

# PesquisABC

n°34

Maio de 2023

Informativo de Pesquisa Científica da  
Universidade Federal do ABC



## XII Encontro de Iniciação Científica

Foto: Monique Scantamburlo - ACI/UFABC



Edição Especial

**Trabalhos premiados no  
XII Encontro de Iniciação  
Científica UFABC USCS**

Fundamental para estudantes de graduação, a iniciação científica promove o desenvolvimento de habilidades de pesquisa, aprofunda o conhecimento na área de estudo e facilita o ingresso em programas de pós-graduação. Esta edição traz os trabalhos em destaque do XII Encontro de Iniciação Científica

USCS  
UNIVERSIDADE DE SÃO CAETANO DO SUL

UFABC

O PesquisABC é um informativo de divulgação científica, de periodicidade quadrimestral, editado pela Universidade Federal do ABC. Seu principal objetivo é divulgar pesquisas realizadas na UFABC, de todas as áreas do conhecimento, em linguagem acessível a toda a comunidade universitária. Destina-se, também, a publicar oportunidades de participação em projetos científicos e a estimular parcerias e colaborações produtivas. Seu Conselho Editorial é composto por docentes dos três Centros da Universidade, além da Pró-Reitoria de Pesquisa e da Assessoria de Comunicação e Imprensa. Sugestões de pauta podem ser enviadas para:

[pesquisabc@ufabc.edu.br](mailto:pesquisabc@ufabc.edu.br).

#### Conselho Editorial

Wagner Alves Carvalho (ProPes)

Mariella Mian (ACI)

Annibal Hetem Júnior (CECS)

Nazar Arakelian (CMCC)

Wendel Andrade Alves (CCNH)

Vanessa Carmo (PROEC)

#### Edição, Revisão e Editoração

##### Assessoria de Comunicação e Imprensa

Alessandra de Castilho

Camila Binhardi Natal

Edna Atsué Watanabe

Felipe Fernandes Lessa

Isabel B. L. Franca

Robson Mioto

Silvia Carla Rodrigues

Vanessa Ferreira

#### Pró-Reitoria de Pesquisa

Alessandra Batista

Marcelo Medina

 [facebook.com/ufabc](https://facebook.com/ufabc)

 [@ufabc](https://www.instagram.com/ufabc)

 [linkedin.com/school/ufabc](https://www.linkedin.com/school/ufabc)

 [twitter.com/ufabc](https://twitter.com/ufabc)

 [youtube.com/user/ufabcvideos](https://youtube.com/user/ufabcvideos)

## Sumário

### 6 Busca por Matéria Escura na Física de Altas Energias

A matéria escura vem sendo alvo de muitas pesquisas realizadas pela comunidade científica ao longo das últimas décadas. O trabalho apresenta as primeiras evidências de matéria escura e seu impacto nas galáxias, explorando a existência desse fenômeno e os experimentos que buscam sua detecção, com apoio da análise de dados.

### 11 Correlação entre as Massas de Buracos Negros Massivos Centrais e de suas Galáxias Hospedeiras

A ciência moderna avançou muito na observação e estudo de objetos distantes, como galáxias e buracos negros, possibilitando teorias sobre a origem do universo. Esta pesquisa investiga a correlação entre as massas dos buracos negros centrais e de suas galáxias hospedeiras.

### 16 Economia feminista e abodagem das capacitações: um panorama da desigualdade salarial entre homens e mulheres no Brasil

Apesar do avanço da participação feminina no mercado de trabalho, a desigualdade de oportunidades e de salários entre homens e mulheres persiste no Brasil. O trabalho apresenta uma análise econômica feminista para refletir sobre quais são as principais causas desta disparidade.

### 22 Estudo da Estatística Fractal do Aglomerado Jovem IC 2391

Durante o processo de formação das estrelas a gravidade as mantém unidas em grupos, dando origem aos aglomerados estelares. Esta pesquisa aprofunda a compreensão do aglomerado IC 2391 e seu impacto no desenvolvimento estelar

## **27 Impactos da covid-19 sobre a saúde mental da comunidade acadêmica da UFABC como efeito da pandemia de covid-19**

A pandemia de covid-19 provocou um enorme impacto econômico e social no mundo todo, afetando a rotina de trabalho e vida social das pessoas. Este estudo mostra que alunos, professores e técnicos administrativos da Universidade foram afetados, principalmente na saúde mental e física

## **31 Interferofotoscópio: redescobrimo a percepção do espaço tridimensional por meio da fotografia experimental**

Uma nova forma de perceber e vivenciar o espaço físico, o Interferofotoscópio, aparelho desenvolvido pelo estudante de física Kaue Nogueira, a tecnologia reinventa a representação espacial, permitindo aos usuários capturar e explorar o ambiente de múltiplas perspectivas.

## **35 Intervenção psicológica de apoio com música durante a quimioterapia**

O estudo investigou os efeitos da intervenção psicológica de apoio com música em pacientes submetidos à quimioterapia. A pesquisa aprofunda o conhecimento sobre o tema e apresenta os benefícios deste formato de intervenção

## **40 Propagação de raios cósmicos em campos magnéticos galácticos e extragalácticos**

Raios cósmicos são núcleos atômicos, de prótons a elementos mais pesados, que viajam pelo espaço quase à velocidade da luz, transportando energias extremamente altas. Nesta pesquisa, os autores desenvolveram uma simulação da propagação de raios cósmicos em campos magnéticos astrofísicos.

## **44 Vivência traumática com o adoecimento por câncer de mama: um estudo do Estresse Pós-Traumático em mulheres**

O câncer de mama é o tipo de câncer mais comum entre as mulheres no Brasil e apresenta altas taxas de mortalidade. Além dos aspectos físicos, a doença pode afetar a saúde mental das pacientes, gerando impactos psicológicos significativos. Este texto apresenta um estudo sobre o transtorno do estresse pós-traumático (TEPT) em mulheres que vivenciaram o adoecimento por câncer de mama.

# Editorial

Nesta nova edição do PesquisABC, a primeira do ano de 2023, temos a alegria de trazer uma publicação inteiramente dedicada aos e às nossos(as) jovens cientistas. Esse número foi concebido a partir dos trabalhos de alunas e alunos que, juntamente com suas orientadoras e orientadores, desenvolveram projetos de pesquisa no âmbito dos Programas de Iniciação Científica da Universidade Federal do ABC (UFABC) e da Universidade Municipal de São Caetano do Sul (USCS), dentro dos Editais lançados no ano de 2021 – o ano em que o valor da Ciência se mostrou tão evidente, ao mesmo tempo em que ela precisou ser tão enfatizada e defendida.

O momento não poderia ser mais oportuno para trazermos, à luz da comunidade e da sociedade, a importância da construção do conhecimento científico “desde o primeiro dia”, lema que nasceu junto com os Programas de Iniciação Científica da UFABC, logo no primeiro ano de existência da Universidade. No ano de 2007, quando foi lançado o primeiro edital institucional de Iniciação Científica, juntamente às 30 bolsas do Programa Institucional de Bolsas

de Iniciação Científica do CNPq (PIBIC), a UFABC ofereceu 120 bolsas do Programa de Iniciação Científica (PIC) e 30 bolsas para o Programa Pesquisando desde o Primeiro Dia (PDPD), voltado para estudantes ingressantes que desejassem iniciar seus estudos científicos.

Desde então, mesmo com os cortes orçamentários, que se tornaram mais agudos a partir de 2016, a Universidade manteve uma contrapartida de oferta de bolsas de iniciação científica sempre superior aos 50% do total, dos quais 20 a 40% foram destinados aos alunos ingressantes, dentro da modalidade de PDPD. Hoje, o Programa de Iniciação Científica da UFABC, em conjunto com o CNPq, conta com um total de 301 bolsas, divididas em oito diferentes modalidades, que valorizam a inserção dos jovens na ciência e no desenvolvimento tecnológico e inovação, desde o ensino médio. Ademais, programas específicos visam inserir na carreira científica os alunos que ingressaram na Universidade por meio das políticas de ações afirmativas. Com isso, a UFABC permanece honrando o compromisso com a sua missão de

*“Promover o avanço do conhecimento através de ações de ensino, pesquisa e extensão, tendo como fundamentos básicos a interdisciplinaridade, a excelência e a inclusão social”.*

Fotos: Monique Scantamburlo – ACI/UFABC





Anualmente, desde o ano 2008, discentes e orientadores reúnem-se no Simpósio de Iniciação Científica da UFABC (SIC), evento que visa divulgar os resultados dos projetos desenvolvidos no âmbito dos programas de Iniciação Científica. No ano 2011, USCS uniu forças à UFABC e o primeiro Encontro de Iniciação Científica foi realizado de forma conjunta entre as instituições, contando ainda com outras cinco instituições convidadas no Grande ABC (Instituto Mauá de Tecnologia; Centro Universitário FEI; Centro Universitário Fundação Santo André; Centro Universitário Faculdade de Medicina do ABC; Universidade Metodista de São Paulo).

Entre os dias 07 e 11 de novembro de 2022, realizou-se o XII Encontro de IC, que reuniu o XV Simpósio de IC da UFABC e o 17º Congresso da USCS. Após dois anos desafiadores, em que o distanciamento social impôs a virtualidade dos encontros, 2022 foi o ano em que as atividades presenciais começaram a ser cuidadosamente retomadas. Nessa atmosfera, em que o desejo do reencontro pressionava por espaços em meio à ainda necessária precaução, o XII Encontro de IC contou com a apresentação de 439 trabalhos que se dividiram nas modalidades de vídeo-pôster e apresentações orais presenciais, distribuídos em seis grandes áreas temáticas: Comunicação e Informação, Estrutura da Matéria, Energia, Processos de Transformação, Representação e Simulação

e Humanidades. Desde o princípio até o momento, ao longo dos seus quase 17 anos de existência; seja na modalidade presencial, virtual ou híbrida; mesmo com a escassez de recursos orçamentários, a UFABC mantém-se empenhada na formação de jovens pesquisadores, bem como na construção e na difusão do conhecimento científico.

Esse número da Revista PesquisABC é um resultado dessa construção. Nas próximas páginas, vocês terão a possibilidade de conhecer 9 dos 31 trabalhos premiados no evento, em áreas temáticas e modalidades diversas. É uma oportunidade ímpar de transitar pela diversidade e interdisciplinaridade do conhecimento científico de qualidade desenvolvido pelos nossos jovens cientistas. Finalmente, gostaríamos de ressaltar e agradecer o trabalho de todas as pessoas envolvidas neste importante processo de formação da universidade, em especial aquelas que representam o Comitê dos Programas de Iniciação Científica (CPIC), a Assessoria de Comunicação e Imprensa (ACI) e este periódico PesquisABC.

Desfrutem da leitura!

*Profa. Dra. Juliana Tófano de Campos Leite  
Coordenadora do Comitê dos Programas de  
Iniciação Científica*

*Prof. Dr. Wagner Alves Carvalho  
Pró-Reitor de Pesquisa UFABC*



# Busca por Matéria Escura na Física de Altas Energias

**Matheus Pereira Coelho** – Programa de Pós-Graduação em Física – PPGFIS/UFABC

**Pedro Galli Mercadante** (Orientador) – Centro de Ciências Naturais e Humanas – CCNH/UFABC

## As primeiras evidências de matéria escura

Diante dos grandes avanços realizados pela comunidade científica ao longo das últimas décadas, importantes perguntas foram respondidas, muitas seguem sem resposta e outras novas surgiram pelo caminho. Dentre estas que surgiram, uma em particular vem sendo alvo de muitas pesquisas. Afinal, o que é matéria escura?

As primeiras indicações de matéria escura vieram de observações astronômicas que contradiziam algumas das ideias que foram bem estabelecidas no decorrer do século XX, como a de que a massa de uma galáxia era dada majoritariamente pelas estrelas que a compunham. Entretanto, trabalhos realizados em meados do século passado, como alguns da pioneira Vera Rubin [1], mostraram que algumas estrelas mais afastadas possuíam velocidade de órbita aproximadamente igual a outras que estavam mais próximas de seu centro galáctico. Essas constatações iam contra ao que se esperava, uma vez que, se a massa de uma galáxia fosse realmente dada pela massa de suas estrelas, que tendem a se aglomerar em seu centro, então objetos mais distantes deveriam ter uma velocidade de órbita mais lenta. Em outras palavras, para que estas estrelas possuíssem uma velocidade maior que a esperada, deveria haver fontes desconhecidas de massa contribuindo na

atração gravitacional produzida pela galáxia, caso contrário, a descrição da gravitação estaria errada. Outros efeitos posteriormente observados, como a presença de lentes gravitacionais em regiões aparentemente “vazias” e irregularidades na radiação cósmica de fundo, passaram a corroborar a ideia de que de fato havia um tipo exótico de matéria permeando a galáxia. Em vista disso, estas fontes desconhecidas de massa passaram a ser referidas por matéria escura [2].

## Matéria escura e física de altas energias

### Modelo Padrão das Partículas Elementares



Figura 1: O modelo padrão representa um dos grandes sucessos da física moderna por conseguir descrever diversos fenômenos naturais. Ele define dois grupos de partículas compreendidas como fundamentais: os férmions e os bósons. Fonte: Wikipédia *Veja esta imagem em tamanho maior clicando aqui.*

Dado o contexto apresentado, com a hipótese de que essa matéria exótica possa ser constituída por partículas, faz-se necessário analisar a teoria mais relevante no campo da física de partículas e física de altas energias. Tal teoria é representada pelo modelo padrão [3], que descreve os constituintes da matéria até o momento entendidos como fundamentais, bem como suas respectivas interações.

