IN THE PROGNOSTIC ASSESSMENT OF INTENSIVE CARE UNIT PATIENTS****CONTRIBUCIÓN DE LOS GRÁFICOS DE RECURRENCIA EN LA EVALUACIÓN PRONÓSTICA DE PACIENTES EN LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS**Ana Paula do Prado Cardoso de Souza<sup>1</sup>, Moacir Fernandes de Godoy<sup>2</sup>, Leda Maria Ferraz da Silva<sup>3</sup>

e2342

<https://doi.org/10.47820/jht.v2i3.42>

RECEIVED: 06/01/2023

APPROVED: 07/01/2023

PUBLISHED: 07/15/2023

**RESUMO**

Este trabalho avaliou a variabilidade da frequência cardíaca (VFC) em pacientes internados em unidade de terapia intensiva com auxílio de gráficos de recorrência. Trata-se de um estudo quantitativo, qualitativo, prospectivo e longitudinal e os pacientes selecionados foram divididos em grupo de sobreviventes e grupo de óbitos. Foram utilizadas séries temporais de batimentos cardíacos com o frequencímetro *Polar Advanced RS800CX*, por 30 minutos. A análise dos dados de recorrência utilizou-se dos seguintes parâmetros selecionados: dimensão = 2, atraso = 2, raio = 70, linha = 2 e como esquema de cores o *Volcano*. Foram selecionadas as variáveis clássicas dos gráficos de recorrência, sendo: *ApEn*, *SamPEn*, *Alfa 1*, *% Recurrence*, *Det%*, *Laminaridade*, *TT* e *LDmax*. As variáveis quantitativas contínuas com distribuição gaussiana, foram analisadas com auxílio do teste exato de *Fischer* e *Test t Student* não pareado, sendo considerados significantes os valores de  $p < 0,05$ . Os dados de séries temporais de batimentos cardíacos foram filtrados e posteriormente analisados com o *software Kubios HRV Analysis* e o *software Visual Recurrence Analysis*. Foram estudados 92 pacientes, sendo o grupo de óbitos composto por 32 pacientes e o grupo de sobreviventes por 60. Não houve diferença significativa no aspecto quantitativo e na análise qualitativa dos gráficos de recorrência, foi demonstrado padrões geométricos e maior quantidade de “retângulos escuros”, indicando maior linearidade (maior comprometimento da homeostase). A análise da VFC com o auxílio dos gráficos de recorrência permitiu a diferenciação dos estados de saúde, podendo atuar como um marcador de gravidade e provável morte.

**PALAVRAS-CHAVE:** Unidade de terapia intensiva. Variabilidade da frequência cardíaca. Domínio linear. Domínio não linear. Sistema nervoso autônomo.

**ABSTRACT**

*This study evaluated heart rate variability (HRV) in patients admitted to an intensive care unit using recurrence graphs. This is a quantitative, qualitative, prospective, and longitudinal study and the selected patients were divided into a group of survivors and a group of deaths. Time series of heartbeats were used with the Polar Advanced RS800CX frequency meter, for 30 minutes. The analysis of the recurrence data used the following selected parameters: dimension = 2, delay = 2, radius = 70, line = 2, and Volcano as the color scheme. The classic variables of the recurrence charts were selected: ApEn, SamPEn, Alpha 1, % Recurrence, Det%, Laminarity, TT, and LDmax. Continuous quantitative variables with Gaussian distribution were analyzed using Fisher's exact test and unpaired Student's t-test, with p values < 0.05 being considered significant. Heart rate time series data were filtered and subsequently analyzed using Kubios HRV Analysis software and Visual Recurrence Analysis software. A total of 92 patients were studied, with the group of deaths comprising 32 patients and the group of survivors comprising 60. There was no significant difference in the quantitative aspect and in the qualitative*

<sup>1</sup> Nurse, Master in Nursing and Specialist in Cardiology and Hemodynamics, Professor of the Medicine Course at Universidade Brasil, Fernandópolis/SP.

<sup>2</sup> Cardiologist, Lecturer in Cardiology at the Department of Cardiology and Cardiovascular Surgery at the Faculty of Medicine of São José do Rio Preto, São José do Rio Preto/SP.

<sup>3</sup> Nutritionist, PhD in Medical Sciences from the Fluminense Federal University, Professor of the Medicine Course at the University of Brazil, Fernandópolis/SP.