Os férmions possuem spin semi-inteiro e compõem a matéria a qual conhecemos, a exemplo dos próprios átomos. Eles ainda se dividem em outros dois grupos, os léptons e os quarks. Os quarks formam partículas como os prótons e os nêutrons, isto é, são componentes fundamentais do núcleo atômico, por exemplo. Os léptons, por sua vez, não formam partículas mais pesadas por si só, mas junto dos quarks podem definir outras estruturas. O elétron é um exemplo de lépton na composição de um átomo. Por outro lado, os bósons possuem spin inteiro e são fundamentais para a descrição dos três tipos de interação entre os férmions retratados no modelo padrão: a interação forte, a fraca e a eletromagnética.

Todos os componentes do modelo padrão foram verificados experimentalmente ao longo do século XX e início do século XXI, sendo o principal trunfo deste modelo a descoberta do elusivo Bósons de Higgs, em

2012, completando então a busca por todas as partículas previstas pela teoria. Cabe então a pergunta: pode o modelo padrão explicar a existência de matéria escura? Dadas as características atualmente esperadas para uma partícula candidata, de acordo com observações astronômicas e dados cosmológicos, a resposta é não. Espera-se, por exemplo, que estas partículas possuam massa, sejam neutras e, além disso, interajam de maneira muito tênue com partículas do modelo padrão. Dito isso, o passo adiante é a proposição e verificação experimental de novas teorias que o estendam, de modo a incluir um candidato à matéria escura.

Dentre vários possíveis tipos de extensão, o modelo adotado [4] assume a existência de um novo número quântico cuja conservação impõe a existência de uma partícula estável, natural candidata à matéria escura, bem como a existência de uma partícula instável, que por sua vez decai no candidato à matéria escura e em um férmion do modelo padrão. Este férmion pode ser tomado tanto como um quark quanto como um lépton, e essa escolha pode mudar sensivelmente a busca por sinais deixados em detectores, por exemplo. Entretanto, apenas o decaimento com léptons foi investigado, isto é, a partícula instável foi tomada como tipo-lépton. O modelo em questão é representado pela lagrangiana na seguinte equação:

Lagrangiana do modelo padrão  
 Termo livre do candidato à matéria escura  
 Termo livre da partícula instável  
 Termo de interação entre o candidato, a partícula instável e os léptons do modelo padrão

$$\mathcal{L} = \boxed{\mathcal{L}_{SM}} + \boxed{\partial_\mu s \partial^\mu s - \frac{\mu_s^2}{2} s^2} + \boxed{\bar{F}(i\not{D})F - m_F \bar{F}F +} \\
 - \boxed{\sum_l y_s^l \left( s \bar{F} \left( \frac{1 + \gamma^5}{2} \right) l + h.c \right)}$$

Figura 2: Lagrangiana do modelo – *Veja esta imagem em tamanho maior clicando aqui.*

O que deve ser fixado é que a lagrangiana representa todas as partículas e suas respectivas interações e, ademais, vale ressaltar novamente que nas análises realizadas a partícula instável foi tomada como tipo-lépton. Na equação, o candidato a matéria escura e a partícula instável são denotados por 's' e 'F', respectivamente.

## Geração de dados e simulação de detectores

Devido a relevância do tema, inúmeros experimentos passaram a buscar por possíveis candidatos à matéria escura. É o caso do Large Hadron Collider (LHC) da European Organization for Nuclear Research (CERN) [5], um acelerador de partículas que possibilita o estudo e a busca por matéria escura no campo da física de altas energias. Com isso em mente, um dos objetivos do estudo aqui apresentado é a simulação dessas colisões, sobretudo das que ocorrem no Compact Muon Solenoid (CMS) [6], um dos experimentos do LHC. As simulações são realizadas com a utilização de quatro softwares, cada um responsável por uma parte do processo de obtenção e análise de dados. São eles:

Madgraph, Pythia, Delphes e ROOT.

- **Madgraph:** Responsável pela parte mais fundamental. Calcula os estados inicial e final da reação de interesse.
- **Pythia:** Produz o chuva de partículas.
- **Delphes:** Simula a resposta dos detectores.
- **ROOT:** Análise de dados.

A figura 3 representa de maneira simplificada os diversos fenômenos decorrentes da colisão de dois feixes de prótons, localizados logo abaixo da faixa central da figura. Os produtos da interação entre os componentes de cada feixe geram os chuviscos de partículas, que por sua vez deixam sinais nos detectores do experimento. A análise de dados consiste em reconstruir estes sinais para então inferir propriedades de partículas instáveis que decaíram, por exemplo.

Algumas propriedades das duas novas partículas mencionadas anteriormente como a massa e, no caso da partícula instável, o tempo de decaimento, foram incluídas no Madgraph e utilizadas pelos demais softwares de geração para que assim as simulações pudessem ser realizadas.

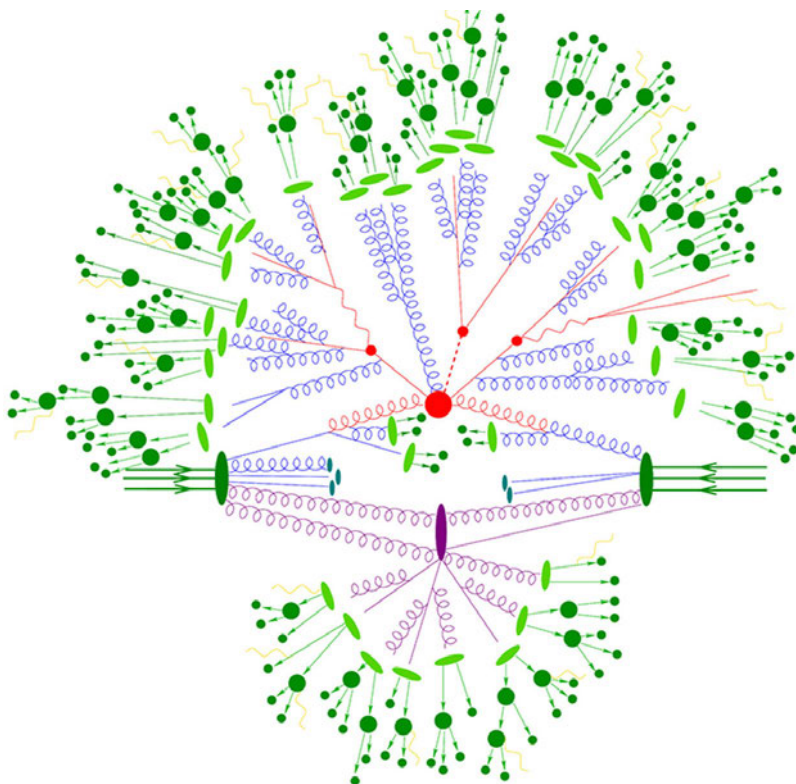


Figura 3: Representação das etapas de geração. Fonte da imagem: CERN – [Veja esta imagem em tamanho maior clicando aqui.](#)



## Análises e Conclusões

As análises se concentraram em dois principais aspectos: determinação de possíveis sinais no detector e a verificação dos métodos de geração dos dados. Para tanto, a reação ilustrada abaixo foi gerada e analisada.

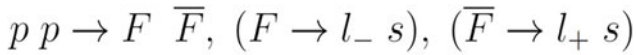


Figura 4: Reação gerada nos softwares –  
*Veja esta imagem em tamanho maior clicando aqui.*

Na reação, 'l menos' e 'l mais' são dois léptons do modelo padrão, um com carga negativa e outro com carga positiva, respectivamente. Desta forma, a reação indica a colisão entre dois prótons dando origem a duas partículas instáveis que então decaem em um lépton do modelo padrão e um candidato à matéria escura. No cenário abordado, as massas das novas partículas adicionadas são bem próximas, de modo que os léptons presentes no produto de

decaimento se tornam irrelevantes para a reconstrução. Ou seja, toda a informação física relevante nesta reação é carregada pelas partículas candidatas à matéria escura, no entanto, estas não interagem com os detectores. Em outras palavras, um dos pontos centrais da análise é o estudo de energia e momento faltantes nessas reações.

Na figura 5, a linha azul mostra a reconstrução do momento transversal,  $p_T$ , do par de partículas candidatas à matéria escura, ou seja, desconsiderando os léptons no produto de decaimento. Por outro lado, o pontilhado representa o momento transversal das duas partículas instáveis. É possível observar que as distribuições são muito parecidas, isto é, desconsiderar os léptons não gera uma interferência significativa nos resultados. Com isso, o momento nestas distribuições não é depositado nos detectores, indicando que de fato a energia e o momento faltante são importantes sinais neste tipo de reação. Dada a importância

### distribuição de $p_T$ das novas partículas

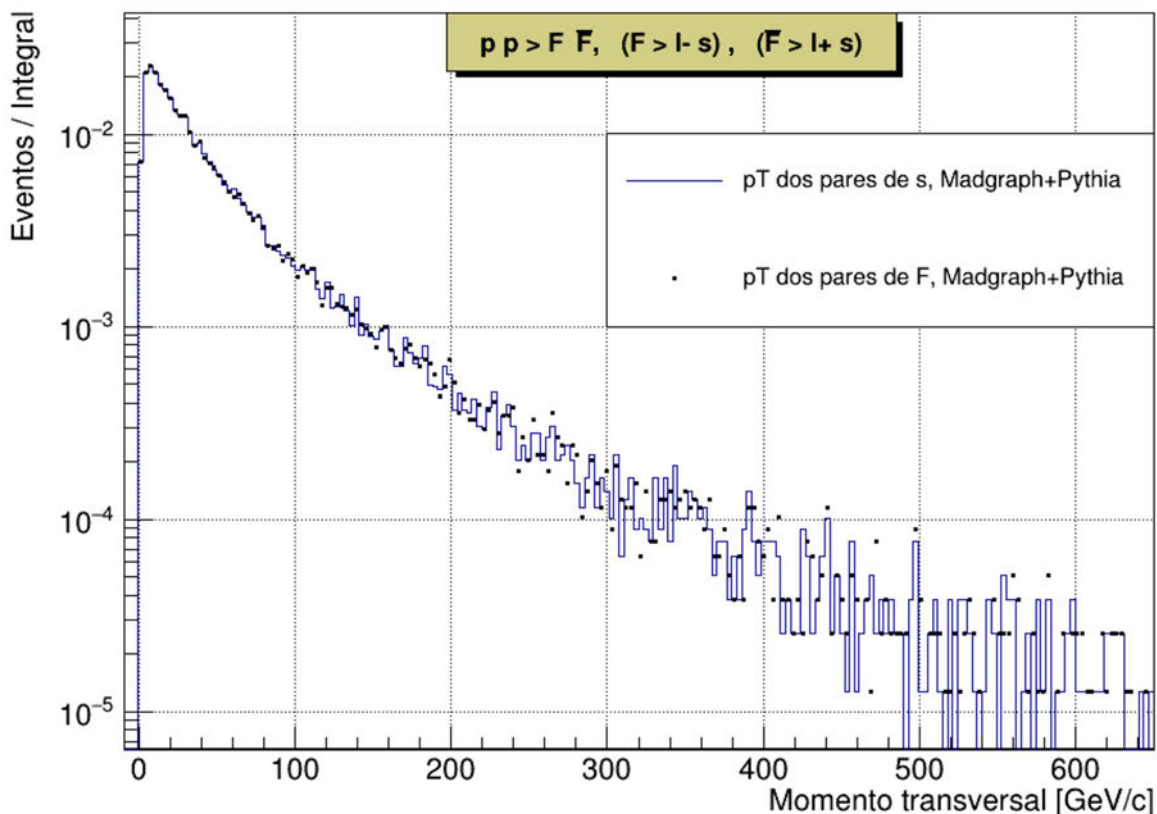


Figura 5: Sobreposição das duas distribuições de momento transversal obtidas.  
*Veja esta imagem em tamanho maior clicando aqui.*

dessas duas variáveis do experimento, é fundamental o entendimento de como reproduzi-las. Embora o Pythia modele esse momento faltante, foram avaliadas outras maneiras de como simular este efeito, como a inclusão de radiações ainda no Madgraph, isto é, na parte mais fundamental da geração. Esta análise foi feita com o uso de reações análogas no modelo padrão, como o decaimento do bóson Z em neutrinos, que também não interagem com os detectores. Dentre outras coisas, foi visto que o estudo da radiação introduzida na reação pode ser de grande ajuda para definir as propriedades das partículas que não interagem com os detectores, pois, por conservação elas devem possuir o mesmo momento.

É importante mencionar que neste primeiro momento o estudo ficou limitado aos parâmetros escolhidos para as novas partículas admitidas, no entanto, algumas constatações, como a importância da análise de energia faltante, são válidas para muitos outros modelos de matéria escura no campo da física de altas energias, sobretudo em experimentos de colisão próton-próton.

A matéria escura é uma das maiores questões abertas na física atualmente e possivelmente também é a chave para a solução de inúmeros outros problemas. Em vista disso, ela figura como uma das principais buscas do CMS e como um importante foco de pesquisa do São Paulo Research and Analysis Center (SPRACE) [6].

## Referências

- V. Rubin. (1983) Dark matter in spiral galaxies. *Scientific American*, 248, 96-108
- K. Garrett, G. Duda. (2011) Dark Matter: A Primer. arXiv:1006.2483v2 [hep-ph]
- S. F. Novaes. (2000) Standard Model: An Introduction. arXiv:hep-ph/0001283v1
- G. Bélanger, N. Desai, A. Goudelis, J. Harz, A. Lessa, J.M. No, A. Pukhov, S. Sekmen, D. Sengupta, B. Zaldivar, J. Zurita. (2018) LHC-friendly minimal freeze-in models. arXiv:1811.05478v1
- CERN: <http://public.web.cern.ch/public/Welcome.html>
- SPRACE: <http://www.sprace.org.br>

## Contato dos autores

Matheus Pereira Coelho  
[matheus.coelho@aluno.ufabc.edu.br](mailto:matheus.coelho@aluno.ufabc.edu.br)

Pedro Galli Mercadante  
[pedro.mercadante@ufabc.edu.br](mailto:pedro.mercadante@ufabc.edu.br)

# Correlação entre as Massas de Buracos Negros Massivos Centrais e de suas Galáxias Hospedeiras

**Analuz Marin Ramos** – Bacharelado em Ciência e Tecnologia – BC&T/UFABC

**Paramita Barai** (Orientadora) – Centro de Ciências Naturais e Humanas – CCNH/UFABC

Nos últimos 50 anos, a ciência moderna teve grande desenvolvimento dos telescópios terrestres e espaciais, possibilitando a observação e estudo de objetos distantes como galáxias, buracos negros, quasares, planetas e o conteúdo da matéria em nosso Universo. Estas observações, por sua vez, possibilitaram que cientistas desenvolvessem teorias sobre a origem, formação, estrutura e futuro do universo, em um ramo chamado de Cosmologia. Paralelamente, surgiu a simulação numérica, uma abordagem computacional que funciona como ferramenta poderosa para estudar a formação de estruturas em grande-escala, como estrelas, galáxias e Buracos Negros.

Os Buracos Negros em nosso Universo são observados e classificados em 3 tipos de acordo com suas massas: buracos negros de massa estelar (com massas inferiores a 100 massa solar), buracos negros de massa intermediária (com

massas entre 100 e  $10^6$  massas solares) e os buracos negros supermassivos (com massas maiores que  $10^6$  massas solares). Os buracos negros de massa estelar se formam quando as estrelas morrem, por outro lado, o mecanismo de formação dos demais buracos negros ainda gera debates na comunidade científica.

Os Buracos Negros de massa intermediária e Buracos Negros supermassivos existem nos centros das galáxias e são chamados de Buracos Negros Massivos Centrais. Uma fração de todas as galáxias do Universo (que conhecemos) tem esses buracos negros centrais, e são chamadas de Galáxias Hospedeiras, (figura 1).

Figura 1: Representação de um Buraco Negro Massivo Central, seu disco de acreção e Galáxia Hospedeira  
<https://svs.gsfc.nasa.gov/10545>  
Veja esta imagem em tamanho maior clicando aqui.



Sendo assim, essas Galáxias Hospedeiras possuem uma massa total ( $M_{tot}$ ) composta principalmente pelas massas de matéria estelar ( $M_{star}$ ), de matéria gasosa ( $M_{gas}$ ) e de seu buraco negro central ( $M_{bh}$ ).

Um fato curioso foi que as observações astronômicas revelaram uma correlação positiva entre as massas desses Buracos Negros e de suas Galáxias Hospedeiras (mais especificamente sua massa estelar). Essa é uma medida surpreendente, e esta pesquisa teve como principal objetivo, demonstrar as etapas para se obter tal correlação e o motivo dessa descoberta ser tão impactante para a comunidade científica.

## Tempo Cósmico e Redshift

A luz emitida pelas estrelas e outros objetos astronômicos atinge a Terra através de ondas eletromagnéticas, cuja radiação pode ser estudada de acordo com a intensidade em uma dada faixa de comprimentos de onda.

Entretanto, como o Universo está em expansão, a radiação emitida por objetos distantes que estão se afastando da fonte observadora (Terra) sofrem um “esticamento” que aumenta seu comprimento de onda durante a viagem, diminuindo sua frequência (efeito Doppler) e ficando mais avermelhada. Deste modo, dizemos que o espectro observado sofreu um “desvio para o vermelho” (em inglês *redshift*), (figura 2).

Através do *redshift*, podemos calcular a distância que um objeto se encontra da Terra e até mesmo o seu tempo de formação no universo. Utilizando uma equação que relaciona estas medidas (Weinberg S, 1989), obtivemos o gráfico logarítmico do tempo cósmico em função do *redshift*, (figura 3).

O *redshift* é zero para tempo presente e infinito para o *Big-Bang*. Isso significa que quanto maior o *redshift* observado em um corpo, mais antiga foi sua formação. Assim, é

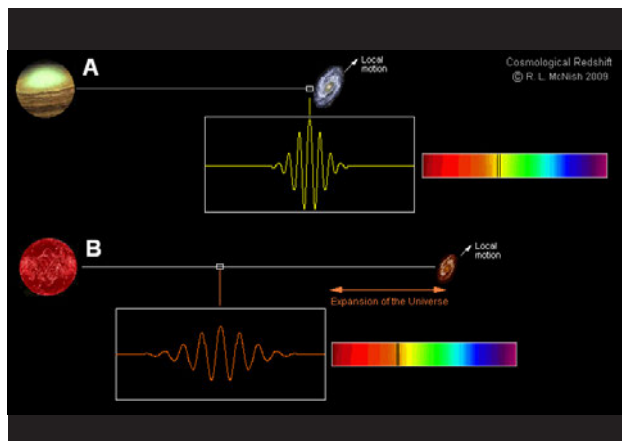


Figura 2: Ilustração de como funciona o efeito *redshift* – <https://proq.ufabc.edu.br/mnpef-sites/materia-escura/index.html> – Veja esta imagem em tamanho maior clicando aqui.

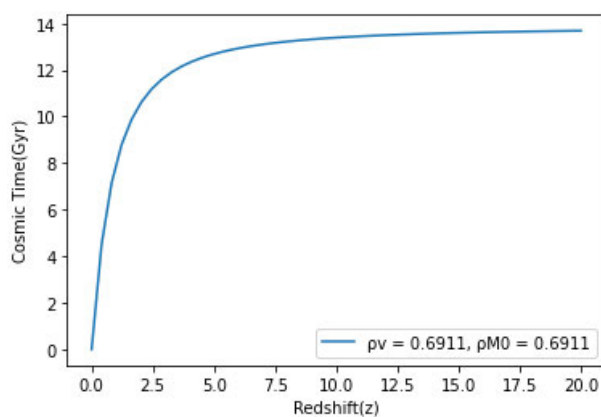


Figura 3: Idade de um objeto formado em determinado *redshift* (0 = hoje) – Simulação em Python realizada pela autora. Veja esta imagem em tamanho maior clicando aqui.

possível determinar qual a idade de qualquer objeto do espaço apenas observando e calculando seu *redshift*, uma informação relevante para analisarmos alguns dos resultados da pesquisa.

## Simulações Hidrodinâmicas Cosmológicas

A simulação cosmológica é uma técnica numérica usada para compreender a formação das galáxias que vemos hoje a partir das flutuações de densidade primordial no Universo primitivo 13.8 Giga-anos atrás. Analisando essas simulações (realizadas

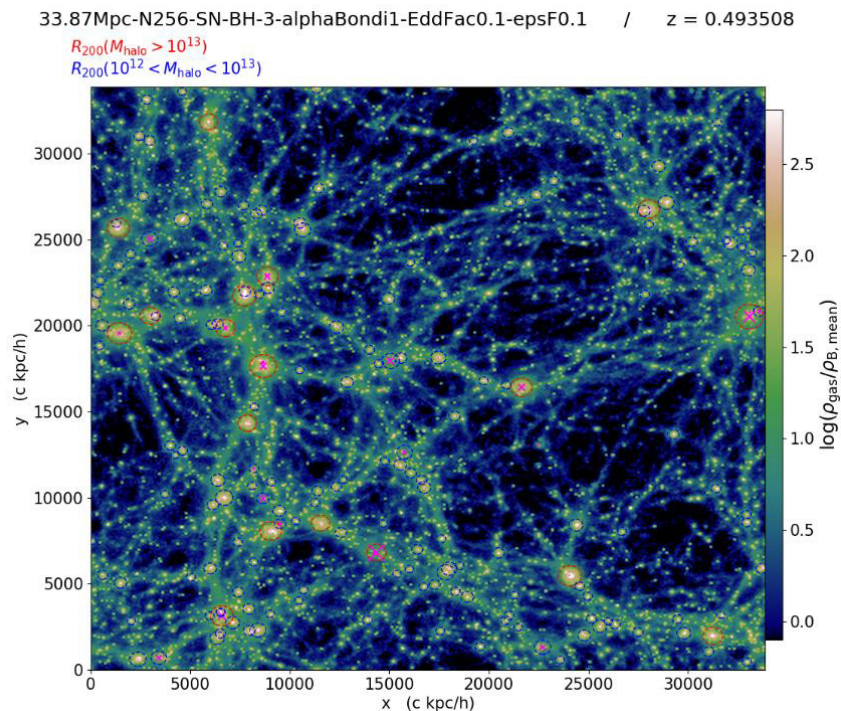


Figura 4: Simulação Hidrodinâmica Cosmológica em volume de  $50\text{Mpc}^3$  – (Barai P, dal Pino E M G, 2019)  
 Veja esta imagem em tamanho maior clicando aqui.

previamente pela orientadora) no pós-processamento (Figura 4), é possível extrair massas dos buracos negros supermassivos e das galáxias hospedeiras, para então estudar a correlação entre os dados simulados, e comparar com as observações astronômicas.

A figura acima representa um volume de  $50\text{Mpc}^3$  do nosso universo. Nela, cada círculo vermelho corresponde aos dados de uma galáxia, bem como seu buraco negro central. Estes dados primordiais foram coletados e processados em código *Python* e então, utilizados para traçar relações entre seus componentes de massa.

## Resultados

Após processados os dados das simulações hidrodinâmicas, pudemos traçar algumas relações entre diferentes componentes de massa das galáxias observadas e em diferentes *redshifts*.

Primeiramente, foram traçados diversos gráficos de  $M_{\text{bh}} \times M_{\text{star}}$  em *redshifts* de 6 a 0. Quanto maior o *redshift*, menos pontos

(galáxias) são observados, isso ocorre devido ao seu período de formação no universo, que de acordo com os resultados seria entre os gráficos de *redshift* 6 e 5. Isso leva à conclusão de que as primeiras galáxias começaram a surgir próximas a esses *redshifts*, ou seja, entre 0,98 e 1,18 Giga-anos após o Big-Bang (de acordo com a figura 4). Além disso, sua taxa de formação ao longo do tempo parece atingir certa estabilidade quanto mais próximo do 0 (presente).

Em seguida, foram traçadas diversas relações entre as massas dos componentes das galáxias (buraco negro central, matéria estelar e matéria gasosa) e sua massa total incluindo matéria escura no mesmo *redshift*  $z = 0$ , (figura 5).

Através das figuras nota-se uma relação linear entre as massas de buraco negro central e a massa total das galáxias (Figura 5c). O mesmo vale para a massa de gás (Figura 5a) e a massa estelar (Figura 5b) em relação à massa total das galáxias. Este resultado é esperado, uma vez que a massa total da galáxia é composta pela massa de

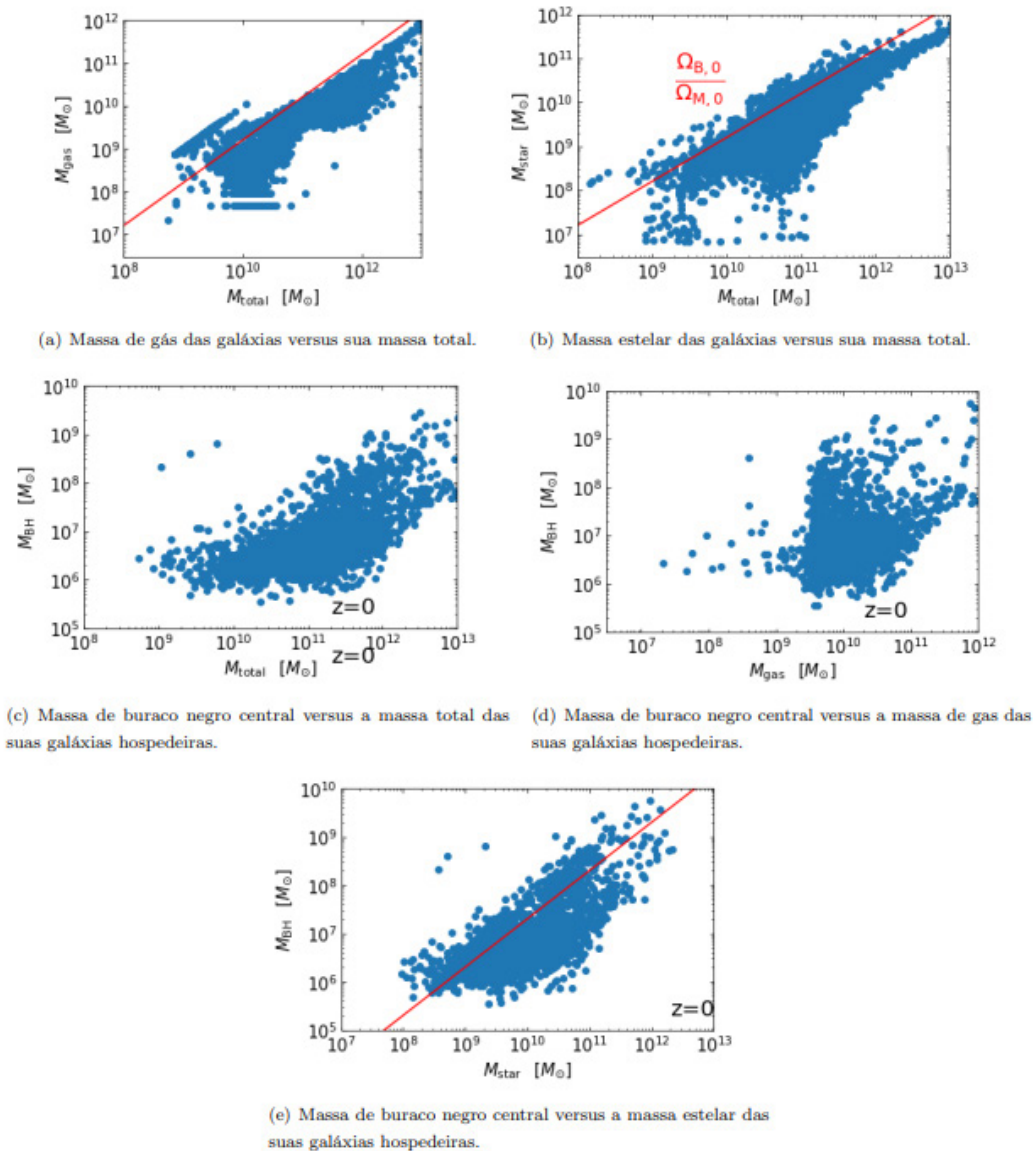


Figura 5: Todas as figuras foram plotadas em um *redshift*,  $z = 0$ , ou época cósmica hoje, em volume de  $50\text{Mpc}^3$ . Neste painel, a linha traçada em vermelho representa a mesma correlação visto nos estudos observacionais de Marconi & Hunt, 2003. Simulações em Phyton realizadas pela autora – *Veja esta imagem em tamanho maior clicando aqui*.

seu buraco negro central + massa de gás + massa estelar + massa da matéria escura na galáxia. Portanto é natural que quanto maior forem essas medidas, maior seja a massa total.