*analysis of the recurrence graphs, geometric patterns, and a greater number of “dark rectangles” were demonstrated, indicating greater linearity (greater impairment of homeostasis). HRV analysis with the aid of recurrence charts allowed the differentiation of health states and could act as a marker of severity and probable death.*

**KEYWORDS:** *Intensive care unit. Heart rate variability. Linear domain. Non-linear domain. Autonomic nervous system.*

### **RESUMEN**

*Este estudio evaluó la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) en pacientes ingresados en la unidad de cuidados intensivos con la ayuda de gráficos de recurrencia. Se trata de un estudio cuantitativo, cualitativo, prospectivo y longitudinal y los pacientes seleccionados se dividieron en grupo de supervivientes y grupo de muerte. Se utilizaron series temporales de latidos con el medidor de frecuencia RS800CX de Polar Advanced durante 30 minutos. El análisis de los datos de recurrencia utilizó los siguientes parámetros seleccionados: dimensión = 2, retraso = 2, radio = 70, línea = 2 y como esquema de color el Volcán. Se seleccionaron las variables clásicas de las gráficas de recurrencia: ApEn, SamPEn, Alfa 1, % Recurrencia, Det%, Laminaridad, TT y LDmax. Las variables cuantitativas continuas con distribución gaussiana se analizaron con la ayuda de la prueba exacta de Fischer y la prueba t de Student no pareada, y los valores de  $p < 0,05$  se consideraron significativos. Los datos de la serie temporal de latidos del corazón se filtraron y luego se analizaron con el software Kubios HRV Analysis y el software Visual Recurrence Analysis. Se estudiaron un total de 92 pacientes, con 32 pacientes y 60 supervivientes. No hubo diferencia significativa en el aspecto cuantitativo y en el análisis cualitativo de los gráficos de recurrencia, se demostraron patrones geométricos y un mayor número de “rectángulos oscuros”, indicando mayor linealidad (mayor deterioro de la homeostasis). El análisis de la VFC con la ayuda de gráficos de recurrencia permitió la diferenciación de los estados de salud, que pueden actuar como un marcador de gravedad y muerte probable.*

**PALABRAS CLAVE:** *Unidad de cuidados intensivos. Variabilidad de la frecuencia cardíaca. Dominio lineal. Dominio no lineal. Sistema nervioso autónomo.*

### **INTRODUÇÃO**

A Unidade de Terapia Intensiva (UTI) foi idealizada com base nas ações de *Florence Nightingale*. Durante a guerra da Criméia, em 1853, os soldados morriam pelas condições precárias, porém a taxa de mortalidade reduziu com intervenções de cuidados mais complexos e especializados, ou seja, foram classificados de acordo com o estado de gravidade, onde os mais graves tinham monitorização contínua. O objetivo básico da Unidade de terapia intensiva é recuperar ou dar suporte às funções vitais dos pacientes (BORSON, 2021).

Assim, as UTIs destinam-se ao atendimento de pacientes de alto risco, executando assistência ininterrupta de equipe multidisciplinar com equipamentos específicos. Essas unidades demandam por custos crescentes, sendo necessários dados precisos da gravidade e prognóstico dos pacientes, possibilitando intervenções da equipe de saúde, tanto para assistência quanto ao planejamento de recursos (MAGALHÃES, 2021; CIACOMPONE, 2006).

De acordo com Souza (2019), o conhecimento de parâmetros estabelecidos em diferentes estados clínicos é definitivo para tomada de decisões. Esses parâmetros têm provocado discussões contínuas, tanto quanto aos investimentos terapêuticos relacionados aos custos como também, sem transgredir a ética de igualdade de atendimento, a quais pacientes esses investimentos devem ser



empregados diante de perspectivas reduzidas de sobrevivência ou diminuição da qualidade de vida após alta da unidade. Assim, definir um marcador prognóstico neste cenário é de suma importância (NOGUEIRA, 2012).

### **VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA**

O Sistema Nervoso Autônomo (SNA) exerce influência em diversos órgãos, aparelhos e sistemas do corpo humano. Esse sistema desempenha um papel importante na regulação de processos fisiológicos tanto em condições normais quanto em condições patológicas e, é essencial para a manutenção do balanço fisiológico interno e da interação do corpo com o meio ambiente. O SNA fornece nervos aferentes e eferentes ao coração, na forma de terminações simpáticas por todo o miocárdio e parassimpáticas para o nódulo sinusal, o miocárdio atrial e o nódulo atrioventricular (TAKAKURA, 2013).