A relação entre massa do buraco negro central e massa de gás (Figura 5d) na galáxia, por outro lado, não aparenta possuir uma correlação significativa. Isso poderia indicar que os componentes de massa da galáxia não deveriam ser necessariamente relacionados entre si, apenas com sua massa total, mas não é bem isso que ocorre a seguir, pois a relação entre a massa do buraco negro central e

a massa estelar das galáxias (Figura 5e) apresenta uma inusitada correlação linear.

Encontramos uma boa concordância entre nossos resultados com os do artigo de Reines e Volonteri publicado em 2015 pela American Astronomical Society (AAS). Eles encontraram uma correlação positiva entre a massa do buraco negro e a massa estelar da galáxia, indicando que as galáxias maiores tendem a ter buracos negros maiores. Argumenta-se que o motivo físico pelo qual essa correlação acontece e como um buraco negro central pode co evoluir com sua galáxia hospedeira possa ser influenciado pelo processo de

feedback do buraco negro central. No entanto, este ainda é um assunto complexo e desconhecido nos estudos da Astrofísica que desperta grande interesse para pesquisas futuras.

## Considerações

Nesta pesquisa, foram apresentadas as etapas para obter a correlação entre as massas dos buracos negros centrais e de suas galáxias hospedeiras, que foi uma medida surpreendente e muito impactante para a comunidade científica. Para isso, foram estudados alguns conceitos da física como as propriedades dos buracos negros e até o *redshift*, que pode ser utilizado para calcular a distância que um objeto se encontra da Terra ou ainda seu tempo de formação no universo. Além disso, foram utilizadas simulações hidrodinâmicas cosmológicas para extrair as massas dos buracos negros supermassivos e das galáxias hospedeiras e compará-las com as observações astronômicas.

Assim, através desses estudos, foi possível confirmar a correlação positiva entre as massas dos buracos negros centrais e de suas galáxias hospedeiras. Esses resultados são importantes para entender a coevolução de galáxias e buracos negros centrais, e podem ajudar a refinar modelos teóricos de formação de galáxias e buracos negros e também a entender os processos físicos que regulam seu crescimento.

As descobertas realizadas por este estudo acabam levantando mais perguntas sobre o tema, que, por sua vez, ajudarão a direcionar estudos futuros em astrofísica e a atrair o interesse da comunidade científica para investir em mais pesquisas nesta área. Além disso, a pesquisa ajuda a esclarecer conceitos complexos da astronomia para a população e a mostrar que essa área da ciência está mais próxima do nosso cotidiano do que imaginamos.

## Agradecimentos

Agradeço à Professora Paramita Barai, orientadora da minha iniciação científica pela Universidade Federal do ABC.

## Referências

1. Barai P, dal Pino E M G (2019) - Intermediate-Mass Black Hole Growth and Feedback in Dwarf Galaxies at High Redshifts. Disponível em: <https://arxiv.org/pdf/1807.04768.pdf>.
2. Bergman T S (2011) - Buracos negros. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/thaisa/buracos-negros/>.
3. Sodre L (2020) - Os núcleos ativos de galáxias. Disponível em: [http://www.astro.iag.usp.br/laerte/aga295/12\\_agn.pdf](http://www.astro.iag.usp.br/laerte/aga295/12_agn.pdf).
4. Barai P (2008) - ACTIVE Galactic Nuclei: An Overview. Disponível em: [http://www.astro.iag.usp.br/barai/Talks Posters/2008/AGNoverview\\_Jan2008.pdf](http://www.astro.iag.usp.br/barai/Talks Posters/2008/AGNoverview_Jan2008.pdf).
5. Reines A, Volonteri M (2015) - . RELATIONS BETWEEN CENTRAL BLACK HOLE MASS AND TOTAL GALAXY STELLAR MASS IN THE LOCAL UNIVERSE. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/0004-637X/813/2/82/pdf>.
6. Marconi A, Hunt L K (2003) - THE RELATION BETWEEN BLACK HOLE MASS, BULGE MASS, AND NEAR-INFRARED LUMINOSITY. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1086/375804/pdf>.
7. Weinberg S (1989) - The cosmological constant problem. *Reviews of Modern Physics*, Volume 61, Issue 1, Janeiro 1989, pp.1-23. Disponível em: <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/1989RvMP...61....1W/abstract>.

## Contatos

Analuz Marin Ramos  
[analuz.mramos@gmail.com](mailto:analuz.mramos@gmail.com)

Profa. Paramita Barai  
[paramita.barai@ufabc.edu.br](mailto:paramita.barai@ufabc.edu.br)



# Economia feminista e abordagem das capacitações: um panorama da desigualdade salarial entre homens e mulheres no Brasil

Ana Beatriz Gonçalves Oliva – Bacharelado em Ciências e Humanidades – BC&H/UFABC

Mônica Yukie Kuwahara (Orientadora)  
Centro de Engenharia, Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas – CECS/UFABC

Apesar do avanço da participação feminina no mercado de trabalho, verificado no final do século XX e início do século XXI, a desigualdade de oportunidades e de salários entre homens e mulheres persiste [1]. No Brasil, de acordo com a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) Contínua de 2019, os homens recebem, em média, 23% a mais do que as mulheres [2]. Há várias explicações para a diferença salarial, que incluem as diferentes habilidades das pessoas, necessidades dos setores produtivos, aptidões, desempenhos distintos etc. Alguns fatores, porém, não são resultados dos esforços de cada um: algumas pessoas são penalizadas por fatores circunstanciais e acabam com rendimentos inferiores a outras, exercendo as mesmas atividades, devido a condições fora de seu controle, como o sexo de nascimento, conforme mostrado por Bigliuzzi et al. (2021) [3].

A reflexão aqui proposta norteia-se a partir da seguinte questão: quais são as principais causas da desigualdade salarial entre homens e mulheres no Brasil?

Para compreender melhor a desigualdade salarial de gênero no Brasil, esta pesquisa propõe-se a estabelecer um olhar amplo sobre as diferenças salariais, buscando identificar como duas abordagens distintas, mas convergentes, têm discutido o tema.

A abordagem das capacitações concentra sua análise na concepção de liberdade, entendendo que as possibilidades de fazer, ser, escolher e realizar de forma livre e autônoma são elementos importantes para o desenvolvimento, sobretudo para as mulheres. O conceito de capacitação pode ser entendido como um conjunto de liberdades que uma pessoa possui, ou, mais especificamente, como diferentes liberdades de escolha que levarão a diferentes funcionamentos [4]. As capacitações indicam o que as pessoas são capazes de fazer e ser, o que, de acordo com Martha Nussbaum (2003), faz com que a abordagem ofereça uma melhor compreensão das barreiras que as mulheres enfrentam na sociedade, apontando diferentes dimensões em que haveria restrições para a sua realização plena.



Para Nussbaum (2000), compreender as privações é importante para o desenvolvimento, uma vez que as diferenças de oportunidades moldam as escolhas e aspirações das pessoas, fazendo com que privações no presente afetem as possibilidades de futuro [5] [6].

Em termos de procedimentos, foram realizadas uma revisão bibliográfica do tema e uma análise crítica das contribuições. Para identificar as principais causas para a desigualdade salarial entre homens e mulheres, indicadas por autores da abordagem das capacitações e da economia feminista, além de convergências e diferenças entre essas duas abordagens, foram selecionados artigos sobre o tema no periódico da Associação Internacional de Economia Feminista, o *Feminist Economics*.

O conjunto de reflexões propostas por diversos autores nesse periódico (*Feminist Economics*, volume 9, páginas 2-3) permite perceber congruências e complementariedades entre a abordagem das capacitações e a economia feminista, já que a edição foi composta por artigos relacionados à abordagem das capacitações aplicada ao estudo da igualdade de gênero. A partir das leituras, pôde-se observar que ambas destacam a importância de se analisar o tempo gasto no cuidado e no trabalho doméstico – não apenas porque são elementos importantes, que impactam a carreira das mulheres, mas também porque refletem a influência de normas sociais e estruturas de poder que perpassam empresas e as próprias famílias [7] [8]. A partir do trabalho de Gasper e Staveren (2003), é possível identificar outra confluência das duas abordagens: a defesa do conceito de liberdade como o de *positive freedom*, ou seja, a importância de se conceber a liberdade como um conjunto

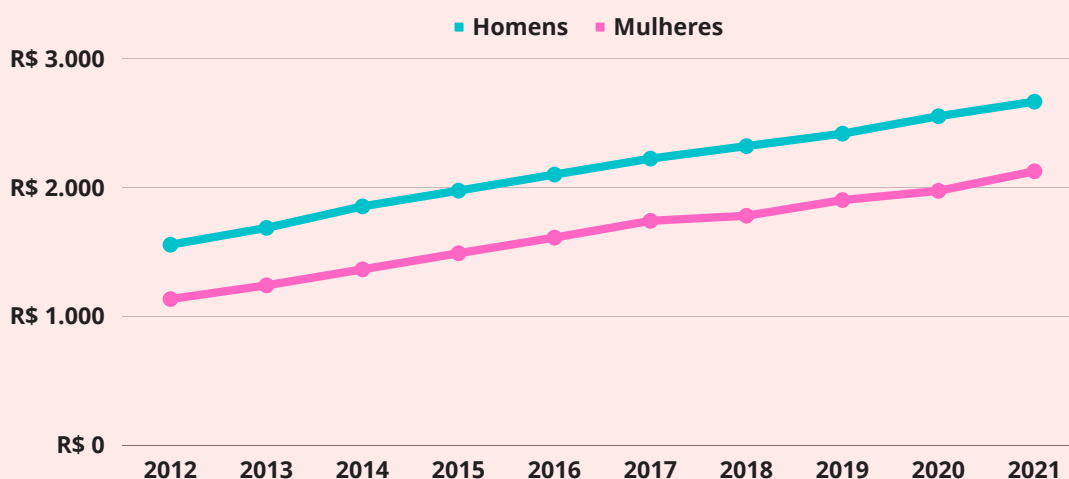
de opções factíveis e de escolha efetiva; a liberdade de uma pessoa poder escolher – o que se aproxima muito do conceito de capacitação. [9]

Entretanto, não há somente convergências entre as abordagens. Para a economia feminista, a partir dos autores percorridos, há predominância e centralidade no problema relacionado à autonomia das mulheres para conseguir renda. Na abordagem das capacitações, a liberdade para gerar renda também é importante, mas parece ser considerada um resultado de muitas outras desigualdades. Essa abordagem considera a falta de autonomia num contexto mais amplo, englobando mais aspectos das desigualdades que as mulheres enfrentam no mercado de trabalho e conectando outras dimensões associadas à desigualdade.

Para estabelecer um panorama da desigualdade que servisse às reflexões propostas, utilizaram-se dados da PNAD Contínua para a última década (de 2012 a 2021). A PNAD Contínua é uma pesquisa realizada trimestralmente, desde janeiro de 2012, pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), e um de seus objetivos é o acompanhamento das variações dos dados relacionados à força de trabalho brasileira [10].

Os dados analisados indicam a continuidade da diferença salarial entre homens e mulheres. Em 2012 as mulheres recebiam, em média, 27% a menos do que os homens e, em 2021, essa diferença passou a ser de 20% (Figura 1). Apesar disso, tanto em 2012 quanto em 2021 as mulheres apresentaram maior média de anos de estudo em relação aos homens, sendo 14,95% maior em 2012 e 12,33% maior em 2021 (Figura 2).

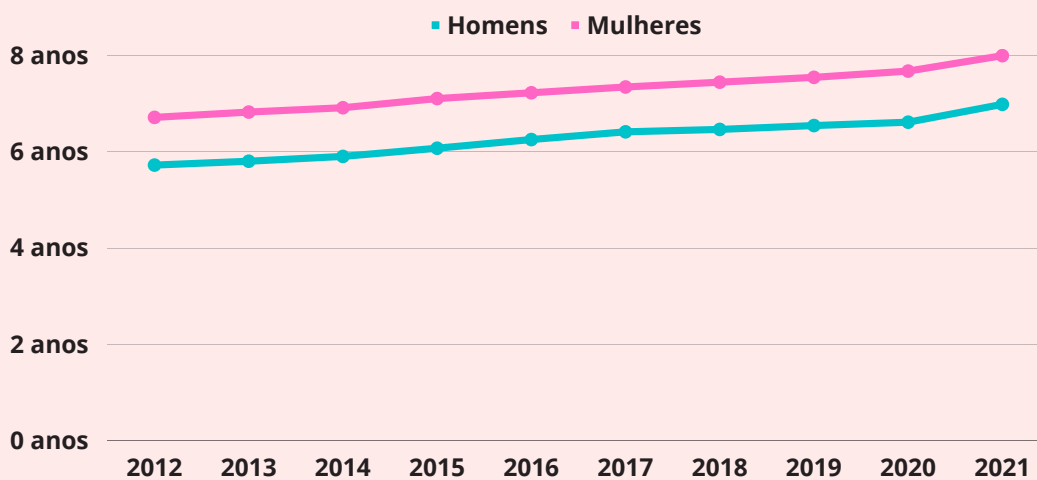
**Figura 1: Média salarial de Homens e Mulheres entre 2012 e 2021**



Fonte: Elaboração própria com base nos dados da PNAD Contínua (2012 - 2021)

*Veja esta imagem em tamanho maior clicando aqui.*

**Figura 2: Média de anos de estudo de Homens e Mulheres entre 2012 e 2021**



Fonte: Elaboração própria com base nos dados da PNAD Contínua (2012 - 2021)

*Veja esta imagem em tamanho maior clicando aqui.*

Diante do fato das mulheres apresentarem maior média de anos de estudo, mas menor remuneração, buscou-se formular hipóteses para a existência dessa desigualdade salarial encontrada. Uma das hipóteses para o diferencial de salários é a maior dedicação das mulheres aos trabalhos domésticos e de cuidados, que pode resultar em menos horas

disponíveis para a dedicação ao trabalho. Através dos dados obtidos pela PNAD Contínua não foi possível observar uma evidência direta do impacto das tarefas domésticas e de cuidado na participação feminina no mercado de trabalho, mas um olhar para as horas trabalhadas, de acordo com o sexo, pode ser um indicativo dessa desigualdade.

A partir da figura 3, é possível perceber que as mulheres trabalham menos horas em relação aos homens. Essa observação pode ser avaliada, segundo a abordagem das capacitações, como um problema de privação, já que a maior dedicação das mulheres aos trabalhos domésticos e de cuidados pode resultar em restrições às capacitações individuais e em menos horas disponíveis para a dedicação ao trabalho, o que pode resultar numa dificuldade de ascensão na carreira e em menores salários.

A segregação ocupacional por gênero também pode contribuir para a existência dessa desigualdade salarial. Para Estevez-Abe (2006), a segregação ocupacional por gênero é observada quando há uma concentração desproporcional dos indivíduos de um único sexo em determinado setor ou ocupação no mercado de trabalho [11]. Nesse sentido, a partir da figura 4 é possível observar que há segregação ocupacional por gênero no Brasil.

Na figura 4 é possível perceber que, tanto em 2012 quanto em 2021, as mulheres eram

**Figura 3 : Faixa de horas trabalhadas por semana de acordo com o sexo (2012 a 2021)**

Faixa de Horas trabalhadas	Sexo	
	Homens	Mulheres
Até 14 horas	2,1%	6%
15 a 39 horas	16,2%	29,1%
40 a 44 horas	51,1%	45,8%
45 a 48 horas	15,2%	10,3%
49 horas ou mais	15,5%	8,7%

*Veja esta imagem em tamanho maior clicando aqui.*

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da PNAD Contínua (2012 - 2021)

**Figura 4 : Participação por setor de atividade de acordo com o sexo (2012 e 2021)**

Setor de Atividade	2012		2021	
	Homens	Mulheres	Homens	Mulheres
Agropecuária	80,2%	19,8%	80,0%	20,0%
Indústria de transformação	65,9%	34,1%	66,7%	33,3%
Construção	96,4%	3,6%	96,3%	3,7%
Serviços	61,3%	38,7%	62,5%	37,5%
Atividades profissionais, científicas e técnicas	53,4%	46,6%	52,2%	47,8%
Administração pública	59,4%	40,6%	62,7%	37,3%
Educação	25,5%	74,5%	27,9%	72,1%
Saúde e serviço social	25,4%	74,6%	28,0%	72%
Serviços domésticos	7,9%	92,1%	9,4%	90,6%
Outras atividades	42,4%	57,6%	28,0%	72%

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da PNAD Contínua (2012 - 2021)

*Veja esta imagem em tamanho maior clicando aqui.*

**Figura 5 : Salário médio mensal por setor de atividade de acordo com o sexo (2012 e 2021)**

Setor de Atividade	2012		2021	
	Homens	Mulheres	Homens	Mulheres
Agropecuária	R\$ 918,37	R\$ 692,38	R\$ 1689,47	R\$ 1398,86
Indústria de transformação	R\$ 1624,84	R\$ 979,48	R\$ 2668,32	R\$ 1686,43
Construção	R\$ 1139,84	R\$ 1547,76	R\$ 1722,55	R\$ 2662,84
Serviços	R\$ 1529,49	R\$ 1058,76	R\$ 2417,31	R\$ 1839,98
Atividades profissionais, científicas e técnicas	R\$ 3085,25	R\$ 2021,71	R\$ 4877,30	R\$ 3340,69
Administração pública	R\$ 2640,19	R\$ 2023,49	R\$ 5102,74	R\$ 4150,71
Educação	R\$ 2099,59	R\$ 1447,16	R\$ 4064,67	R\$ 2778,11
Saúde e serviço social	R\$ 3250,83	R\$ 1597,03	R\$ 6111,80	R\$ 3012,74
Serviços domésticos	R\$ 792,77	R\$ 521,04	R\$ 1190,75	R\$ 887,79
Outras atividades	R\$ 2571,36	R\$ 1778,43	R\$ 4500,00	R\$ 9107,38

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da PNAD Contínua (2012 – 2021)

*Veja esta imagem em tamanho maior clicando aqui.*

maioria nos setores de educação, saúde e serviços domésticos – que englobam ocupações tradicionalmente consideradas como femininas. A desigualdade de oportunidades e a falta de autonomia na escolha de ocupações, por parte de homens e mulheres, podem ser possíveis causas da segregação ocupacional por gênero; que, por sua vez, pode estar relacionada à desigualdade salarial entre homens e mulheres no Brasil. Outra possível explicação encontra-se na análise de normas e estruturas sociais. Na abordagem das capacitações, os elementos que compõem o conjunto capacitatório não apenas do indivíduo, mas da sociedade, envolveriam também a cultura, os hábitos e modos de se relacionar – que afetariam as escolhas. Robeyns (2003) pontua que as escolhas de meninos e meninas são afetadas pelas normas sociais de gênero, o que pode ser percebido através do menor interesse das meninas por carreiras tradicionalmente consideradas como masculinas [7]. Dessa forma, a concentração das mulheres em ocupações tradicionalmente consideradas como femininas pode ser entendida como resultado de escolhas pautadas

por influências e normas sociais de gênero, ocasionando desigualdades de oportunidades entre homens e mulheres.

Por meio da figura 5, é possível perceber que mesmo nos setores de atividades em que as mulheres são maioria, há desigualdade salarial. Em 2012, o salário dos homens era maior em 9 dos 10 setores analisados, enquanto em 2021 as mulheres tiveram menor média salarial em 8 dos 10 setores.

A despeito dos dados não evidenciarem, diretamente, a falta de autonomia das mulheres na escolha das carreiras e a privação de capacitações associada à maior carga de trabalhos domésticos e de cuidados, há evidências da existência de segregação ocupacional por gênero e de menor quantidade de horas trabalhadas pelas mulheres. Nesse sentido, dado que a segregação ocupacional por gênero e a quantidade de horas trabalhadas parecem afetar negativamente o salário médio das mulheres, é possível afirmar que sua falta de autonomia e a privação de capacitações parecem contribuir para a desigualdade salarial entre homens e mulheres no Brasil.

## Referências

1. BANCO MUNDIAL. Relatório sobre o desenvolvimento mundial de 2012: igualdade de gênero e desenvolvimento. Washington: Banco Mundial, 2011.
2. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua 2019: síntese de indicadores sociais. Rio de Janeiro: IBGE, 2019.
3. BIGLIAZZI, Giovana C.; KUWAHARA, Mônica Yukie; ABRAS, Ana Luisa G.; FAVA, Ana Claudia Polato. The inequality of opportunities in the labor market for arts and entertainment in Brazil. In FUSCO, Wilson; MYRRHA, Luana Junqueira Dia; JESUS, Jordana Cristina (orgs.). Migração, trabalho e gênero: textos selecionados. Belo Horizonte: ABEP, 2021, pp. 704-719. ISBN. 978-65-991483-2-3. Disponível em: <http://www.abep.org.br/publicacoes/index.php/ebook/issue/view/47>
4. COMIM, Flávio. Além da liberdade: anotações críticas do desenvolvimento como liberdade de Amartya Sen. Barcelona: [s.n.], 2021.
5. NUSSBAUM, Martha. Capabilities as fundamental entitlements: sen and social justice. *Feminist Economics*, v.9: 2-3, p.33-59, 2003. DOI: 10.1080/1354570022000077926 6.
6. NUSSBAUM, Martha. Women and human development - The capabilities approach. New York: Cambridge University Press, 2000.
7. ROBEYNS, Ingrid. Sen's capability approach and gender inequality: selecting relevant capabilities. *Feminist Economics*, v.9, ed. 2-3, p. 61-92, 2003. DOI: 10.1080/1354570022000078024.
8. KOGGEL, Christine. Globalization and women's paid work: expanding freedom? *Feminist Economics*, v. 9: 2-3, p.163-184, 2003. DOI: 10.1080/1354570022000077935.
9. GASPER, Des; STAVAREN, Irene van. Development as freedom v - v and as what else? *Feminist Economics*, v.9: 2-3, p.137-161, 2003. DOI: 10.1080/1354570032000078663.
10. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). PNAD Contínua - Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/17270-pnad-continua.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: 15 jun. 2022.
11. ESTEVEZ-ABE, Margarita. Gendering the varieties of capitalism. A study of occupational segregation by sex in advanced industrial societies. *World Politics*, v. 59, n. 1, p. 142-175, 2006. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/40060158>. Acesso em: 24 jun. 2022.

## Contato das autoras

Ana Beatriz Gonçalves Oliva  
[ana.oliva@aluno.ufabc.edu.br](mailto:ana.oliva@aluno.ufabc.edu.br)

Mônica Yukie Kuwahara  
[monica.kuwahara@ufabc.edu.br](mailto:monica.kuwahara@ufabc.edu.br)



# Estudo da Estatística Fractal do Aglomerado de Estrelas Jovens IC 2391

**Geovanna Elvira S. Yamanaki** –  
Bacharelado em Física/UFABC

**Annibal Hetem Junior** (Orientador) –  
Centro de Engenharia, Modelagem e  
Ciências Sociais Aplicadas –  
CECS/UFABC

## As primeiras observações de aglomerados

O ano era 1600 quando Galileu Galilei (1564 – 1642) se tornou a primeira pessoa a utilizar um telescópio para observar o céu noturno. Ele registrou a existência de aproximadamente 50 estrelas no aglomerado das plêiades, que até então era descrito por como um pequeno conjunto de seis ou sete estrelas. Em meados de 1650, inspirado por Galileu, o astrônomo Giovanni Hodierna (1597 – 1660) deu início ao uso de telescópios para localizar e catalogar aglomerados abertos. Em virtude destes e outros feitos, além do aprimoramento da tecnologia e de missões espaciais, estudos fundamentais sobre os aglomerados estelares e demais objetos astronômicos foram otimizados. Mas afinal, o que são os aglomerados estelares e por que estudá-los?

## Aglomerados Estelares

As estrelas nascem nas nuvens moleculares, imensas nuvens de gás e poeira presentes no meio interestelar, formadas por concentrações de hidrogênio molecular ( $H_2$ ) ou Hélio (He) e gentilmente apelidadas de berçários de estrelas. Durante o processo de formação das

estrelas, enquanto o gás de sua nuvem de origem está sendo dissipado, a gravidade mantém as estrelas unidas em grupos, dando origem aos aglomerados estelares.

Assim, é comum afirmar que um aglomerado estelar constitui uma unidade básica de formação de estrelas, podendo receber duas classificações: globular ou aberto. Os aglomerados abertos são grupos estelares pouco populosos e sem estrutura bem definida (ao contrário dos aglomerados globulares) chegando a apresentar, no máximo, algumas centenas de estrelas que se movem como um grupo. Estima-se, por exemplo, que 90% das estrelas nascidas em nuvens moleculares já fizeram parte de aglomerados abertos que ainda se encontram nos remanescentes de sua nuvem de origem. Diante disso, aglomerados abertos representam verdadeiros laboratórios para o estudo das estrelas e do universo, visto que detêm quantidades relevantes de amostras para análise.

O aglomerado IC 2391 (Omicron Velorum), objeto escolhido para este estudo, é um aglomerado aberto na constelação de Vela, localizado a cerca de 500 anos-luz da Terra. A principal motivação para escolha deste aglomerado é por ele ter passado, anteriormente, por

estudos semelhantes à análise realizada neste trabalho, possibilitando que os resultados aqui obtidos sejam comparados com os resultados da bibliografia.