O sistema nervoso autônomo regula a frequência cardíaca através da resposta simpática e parassimpática a diferentes estímulos. Uma diminuição da Variabilidade da frequência cardíaca (VFC) é um marcador de tônus parassimpático reduzido e de tônus simpático aumentado, há muito considerado como tendo impacto negativo no prognóstico da doença cardiovascular (HUIKURI, 2013).

Segundo Godoy (2019), o corpo humano é um sistema complexo, seu comportamento é tipicamente não linear ou determinístico no curto prazo, e apresenta baixa previsibilidade a longo prazo. A VFC tem sido considerada um marcador efetivo da presença ou ausência de homeostase adequada (VANDERLEI, 2009). Os gráficos de recorrência são úteis para avaliar o sistema nervoso autônomo, porque permitem quantificar e qualificar a VFC (NAYAK, 2018; MARWAN, 2002).

Marwan e Kurths (2007) descreve que recorrência é uma propriedade fundamental de muitos sistemas dinâmicos, portanto, de vários processos na natureza. Em um espaço de fase a recorrência pode ser descrita por gráficos de recorrência (*Recurrence Plot, RPs*). Para a construção dos Gráficos de Recorrência, necessita-se de uma série temporal que seja gerada por um experimento ou por simulações numéricas realizadas em um computador. Os Gráficos de Recorrência são métodos altamente eficazes e amplamente aceitos como ferramentas para investigação de séries temporais, sendo restritos para séries de uma única dimensão ou trajetória no período de tempo. (GODOY, 2011).

Para construirmos, temos um quadrado, neste o eixo x quanto o eixo y contém os elementos da série temporal dispostos sequencialmente. Partindo deste, de acordo com os valores pré-estabelecidos, dimensão de intervalos de medidas (dimensão) e distâncias (raio), verifica-se se há ou não recorrência de valores (GATTI, 2015).

As medidas de quantificação de recorrência são consideradas importantes métodos para a descrição e análise de sistemas complexos (MARWAN e KURTHS, 2007). As medidas utilizadas são: a Taxa de Recorrência (*Recurrence Rate, RR*), que corresponde à probabilidade de um estado ocorrer em um espaço de fase (MARWAN, 2003); Se os valores da taxa de recorrência são altos, são específicos de estados com alta probabilidade de recorrência; valores baixos indicam menor probabilidade de recorrência (MARWAN e KURTHS, 2004).



Os gráficos de recorrência podem ser interpretados de forma visual e também pela análise quantitativa da recorrência no espaço de fase (GATTI, 2015). Segundo Marwan (2002), a avaliação qualitativa de gráficos de recorrência tem uma apresentação com homogeneidade de cores, mais padrões geométricos, denominados “grandes retângulos escuros” nos casos com diminuição da atividade autonômica.

Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a VFC em pacientes internados em UTI por diferentes diagnósticos, considerando mudanças no estado clínico e suas respectivas alterações autonômicas, com auxílio dos gráficos de recorrência. Demonstrar de forma quantitativa e qualitativa a maior probabilidade de morte e/ou pior prognóstico em curto período.

## MÉTODOS

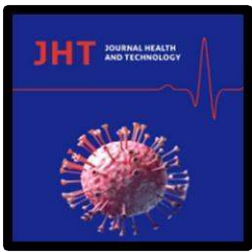
A pesquisa realizada foi quantitativa e qualitativa, longitudinal, prospectiva. A amostra foi selecionada por conveniência. Foram estudados pacientes adultos, masculinos e femininos, internados por diferentes diagnósticos em uma Unidade de Terapia Intensiva de um Hospital de Ensino do interior do Estado de São Paulo mediante assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido. Como critério de exclusão foram pacientes com diagnóstico de arritmias cardíacas de ritmos não sinusal, uso de marcapasso e/ou desfibriladores, menores de idade e recusa da participação no estudo. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto com parecer consubstanciado de número do CAAE 89505218.4.0000.5415.

Para coleta dos dados clínicos foi utilizado um questionário com dados do prontuário (diagnóstico, comorbidades, idade, sexo, etnia, sinais vitais, tempo de internação, e tipo de alta). Os pacientes foram estudados para análise de intercorrências até o dia da alta hospitalar e/ou óbito.