Figura 1: Imagem com as principais componentes visíveis no aglomerado de estrelas jovens IC2391 – Fonte: WEBDA open cluster page – *Veja esta imagem em tamanho maior clicando aqui.*

## Estatística Fractal e o Parâmetro $Q$

Nas últimas décadas, estudos utilizando a estatística fractal associada ao tamanho e distribuição de massa no gás interestelar apontaram que o meio interestelar apresenta uma estrutura que se organiza de forma hierárquica e autossimilar em diferentes magnitudes de escala e massa, assim como os fractais. Com isso em mente, o parâmetro  $Q$  da estatística fractal foi desenvolvido em 2003 pelos autores Annabel Cartwright e Anthony Whitworth a fim de identificar e qualificar subestruturas na distribuição espacial de estrelas em aglomerados. Para entender um pouco melhor sobre este tópico, é necessário conhecer um pouco sobre os fractais.

Os fractais são objetos de geometria complexa que apresentam estruturas com padrões autossimilares em infinitas escalas, ou seja, à medida que “entramos” na figura, é possível observar uma repetição em sua estrutura. O termo foi introduzido pelo matemático Benoit Mandelbrot (1924 – 2010) por volta de 1975, em uma tentativa de

descrever as formas e padrões observados na natureza, se tornando a primeira pessoa a utilizar computadores para a construção de fractais, como o conjunto de Mandelbrot. Uma característica importante dos fractais está em sua dimensão fracionária, que diferente da definição de dimensão que conhecemos, representa o nível de ocupação do espaço pelo objeto, assumindo números não-inteiros.

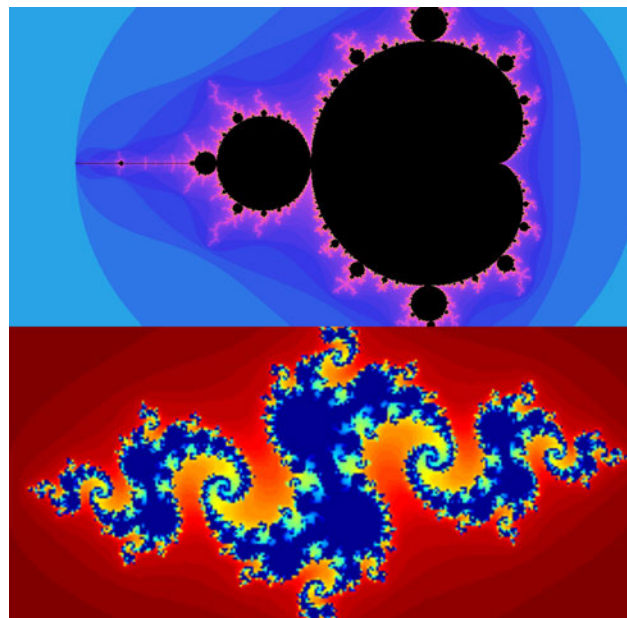


Figura 2: Exemplos de fractais bem conhecidos. Topo: Conjunto de Mandelbrot – Fonte: Blake Sanie; Base: conjunto de Júlia – Fonte: José Fabra. – *Veja esta imagem em tamanho maior clicando aqui.*

De acordo com Cartwright e Whitworth, aglomerados estudados com perfis de densidade radial (uma maneira de dizer que as estrelas do aglomerado estão distribuídas de maneira suave e homogênea) apresentaram  $Q > 0.8$  enquanto aqueles com  $Q < 0.8$  continham perfis fractais (organização fragmentada das estrelas no aglomerado). Além disso, aglomerados com  $Q=0.8$  aparentam possuir distribuições mais suaves, com dimensões fractais próximas de  $D=3$ , ou seja, mais próximas de dimensões inteiras.

O parâmetro  $Q$  é calculado através da obtenção da densidade superficial da distribuição das estrelas e a sua distribuição geométrica no espaço. Estes parâmetros são obtidos através da árvore geradora mínima, definida como a única rede de linhas retas capaz de conectar os pontos sem ciclos fechados, com a menor soma das arestas.

## Dados Utilizados

Para estudar as características estruturais, dinâmicas e de fotometria do nosso aglomerado utilizamos os dados disponibilizados no catálogo da missão espacial GAIA, da Agência Espacial da Europa (ESA), que teve início em 2016. A missão opera um telescópio espacial capaz de realizar medidas de posição, distância e velocidade para estrelas e, atualmente, é responsável pela construção do mapa estelar mais completo da Via Láctea. Além disso, foram utilizados modelos teóricos PARSEC de estrelas para as análises de massa e idade do aglomerado, disponibilizado por cientistas da universidade de Padova, na Itália.

Após escrever e submeter um código de busca no banco de dados, foram obtidos os parâmetros referentes a 216 estrelas no total, sendo este grupo formado por uma mistura de membros do aglomerado e estrelas de campo (termo utilizado para se referir às estrelas avulsas presentes no campo galáctico mas que não pertencem ao aglomerado). Na imagem a seguir estão descritos os parâmetros obtidos para cada uma das 216 fontes iniciais. Agora sim, em posse dos dados é possível iniciar os estudos desejados sobre nossas estrelas.

## Determinação de membros

Os dados obtidos inicialmente se encontram “contaminados” por estrelas de campo. Logo, a parte inicial do processo de análise dos aglomerados se concentra na determinação dos membros, tarefa nada trivial, pois é necessário um modelo matemático que descreva os dados de maneira analítica e que também permita distinguir entre os grupos de estrelas.

Para isso, foi proposto o processo de agrupamento utilizando como modelo matemático a função de densidade mista e bivariada e, assim como proposto por trabalhos presentes na bibliografia, optou-se pela utilização dos parâmetros dinâmicos de cada estrela, uma vez que estrelas de um mesmo aglomerado mantêm-se em movimento juntas. À direita, na figura 4 é possível observar a distribuição dos membros em função de suas coordenadas de movimento, nela é possível observar um grupo mais concentrado de pontos (que aparentam estar unidos em seu movimento) acompanhado de uma distribuição mais dispersa de estrelas.

Parâmetros	descrição	Unidade
$\alpha$ (ra), $\delta$ (dec)	Ascensão Reta e Declinação	deg(°)
$\mu$	Movimento Próprio	mas/ano
$\omega$	Paralaxe	mas
$G_{meanMag}$	Magnitude Gaia medida para as fontes (Fotometria)	mag
$G_{BP}$	Magnitude Gaia na banda do azul	mag
$G_{RP}$	Magnitude Gaia na banda do vermelho	mag

Figura 3: Parâmetros utilizados e obtidos através do catálogo do Gaia para 216 fontes iniciais. – Fonte: Elaboração Própria. *Veja esta imagem em tamanho maior clicando aqui.*



Um pequeno empecilho em todo o processo é partir de dados discretos (simples pontos em nossa distribuição) para então alcançar funções contínuas que descrevem bem a distribuição de acordo com o modelo proposto inicialmente. Para contornar esta situação, optou-se pelo uso da função de densidade de probabilidade por kernels, que foi utilizada como uma espécie de “preparação” para o modelo escolhido, ou seja, ela fornece uma “ponte” analítica para o modelo estatístico formal, para que seja possível partir dos dados discretos para o modelo contínuo proposto.

Ao final do processo de determinação dos membros, foi possível obter funções de probabilidade para cada estrela, de maneira que fosse possível determinar o grupo com a maior probabilidade de pertencer ao aglomerado.

## Algoritmos Genéticos

Para otimizar os processos de determinação de membros foram empregados os algoritmos genéticos, utilizando como forma de avaliação uma função de minimização (método de mínimos quadrados). Assim, utilizamos o algoritmo genético para encontrar os modelos estatísticos que melhor aproximam os pontos obtidos pelo modelo formal (através dos parâmetros de ajuste de nosso modelo), dos pontos obtidos para a função de densidade estimada por kernels (que mais se assemelha aos dados iniciais discretos).

Os algoritmos genéticos são uma família de modelos computacionais de otimização global inspirados nos processos biológicos de evolução. Os algoritmos funcionam através de estratégias de busca adaptativa e partem de um conjunto de parâmetros iniciais que se assemelha à estrutura cromossômica, aos quais são aplicados os operadores genéticos como a mutação e crossover com o objetivo de encontrar as melhores soluções para o problema.

Por fim, os valores de massa e idade para as estrelas do aglomerado foram estimados por meio da construção do diagrama de cor e magnitude (DCM) com o uso dos dados de magnitude no catálogo do Gaia e modelos teóricos PARSEC para estrelas.

## Resultados e Conclusão

Ao fim do processo de determinação de membros, foram determinados 172 membros (com probabilidade de pertinência ao aglomerado superior a 0.5) e 44 estrelas de campo. Os membros selecionados após análise podem ser observados à direita, na figura 4. Através da árvore geradora mínima foi possível obter o parâmetro fractal de  $Q = 0.87$ , valor semelhante ao obtido por Hetem & Gregorio (2019) de  $Q = 0.88$ , indicando que IC 2391 se trata de um aglomerado com distribuição suave e não fractal.

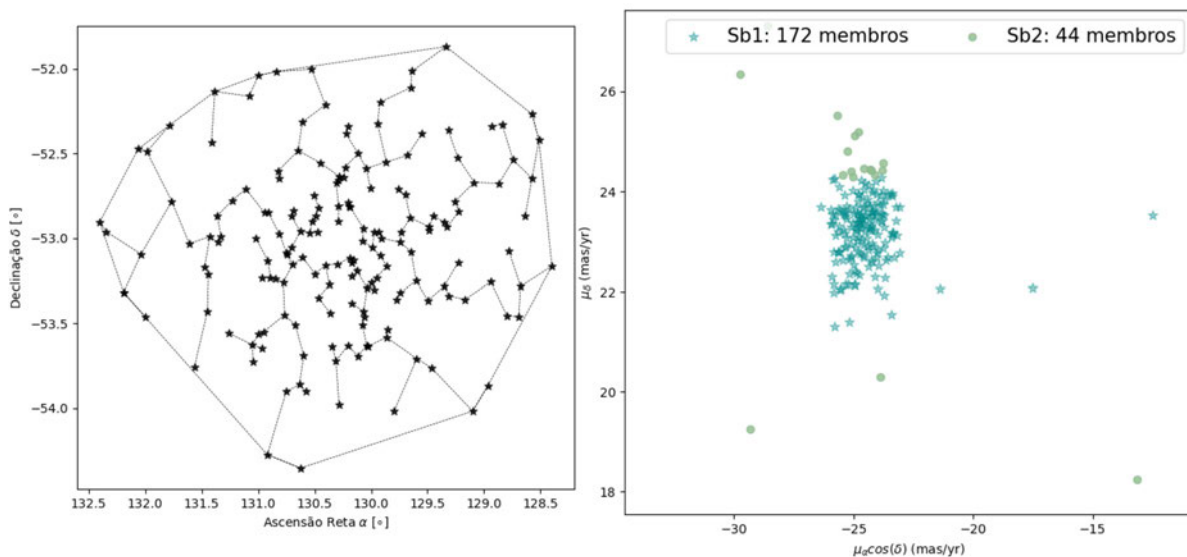


Figura 4: Esquerda: Árvore Geradora Mínima dos membros do aglomerado, construída para obtenção do parâmetro  $Q$ . Direita: Distribuição dos dados após análise e distinção de membros. Após o processo foram determinados 172 membros e 44 estrelas foram descartadas. – Fonte: Elaboração Própria. – *Veja esta imagem em tamanho maior clicando aqui.*

Na figura a seguir é possível observar os valores obtidos para o aglomerado IC 2391 por afinidade no movimento próprio em diferentes trabalhos, além do diagrama de cor e magnitude construído para os membros e suas idades e massas.

Nossos resultados estão de acordo com estudos que apontam que IC 2391 se

encontra em uma região de distribuição suave e dimensão não fractal. Uma perspectiva de continuidade para este trabalho consiste no estudo mais aprofundado dos parâmetros estruturais e dinâmicos, i.e., a fim de investigar o passado deste aglomerado e sua influência no desenvolvimento de seus membros.

### Parâmetros Obtidos Para IC 2391

	$N_m$	$\alpha$ [°]	$\delta$ [°]	$\mu_\alpha \cos(\delta)$ [mas/ano]	$\mu_\delta$ [mas/ano]
H & G (2019)	114	$130.205 \pm 0.652$	$-53.046 \pm 0.459$	$-24.55 \pm 0.20$	$23.34 \pm 0.19$
*	172	$130.264 \pm 0.846$	$-53.026 \pm 0.482$	$-24.49 \pm 1.30$	$23.20 \pm 0.61$

$$I_T = 0.78 \times 10^8 \text{ (anos)}$$

$$M_{\star T} = 91.84 \pm 0.58 M_\odot.$$

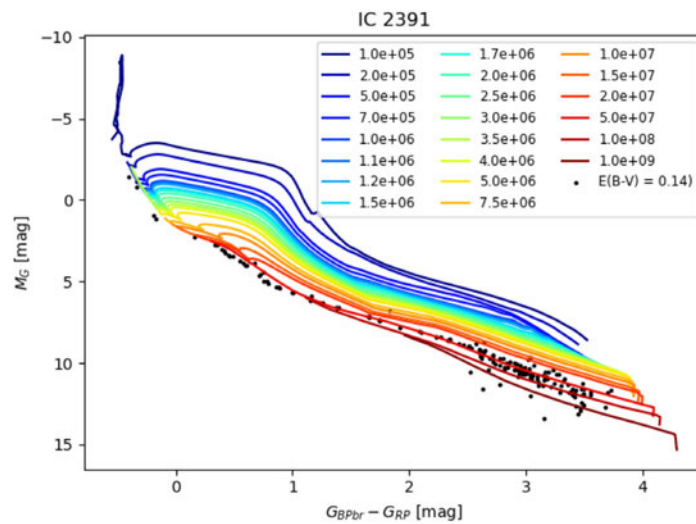


Figura 5: Topo: Parâmetros obtidos neste estudo em comparação aos mesmos parâmetros, obtidos em Hetem & Gregorio (2019).