Para obtenção dos dados cardíacos e análise da VFC nos domínios do tempo, frequência e não-linear (caos) foi utilizado um registro eletrocardiográfico por 30 minutos com auxílio do equipamento *Polar Advanced RS800CX*. Este equipamento composto por um módulo transmissor acoplado a um cinto e um relógio, onde são armazenadas as séries temporais para posterior análise dos intervalos R-R. As gravações foram realizadas com acompanhamento do pesquisador responsável, estando o indivíduo em leito de UTI, na posição de decúbito dorsal com as mãos apoiadas ao lado do corpo. O módulo transmissor e o relógio foram posicionados no processo xifoide e no pulso respectivamente. Os resultados das variáveis foram analisados juntamente com os dados de perfil clínico de cada paciente. Os pacientes foram divididos em dois grupos: grupo de sobreviventes e grupo de óbitos.

Foi utilizada séries temporais de batimentos cardíacos por cerca de 30 minutos. A análise dos dados de recorrência foi realizada utilizando parâmetros selecionados de acordo com o método validado por Iwanski e Bradley (1998): dimensão = 2, atraso = 2, raio = 70, linha = 2 e como esquema de cores o *Volcano*. Foram selecionadas as variáveis clássicas dos gráficos de recorrência.

As variáveis quantitativas contínuas com distribuição gaussiana, foram analisadas com auxílio do teste exato de Fischer e Test t Student não pareado. Admitiu-se erro alfa de 5% sendo considerados



significantes os valores de  $p < 0,05$ . As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do *Stats Direct Statistical Software versão 3.3.3* (20/07/20).

Os dados de séries temporais de batimentos cardíacos foram filtrados e posteriormente analisados com o *software Kubios HRV Analysis*. Foi utilizado o *software Visual Recurrence Analysis (VRA - Versão 5.01, Eugene Kononov, <http://visual-recurrence-analysis.software.informer.com>)*.

A caracterização gráfica foi feita com gráficos *Box-Plot*. Na análise qualitativa o aparecimento de padrões geométricos evidentes e maior quantidade de “quadrados escuros” indica maior linearidade e, portanto, maior comprometimento da homeostase.

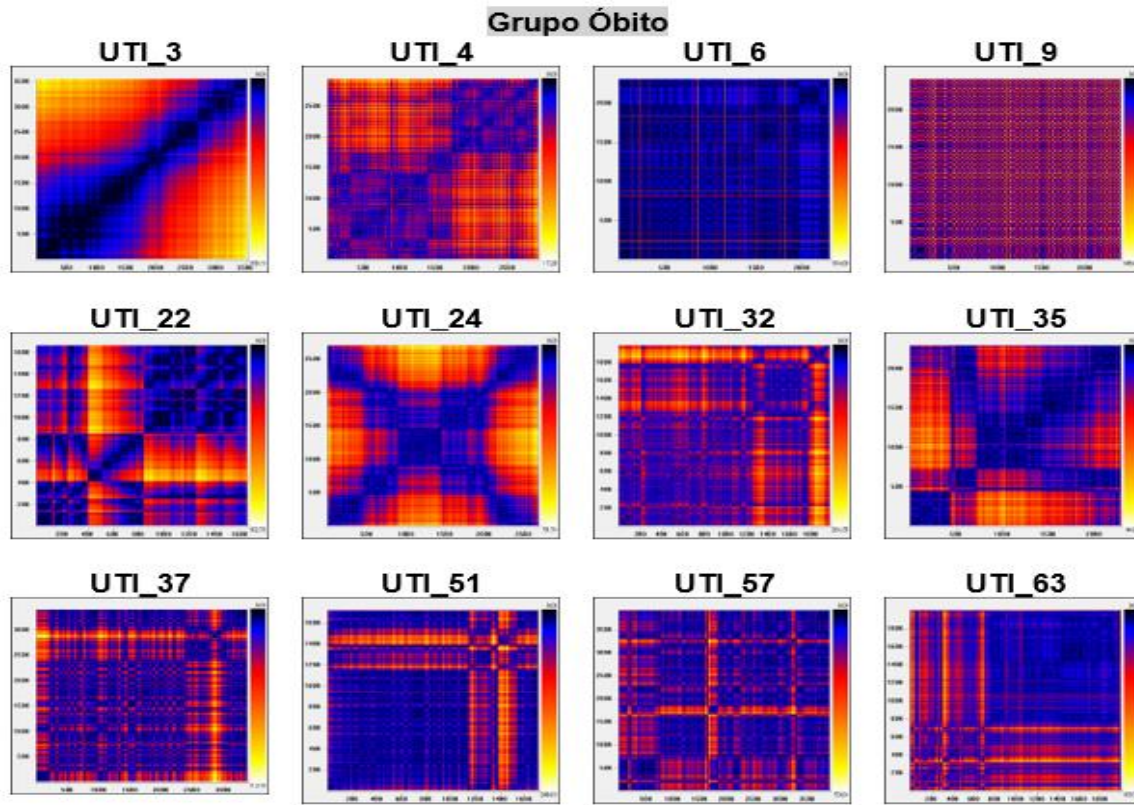
## RESULTADOS

Foram estudados 92 pacientes, onde o grupo de óbitos foi composto por 32 pacientes com idade média de 66,9 anos, com predominância do sexo masculino (68,8%). O grupo de sobreviventes foi composto por 60 pacientes com idade média de 59,6 anos, com predominância do sexo feminino, representando 56,7%. A média de permanência de internação não foi significativamente diferente entre os grupos.

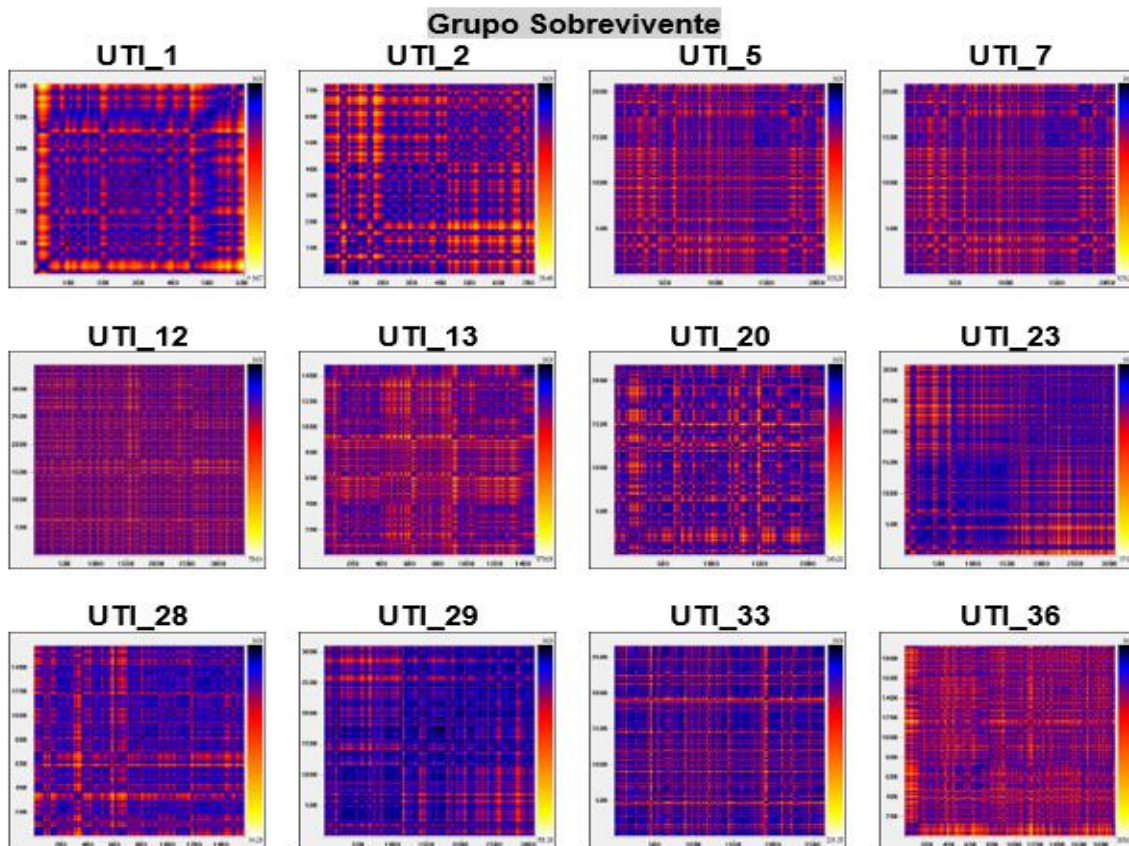
Dentre as comorbidades apresentadas pelos grupos, o tabagismo aparece de forma prevalente no grupo de óbitos (50%) em relação ao grupo de sobreviventes (18,3%). No grupo de óbitos, 68,8% eram hipertensos e 25% tinham Diabetes Mellitus e aconteceram mais óbitos nos pacientes em ventilação mecânica (78,1%).

Após a construção e avaliação dos aspectos quantitativos na análise comparativa de séries temporais com base na variabilidade da frequência cardíaca, não foi possível verificar diferenças significativas em nenhuma das variáveis analisadas quando os grupos foram comparados entre si (valor de  $p > 0,05$ ).