Meio: Massa (em massas solares) e idade total estimadas para o aglomerado.

Base: Diagrama de cor e magnitude para 159 membros do aglomerado. As linhas coloridas correspondem a isócronas, representando linhas de mesma idade para estrelas. Fonte: Elaboração Própria.

*Veja esta imagem em tamanho maior clicando aqui.*

## Referências

Bressan, A. Marigo, P. Girardi, L. Salasnich, B. Dal Cero, C. Rubele, S. and Nanni. A. PARSEC: stellar tracks and isochrones with the PAdova and TRieste Stellar Evolution Code., 427(1):127–145, Nov. 2012.

Cartwright, A. and Whitworth, A. P. The statistical analysis of star clusters. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 2004.

Fabra, José. Definiciones y Teoremas básicos sobre el Conjunto de Julia (Lleno) de funciones polinómicas de segundo grado. Acesso em 2023. Disponível em: <https://www.matesfacil.com/fractales/Julia/lleno/conjunto-de-Julia-lleno-imagenes-funcion-definicion-teorema-disco-fractal-iteraciones-ejemplos.html>

Hetem, A. and Gregorio Hetem, J. Fractal statistics in young star clusters: structural parameters and dynamical evolution. pages 2521–2541, 2019.

M. Riello et al. Gaia Early Data Release 3 Photometric content and validation, 2021.

Mermilliod, Jean-Claude et al. Laboratory of Astrophysics of the EPFL (Switzerland) & Department of Theoretical Physics and Astrophysics of the Masaryk University, Brno (Czech Republic). WEBDA Open Cluster Page, 2013. Disponível em: <https://webda.physics.muni.cz/>

Sanie, Blake. Visualizing the Mandelbrot Set Using Python, 2020. Disponível em:

<https://medium.com/swlh/visualizing-the-mandelbrot-set-using-python-50-lines-f6aa5a05cf0f>



# Impactos da covid-19 sobre a saúde mental da comunidade acadêmica da UFABC como efeito da pandemia de covid-19

**Erick Augusto Silva Pereira** – Bacharelado em Ciência e Tecnologia – BC&T/UFABC

**Fúlvio Rieli Mendes** (Orientador) – Centro de Ciências Naturais e Humanas – CCNH/UFABC

**Rodrigo Pavão** (Orientador) – Centro de Matemática Computação e Cognição – CMCC/UFABC

A pandemia de covid-19 provocou um enorme impacto econômico e social no mundo todo, afetando a rotina de trabalho e a vida social das pessoas. Estados, cidades e diferentes instituições adotaram distintas medidas de isolamento e restrição social, de modo que o risco de exposição ao vírus, e também os impactos das medidas restritivas, não foram iguais para todos os indivíduos. Pesquisas publicadas ainda durante a pandemia mostraram que houve um aumento da percepção de sentimentos de ansiedade, estresse e depressão entre brasileiros submetidos ao regime de quarentena, bem como alterações na frequência de uso de drogas [1, 2]. Outro estudo indicou um aumento do consumo de substâncias psicoativas entre indivíduos em processo de recuperação da dependência [3].

Para estimar o efeito da pandemia e dos protocolos de quarentena sobre a saúde mental da comunidade acadêmica da UFABC, foi aplicado um questionário *online* ao longo do primeiro semestre de 2022. O público-alvo eram alunos, professores e técnicos administrativos (TAs) que possuíam vínculo com a UFABC nos anos de 2020 e/ou 2021. Os voluntários do estudo foram contatados por meio de listas de e-mails e

outros canais de comunicação digital ligados à UFABC. O questionário foi composto por perguntas sobre a condição socioeconômica da amostra, seguidas de uma segunda parte com a intenção de avaliar a influência da pandemia sobre a saúde mental, sobre o consumo de medicamentos psicoativos e de substâncias psicotrópicas pela comunidade da UFABC. Para estimar melhor o efeito da pandemia sobre a condição prévia dos participantes, o questionário era composto por questões autoavaliativas sobre a saúde geral, a existência de condições psiquiátricas e o consumo de substâncias antes da pandemia, além de uma avaliação das condições que teriam surgido ou sido modificadas durante a pandemia.

A coleta de dados foi feita de forma anônima pelo *Google Forms*, com respostas de caráter opcional. A amostra total contou com 754 participantes, principalmente discentes de graduação (380), seguidos de discentes de pós-graduação (134), TAs (131) e docentes (109). A maioria dos participantes aderiu ao isolamento social, ao se levar em consideração a proporcionalidade de respondentes de cada categoria acadêmica (tabela 1).

<b>Categoria acadêmica</b>	Não fez quarentena	Menos de 1 mês	Entre 1 e 3 meses	Entre 3 e 6 meses	Mais de 6 meses
Discente de graduação	13	18	29	64	256
Discente de pós-graduação	6	3	16	23	86
Docente	7	2	12	6	82
Técnico(a) administrativo(a)	5	9	12	11	94

Tabela 1: Tempo aproximado de isolamento do participante durante os anos de 2020 e 2021. – Fonte autoral  
*Veja esta imagem em tamanho maior clicando aqui.*

O questionário avaliou o impacto da pandemia sobre a condição financeira, saúde mental e saúde física dos membros da comunidade acadêmica, em uma escala subjetiva que ia de 0 (nada) a 10 (muito). Observou-se que a pandemia provocou impactos, principalmente, na saúde mental e física dos participantes, e em menor escala na condição financeira, medidos pela média de autoavaliação (figura 1). Além disso, notou-se que os discentes de graduação, pós-graduação e TAs aparentam ter sentido mais os impactos da pandemia do que os docentes.

A pesquisa também comparou a autoavaliação dos participantes sobre suas condições psiquiátricas no período que antecedeu a pandemia e durante a pandemia (2020-2021), para verificar se houve aumento, estabilidade ou diminuição dessas condições. No âmbito geral, a coleta de dados apontou que houve um aumento de problemas psicológicos devido à pandemia (Figura 2). Ansiedade, depressão e estresse são alguns dos problemas apontados pela comunidade acadêmica cuja intensidade foi aumentada durante a pandemia, em comparação com o momento

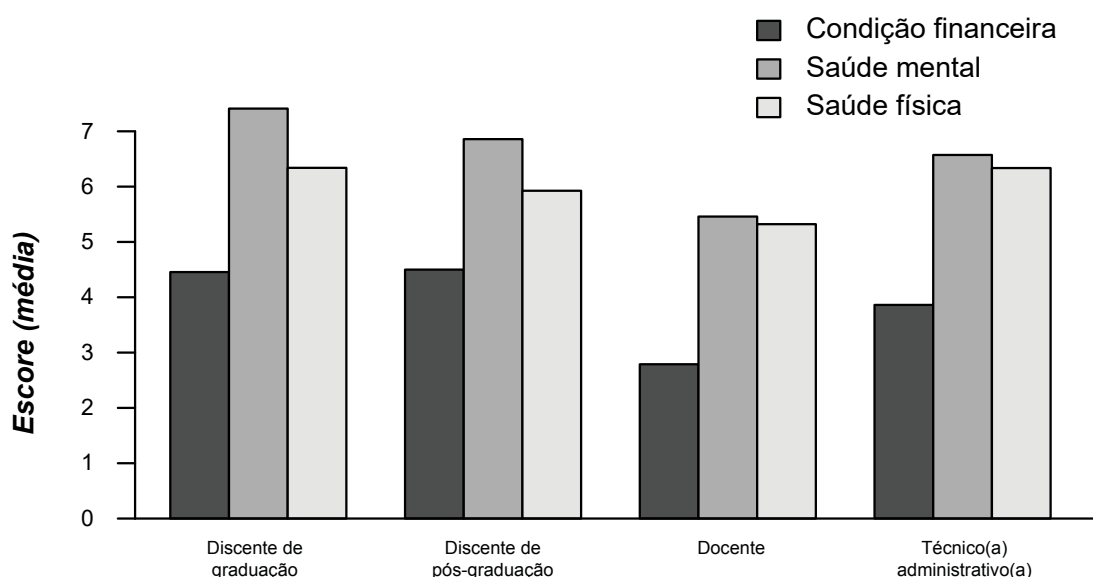


Figura 1: Impacto da pandemia sobre a condição financeira, saúde mental e saúde física dos participantes. Os valores representam a média para cada categoria em uma escala autoavaliativa de 0 a 10. – Fonte autoral  
*Veja esta imagem em tamanho maior clicando aqui.*

antes da pandemia. Esses aumentos, possivelmente, deram-se não somente pelo medo e apreensão quanto à infecção viral (do participante ou de pessoas próximas), como também é provável que sejam decorrentes da brusca alteração da rotina. Podem ser citados o isolamento social, alterações e desafios no modelo de estudo e trabalho – do presencial para o *home office* –, incertezas quanto ao futuro, entre outros aspectos, conforme discutido por outros autores [1, 2, 3, 4].

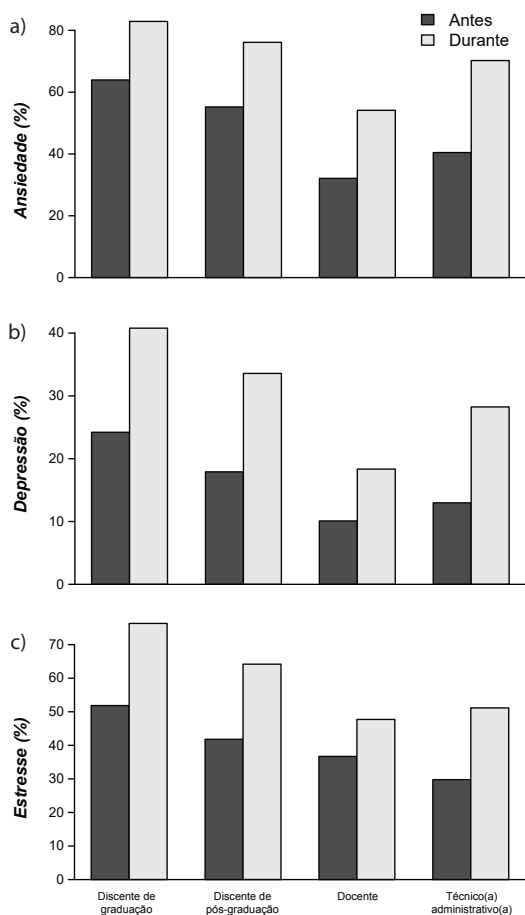


Figura 2: Porcentagem de participantes de cada categoria que apresentava ansiedade (a), depressão (b) e estresse (c) antes e durante a pandemia, segundo autoavaliação. – Fonte autoral [Veja esta imagem em tamanho maior clicando aqui.](#)

Sabe-se que fatores psicológicos, como a pressão e o estresse do ambiente universitário, contribuem para a ocorrência de transtornos psiquiátricos como depressão e ansiedade, e também para o uso de substâncias psicotrópicas [4, 5, 6, 7]. Para a avaliação do uso de drogas e medicamentos pela comunidade da UFABC, o formulário fazia, inicialmente, uma apresentação de tipos de drogas psicotrópicas recreativas ou medicamentosas. A primeira pergunta buscava entender se o indivíduo consumiu, em pequena ou grande quantidade, quaisquer das substâncias mencionadas no período antes ou durante a pandemia. Caso “sim”, o voluntário seguia na pesquisa para a coleta de dados sobre seu uso, avaliando quais substâncias consumia antes e durante a pandemia, a intensidade do uso de substâncias específicas e por qual motivo a pessoa passou a utilizá-las, caso tenha começado o uso pós-pandemia. O consumo de algumas classes de medicamentos – como antidepressivos, ansiolíticos e hipnóticos – aumentou durante a pandemia na comunidade da UFABC. Os dados específicos sobre o consumo de cada medicamento, drogas psicotrópicas de uso ilícito e razões para o uso ainda estão em análise, e deverão ser publicados em revista científica especializada após o devido tratamento estatístico. O consumo excessivo de álcool e cigarro, ou outros produtos contendo tabaco, estão representados na figura 3.

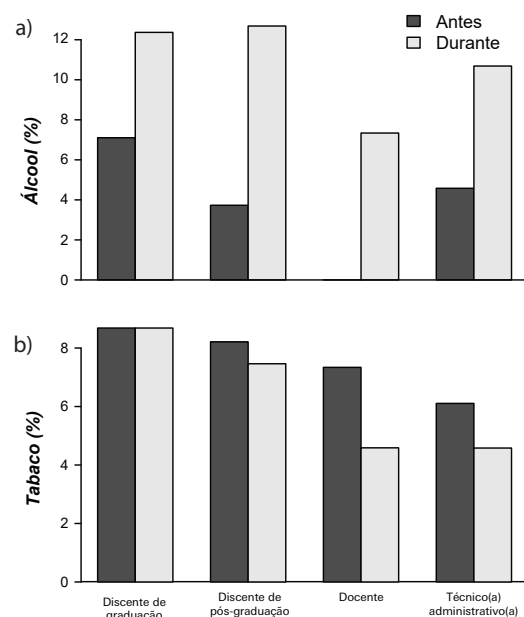


Figura 3: Porcentagem de participantes de cada categoria que relatou ter consumido álcool em excesso (a) ou produtos derivados do tabaco (b) antes e durante a pandemia. – Fonte autoral [Veja esta imagem em tamanho maior clicando aqui.](#)

Dado o período de isolamento adotado pela comunidade acadêmica, inicialmente hipotetizou-se que o uso de substâncias recreativas como o álcool e o fumo (cigarro, tabaco, narguilé etc.) – que eram consumidas em situações de confraternização – pudesse ter tido uma diminuição, já que algumas dessas substâncias têm a tendência de ser consumidas, principalmente, em momentos de socialização. Por outro lado, sabe-se que, em situações de estresse, o consumo de álcool e cigarro muitas vezes é aumentado [4]. De fato, observou-se um aumento considerável do consumo abusivo de álcool em todas as categorias acadêmicas, se comparado ao consumo antes da pandemia. No caso dos produtos à base de tabaco, curiosamente, observou-se uma manutenção ou leve diminuição do consumo de tais substâncias entre os participantes. Essa diminuição pode ter sido devida ao isolamento social, ou talvez às recomendações dos agentes de saúde quanto aos cuidados frente à covid-19, uma vez que a doença afeta, sobretudo, as vias respiratórias.