Após a construção e avaliação dos aspectos qualitativos dos Gráficos de Recorrência na análise comparativa de séries temporais com base na variabilidade da frequência cardíaca, observou-se diferenças marcantes na análise qualitativa na comparação entre os grupos. No grupo de óbitos houve predomínio de formas geométricas, maior quantidade quadrados escuros, e homogeneidade das cores (Figura 1), em relação ao grupo de sobreviventes (Figura 2). Para apresentação da análise gráfica, foram selecionados 12 pacientes de cada grupo de forma aleatória.



**Figura 1:** Análise visual dos Gráficos de Recorrência (Esquema *Volcano*) de 12 indivíduos do grupo de óbitos.

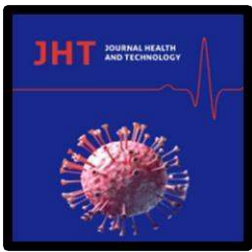


**Figura 2:** Análise visual dos Gráficos de Recorrência (Esquema *Volcano*) de 12 indivíduos do grupo de sobreviventes.

## DISCUSSÃO

Neste estudo evidenciou-se de que a Variabilidade da frequência cardíaca analisada com o auxílio dos Gráficos de Recorrência permite identificar os indivíduos com maior probabilidade de morte e/ou pior prognóstico em curto prazo. Este achado apoia-se a hipótese que alterações nos padrões da VFC demonstram que a diminuição da função autonômica cardíaca é significativamente maior no grupo de óbitos em relação ao grupo de sobreviventes, nota-se o predomínio de formas geométricas e maior homogeneidade de cores nos Gráficos de Recorrência, indicando diminuição da atividade parassimpática, bem como a predominância do tônus simpático nos pacientes com desfecho de morte.

A análise da gravidade de quadros patológicos por meio dos Gráficos de Recorrência se mostra muito eficaz, pois são ferramentas simples e efetivas para a análise de dados em uma série de tempo de um sistema em estudo (BIANCHI, 2016). Os métodos em questão são estabelecidos para detectar transições na dinâmica do sistema, assim como prever o comportamento de sistemas biológicos (ECKMANN, 1995). Além disso, os gráficos também são um excelente método de análise das oscilações dos intervalos entre duas batidas consecutivas, mostrando-as como características de cada indivíduo (GODOY e GREGÓRIO, 2019).



Godoy e Gregório (2019), caracterizando a saúde, doença ou morte em humanos utilizando os gráficos de recorrência, demonstrou que, os aspectos quantitativos e qualitativos permitem a diferenciação entre os estados de saúde, doença avançada e morte iminente ao longo do ciclo de vida. Nesta pesquisa não se evidenciou na análise quantitativa estas alterações, porém, a análise qualitativa dos gráficos produziu resultados semelhantes. No grupo de óbitos houve predominância de padrões geométricos e domínio de quadrados escuros, demonstrando maior linearidade, maior disfunção do sistema nervoso autônomo e, conseqüentemente indicador de morte.

Pesquisas relacionadas a um estudo baseado na análise do sinal do intervalo RR obtido a partir de eletrocardiograma e, com a construção de gráficos de recorrências, buscou estabelecer um preditor de episódio de fibrilação atrial paroxística. A avaliação qualitativa dos gráficos de recorrência foi semelhante aos padrões que observamos em relação aos grupos. Observou-se um padrão mais homogêneo nos segmentos do eletrocardiograma anteriores à FA paroxística e mais heterogêneo nos segmentos distantes da FA paroxística, demonstrando que há maior linearidade (padrão menos caótico) antes dos episódios da arritmia (MOHEBBI, 2011). As arritmias são consideradas importantes fatores de mortalidade, assim podemos associar os padrões geométricos e homogeneidade predominantes no grupo de óbitos com maior agravamento do controle autonômico e conseqüentemente maior gravidade e desfecho de morte.

Takakura et al. (2013), buscando verificar o comportamento da VFC no pós transplante cardíaco com Gráficos de Recorrência, utilizou gráficos construídos com a série temporal de pacientes de transplante cardíaco com gráficos de séries temporais de modelos matemáticos (aleatórios, caóticos, periódicos e lineares) e clínicos (adulto jovem, criança, recém-nascido prematuro e paciente com morte encefálica), verificou-se semelhança entre os pacientes em pós-operatório do transplante cardíaco mais recente com o modelo matemático linear e modelo clínico de paciente em morte encefálica. Pacientes em pós-operatório de transplante cardíaco tardio, observou-se tendência periódica ao modelo matemático caótico e modelos clínicos de recém-nascidos ou crianças prematuras. A análise qualitativa evolutiva da recorrência dos gráficos tende a um padrão linear, ou a padrões de treinamento sobre características de cores repetitivas, menos difusas e mais homogêneas quando há baixa variabilidade e menos tempo decorrido do transplante. Por outro lado, com o maior tempo decorrido do transplante, houve uma clara tendência a apresentar um padrão mais difuso de heterogeneidade de cores, sugerindo uma mudança na redução linear do significado e, fisiologicamente, retorno parcial do controle autonômico.

Esses resultados se assemelham aos que encontramos na análise entre os grupos de óbitos e grupo de sobreviventes, onde predominam padrões mais difusos de heterogeneidade no grupo sobrevivente (melhora do quadro clínico) e predomínio das formas geométricas e características de linearidade no grupo de óbitos, demonstrando maior deterioração do sistema nervoso autônomo nesses pacientes e conseqüente morte.



A disfunção autonômica elevada dos pacientes do grupo de óbitos, ocorre provavelmente em resposta a comorbidades crônicas de longa data. As doenças de base encontradas nos pacientes interferem diretamente no equilíbrio para manter a homeostase do funcionamento dos sistemas.

Constata-se que a avaliação qualitativa dos Gráficos de Recorrências tem potencial papel como marcadores de prognóstico face à ocorrência de morte. Na análise comparando os grupos de óbitos e sobreviventes, evidenciamos que há menor atuação do sistema nervoso autônomo no grupo de óbitos, demonstrado por maior linearidade nos gráficos de recorrência, indicando maior comprometimento homeostático nesses pacientes.

A assistência de enfermagem na Unidade de Terapia Intensiva é desenvolvida por atividades assistenciais complexas, que exigem competência técnica, científica e tomada de decisão imediata (SILVA, 2021). Assim, acredita-se que esta pesquisa colabore com a validação de um método não invasivo, de baixo custo e fácil interpretação tanto para equipe de enfermagem quanto para equipe multidisciplinar na tomada de decisões quanto ao manejo e condutas terapêuticas de pacientes graves.

Algumas limitações devem ser apontadas, como o caráter transversal do estudo, que impossibilitou o acompanhamento dos indivíduos por um tempo maior, não permitindo saber se o grupo sobrevivente pioraria em longo prazo. No entanto, considerando-se o reduzido número de estudos com essa população utilizando métodos qualitativos, novas pesquisas devem ser incentivadas, para que mais informações possam ser divulgadas a respeito deste método em outras faixas etárias e populações.

## CONCLUSÃO

Conclui-se que a análise da VFC com o auxílio dos Gráficos de Recorrência permite a diferenciação em curto prazo na identificação da gravidade e/ou morte em pacientes de UTI, podendo atuar como um marcador antecipado de agravos nesses pacientes. Por se tratar de um recurso com interpretação visual e de fácil diferenciação pode atuar de maneira importante no manejo de pacientes graves para estratificação de risco e acompanhamento de condutas terapêuticas.

## REFERÊNCIAS

1. BIANCHI, Filippo Maria; LIVI, Lorenzo; ALIPPI, César. Investigating Echo-State Networks Dynamics by Means of Recurrence Analysis, **IEEE Trans Neural Netw Learn Syst**, v. 29, n. 2, p. 427-439, 2016.
2. BORSON, Lourena Ap. Machado Godoi et al. Ações para o bem-estar e segurança do cliente. **Revista Saúde em Foco**, v. 10, p. 1034, 2021.
- 3 BRADLEY, Elizabeth; IWANSKI, J. Recurrence plots of experimental data: To embed or not to embed. **Chaos**, v. 8, n. 4, p. 861-871, 1998.
4. CIAMPONE, Juliana Trench et al. Necessidade de cuidados de enfermagem e intervenções terapêuticas em UTI: estudo comparativo entre pacientes idosos e não idosos. **Acta Paulista de Enfermagem**, v. 19, p. 28-35, 2006.



5. ECKMANN, Jean-Pierre et al. Gráficos de recorrência de sistemas dinâmicos. **World Scientific Series on Nonlinear Science Series A**, v. 16, p. 441-446, 1995.
6. GATTI, Márcio et al. Variabilidade da frequência cardíaca e seu valor imediato em nefropatas afetados por hemodiálise. 2015. Disponível em: [http://bdtd.famerp.br/bitstream/tede/402/2/marciogatti\\_dissert.pdf](http://bdtd.famerp.br/bitstream/tede/402/2/marciogatti_dissert.pdf).
7. GODOY, Moacir Fernandes. **Teoria do Caos Aplicada à Medicina**. 2003. Tese de Doutorado. Tese de Livre Docência em Cardiologia, FAMERP, São José do Rio Preto.
8. GODOY, Moacir Fernandes de et al. Gráficos de recorrência e de poincaré na análise da quantidade de internações por diferentes grupos nosológicos, ocorridas ao longo de uma década, em um hospital de ensino. 2011. Disponível em: <http://201.55.48.176/handle/tede/101>.
9. GODOY, Moacir Fernandes de; GREGÓRIO, Michele Lima. Relevância Diagnóstica dos Gráficos de Recorrência para a Caracterização da Saúde, Doença ou Morte em Humanos. **Journal of Human Growth and Development**, v. 29, n. 1, p. 39-47, 2019.
10. HUIKURI, Heikki V.; STEIN, Phyllis K. Heart rate variability in risk stratification of cardiac patients. **Prog Cardiovasc Dis**, v. 56, n. 2, pág. 153-159, 2013.
11. MAGALHÃES, Ana Paula Barbosa et al. Vivências do CTI: visão da equipe multiprofissional frente ao paciente em cuidados paliativos. **Enfermagem em Foco**, v. 11, n. 4, 2020.
12. MARWAN, Norbert e cols. Recurrence-plot-based measures of complexity and their application to heart-rate-variability data. **Phys Rev E Stat Nonlin Soft Matter Phys**, v. 66, n. 2, p. 026702, 2002.
13. MARWAN, Norberto. Encounters with neighbours, current developments of concepts based on recurrence plots and their applications. **Doctoral dissertation**, Universität Potsdam, 2003.
14. MARWAN, Norbert; KURTHS, Jürgen. Cross recurrence plots and their applications. **Mathematical physics research at the cutting edge**, p. 101-139, 2004.
15. MARWAN, Norberto; KURTHS, Jurgen; SAPARIN, Pedro Generalised recurrence plot analysis for spatial data. **Phys Lett A**, v. 360, n. 4-5, p. 545-551, 2007.
16. MOHEBBI, Maryam; GHASSEMIAN, Hassan. Prediction of paroxysmal atrial fibrillation usando recurrence plot-based features of the RR-interval signal. **Physiol Meas**, v. 32, n. 8, p. 1147, 2011.
17. NAYAK, Suraj K. et al. A review on the nonlinear dynamical system analysis of electrocardiogram signal. J Healthcare Engineering. **Journal of Healthcare Engineering**, v. 2018, 2018.
18. NOGUEIRA, Lilia de Souza et al. Características clínicas e gravidade de pacientes internados em UTIs públicas e privadas. **Texto & Contexto-Enfermagem**, v. 21, p. 59-67, 2012.
19. SILVA, Alexandra Martins et al. Diagnósticos de Enfermagem na Unidade de Terapia Intensiva: Foco no problema e nos riscos. **Enfermagem em Foco**, v. 12, n. 1, 2021.
20. SOUZA, Daniel Ribeiro Soares de; TOSTES, Priscilla Passarelli; SILVA, Alexandre Sousa. Morte encefálica: conhecimento e opinião dos médicos da Unidade de Terapia Intensiva. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 43, p. 115-122, 2019.
21. TAKAKURA, Isabela Thomaz et al. **Avaliação do sistema nervoso autônomo na evolução pós transplante cardíaco, com auxílio da variabilidade da frequência cardíaca e gráficos de recorrência**. [Tese Doutorado]. São José do Rio Preto: Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto; 2013. <http://bdtd.famerp.br/handle/tede/26>.



## JOURNAL HEALTH AND TECHNOLOGY - JHT ISSN 2764-7625

CONTRIBUIÇÃO DOS GRÁFICOS DE RECORRÊNCIA NA AVALIAÇÃO PROGNÓSTICA DE  
PACIENTES DE UNIDADE DE TERAPIA INTENSIVA  
Ana Paula do Prado Cardoso de Souza, Moacir Fernandes de Godoy, Leda Maria Ferraz da Silva

22. VANDERLEI, Luiz Carlos Marques et al. Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. **Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery**, v. 24, p. 205-217, 2009.