Em resumo, este estudo demonstrou que a pandemia de covid-19 teve impactos sobre a saúde mental e o consumo de substâncias pela comunidade acadêmica da UFABC, tal como observado em outras pesquisas. Este estudo, porém, não permite avaliar os impactos em longo prazo, sendo recomendado um monitoramento das condições sociais e de saúde da comunidade no período pós-pandemia.

## Referências

- [1] Filgueiras, A., Stults-Kolehmainen M. Risk factors for potential mental illness among Brazilians in quarantine due to COVID-19. *Psychological Reports*, 2022; 125(2): 723-741. doi: 10.1177/0033294120976628
- [2] Adinolfi, A.C., Bezerra, A.G., Curado, D.F., Sousa, A.A.L., Galduróz, J.C.F. Drug use frequency variation and mental health during the COVID-19 pandemic: an online survey. *International Journal of Mental Health and Addiction* 2022; 20: 2755–2769. doi: 10.1007/s11469-021-00546-7
- [3] Bonny-Noach, H., Gold, D. Addictive behaviors and craving during the COVID-19 pandemic of people who have recovered from substance use disorder. *Journal of Addictive Diseases*, 2021; 39(2): 257-264. doi: 10.1080/10550887.2020.1856298
- [4] Bonsaksen, T., Ekeberg, Ø., Schou-Bredal, I., Skogstad, L., Heir, T., Grimholt, T.K. Use of alcohol and addictive drugs during the COVID-19 outbreak in Norway: associations with mental health and pandemic-related problems. *Frontiers in Public Health*, 2021; 9: 667729. doi: 10.3389/fpubh.2021.667729
- [5] Ramón-Arbués, E., Gea-Caballero, V., Granada-López, J.M., Juárez-Vela, R., Pellicer-García, B., Antón-Solanas, I. The prevalence of depression, anxiety and stress and their associated factors in college students. *International Journal Environment Research and Public Health*, 2020; 17(19): 7001. doi: 10.3390/ijerph17197001
- [6] Vázquez, F.L., Blanco, V. Prevalence of DSM-IV major depression among Spanish university students. *Journal of American College Health*, 2008; 57(2): 165-172. doi: 10.3200/JACH.57.2.165-172
- [7] Bouteyre, E., Maurel, M., Bernaud J.L. Daily hassles and depressive symptoms among first year psychology students in France: the role of coping and social support. *Stress and Health*, 2007; 23: 93-99. doi: 10.1002/smi.1125



# Interferofotoscópio: redescobrimo a percepção do espaço tridimensional por meio da fotografia experimental

**Kaue Nogueira de Carvalho Mariano** –  
Licenciatura em Física/UFABC

**Paula Priscila Braga** (Orientadora) – Centro  
de Ciências Naturais e Humanas –  
CCNH/UFABC



Imagem 1: Fotografia tirada por interferofotoscopia, em São Paulo. Autoria de Kaue Nogueira.  
*Veja esta imagem em tamanho maior clicando aqui.*

**Apesar da produção e do consumo constantes de imagens parecerem inofensivos, eles condicionam nossas maneiras de perceber, viver e estar no mundo**

Tente, por um momento, imaginar-se tendo consciência das coisas que estão agora à sua esquerda, à frente e à direita, simultaneamente, num único lapso de percepção. Imagine-se agora, com essa percepção, andando por grandes avenidas ou mesmo por uma floresta densa. Uma tecnologia desenvolvida pelo graduando em física Kaue Nogueira permite-nos ter um vislumbre dessa experiência (Imagem 1).

Acoplado a uma câmera fotográfica, o dispositivo – batizado originalmente de “Interferofotoscópio” – consegue “reimaginar” as formas de representação do espaço em que o usuário do dispositivo se encontra, ampliando as maneiras de sentir e perceber o espaço físico, assim como de registrar os vídeos e as imagens geradas por ele.

Em um de seus primeiros resultados utilizando a tecnologia, Kaue revelou que teve duas experiências significativas. Primeiro, um profundo estranhamento sobre o espaço em que se encontrava: “Procurei fotografar objetos, como as plantas, mas elas ou mal apareciam, ou apareciam coisas que eu não imaginava que apareceriam, ou apareciam coisas que eu não queria que aparecessem. Percebi que, para sair do mero caos, precisava passar a ver o mundo como a câmera via. [E assim] percebi um mundo tridimensional, não como uma sucessão de imagens bidimensionais, mas como uma outra coisa, muito nova e potente”. Logo depois, Kaue destacou: “A todo momento eu observava, mas era observado. Eu estava descentralizado”.

## Como as imagens condicionam nossa visão de mundo

A motivação para desenvolver esse dispositivo partiu, principalmente, dos

estudos que o filósofo tcheco-brasileiro Vilém Flusser (1920-1991) realizou sobre a relação entre a fotografia, os seres humanos e a sociedade. Para Flusser, as fotografias (e outras imagens) moldam a maneira como os seres humanos percebem e agem no mundo, pois criam “mundos paralelos” ao mundo real e acabam sendo confundidas com esses [1].

Antigamente, da pré-história até cerca de 1830, não existiam fotografias, mas existiam imagens feitas à mão, como a pintura. Elas serviam, inicialmente, como “guias” para ajudar os seres humanos a viverem no mundo (Imagem 2). Entretanto, segundo Flusser, eventualmente os humanos começaram a confundir as imagens – que eram apenas guias – com o próprio mundo. Ou seja, passaram a entender o mundo como se fosse um conjunto de imagens e tentavam encaixar o mundo nele. As imagens de divindades, por exemplo, davam explicações mágicas sobre o funcionamento do mundo e guiaram os princípios morais de várias sociedades antigas.



Imagem 2: Pintura rupestre em Lascaux, França. Fonte: Traumrune / Wikimedia Commons / CC BY-SA 3.0.  
Disponível em: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lascaux-IV\\_11.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lascaux-IV_11.jpg)  
*Veja esta imagem em tamanho maior clicando aqui.*



Curiosamente, até hoje isso acontece. Continuamos agindo em função das imagens, nos diz Flusser, mas, agora, as imagens são produzidas e consumidas em larga escala a todo momento. Por exemplo: o presidente de um país (e seus apoiadores) pode propagar certas imagens de si mesmo, gerando um “mundo paralelo” muito diferente do real, podendo confundir os cidadãos. O mesmo vale para os usuários de uma rede social: as imagens de um perfil no Instagram sobrepõem-se à realidade da pessoa que é representada, criando mundos paralelos muitas vezes perigosos. Assim, apesar de parecermos livres, estamos a todo o tempo sendo condicionados por essas imagens.

## Buscando liberdade pela fotografia experimental

As câmeras fotográficas existem no mercado desde 1840, mas seu princípio de funcionamento é muito mais antigo. A precursora da câmera fotográfica é a câmera obscura [2]. A câmera obscura é uma caixa fechada com um único orifício em uma de suas paredes (Imagem 3). Os raios de luz provenientes de algum objeto externo passam pelo orifício e acertam o fundo da caixa, gerando uma imagem inversa do objeto. Além de usos astronômicos, ela também servia como instrumento de pintura para muitos artistas. É por isso que muitos quadros pintados a partir da Renascença parecem fotografias. A principal diferença entre a câmera obscura e a câmera fotográfica é que a segunda consegue gravar automaticamente a imagem captada, seja em um papel fotográfico, seja na memória da câmera.

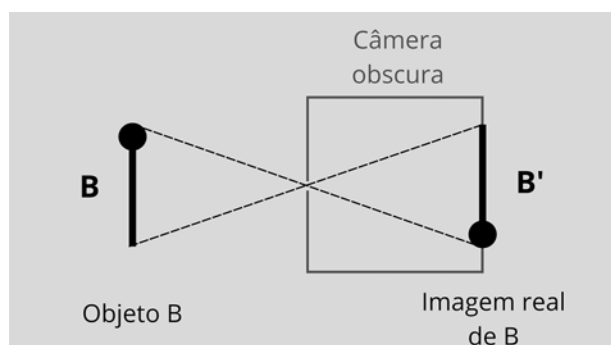


Imagem 3: Esquema de funcionamento da câmera obscura. Autoria de Kaue Nogueira. *Veja esta imagem em tamanho maior clicando aqui.*

Vale destacar que, independente da câmera, a forma como a luz entra pelo orifício é sempre muito similar. Isso faz com que, geometricamente, o espaço tridimensional seja representado, praticamente, sempre da mesma maneira. Numa fotografia, os raios de luz convergem todos para um ponto único (Imagem 4), deixando o observador da imagem numa posição central e principal. Essa ideia está presente em cada fotografia tirada e consumida e, como as imagens são confundidas com o mundo, faz-nos ter uma percepção individualista de que somos o centro do mundo [3].



Imagem 4: Raios convergindo para um ponto de vista único numa imagem fotográfica. – Fonte: Thomas Bresson/Wikimedia Commons / CC BY 3.0, com modificações. Disponível em: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:2013-12-21\\_19-13-03\\_lumieres-noel-montbeliard.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:2013-12-21_19-13-03_lumieres-noel-montbeliard.jpg) *Veja esta imagem em tamanho maior clicando aqui.*

O interferofotoscópio muda esse funcionamento milenar e, portanto, a forma de representação espacial. A partir de um jogo de espelhos especiais e de certo conhecimento em física teórica, como a óptica geométrica, Kaue fez, no laboratório, com que a câmera fotográfica não capturasse apenas a luz do objeto que estava à sua frente, mas também a luz de objetos que se encontravam nos dois lados da câmera. Isso fez a câmera capturar e sobrepor, simultaneamente, três imagens do ambiente. Após a realização de testes no laboratório, um protótipo portátil foi desenvolvido para uso fora do ambiente laboratorial, o que deu origem ao relato citado no começo

deste artigo – que, por sua vez, mostra uma possível nova percepção do espaço e uma descentralização do usuário na relação com o mundo (Imagem 5).



Imagem 5: Fotografia tirada por interferofotoscopia, na UFABC. Autoria de Kaue Nogueira. *Veja esta imagem em tamanho maior clicando aqui.*

## Referências

- [1] Flusser V (1998) Filosofia da caixa preta. Relógio d'Água, Lisboa.
- [2] Torre Tavira (2015) Short story about the Camera Obscura. Disponível em: [https://www.torretavira.com/wp-content/uploads/2015/08/cameras\\_obscuras-tor-re-tavira.pdf](https://www.torretavira.com/wp-content/uploads/2015/08/cameras_obscuras-tor-re-tavira.pdf) – Acesso em 28 de Março de 2023.
- [3] Francastel P (1990) Pintura e sociedade. Martins Fontes, São Paulo.

## Ainda não é o fim

Ao representar o mundo sempre a partir de um mesmo princípio científico-filosófico, nossas experiências de mundo – e, portanto, nossas ações no mundo – ficam muito limitadas, e são condicionadas a partir desse universo inteiro de imagens que produzimos e consumimos, praticamente, todos os dias.

Concluimos que, por um lado, a tecnologia condiciona-nos a ter determinadas percepções e comportamentos no mundo e, por outro, fomos nós humanos que as desenvolvemos e criamos – sendo elas, assim, suscetíveis a mudanças. Nesse sentido, não precisamos ficar presos a esse modo de pensamento obsoleto das atuais câmeras fotográficas. Foi essa percepção filosófica sobre a tecnologia e a liberdade que, essencialmente, levou à criação do interferofotoscópio. Kaue buscou uma das vias de se libertar desse jogo ao desafiar esse pensamento presente em toda fotografia, e trouxe-a à sociedade por meio de sua criação. Podemos, porém, ainda nos perguntar: de que outros modos poderíamos jogar contra a câmera fotográfica e suas imagens?

## Contato dos autores

Kaue Nogueira de Carvalho Mariano (UFABC)  
[kaue.nogueira@aluno.ufabc.edu.br](mailto:kaue.nogueira@aluno.ufabc.edu.br)

Paula Priscila Braga (UFABC)  
[p.braga@ufabc.edu.br](mailto:p.braga@ufabc.edu.br)



# Intervenção psicológica de apoio com música durante a quimioterapia

**Luciana Supino Geraldo** –  
Psicologia/USCS

**Natalia Marques Mendonça de Oliveira** – Psicologia/USCS

**Nirã dos Santos Valentim**  
(Orientadora) – Psicologia/USCS

De acordo com o Instituto Nacional de Câncer (INCA, 2011), fatores internos e externos podem fazer com que o câncer desenvolva-se num indivíduo. As mutações e o surgimento de neoplasia são chamados de oncogênese e carcinogênese. Essas alterações podem ser provocadas por causas multifatoriais, como fatores ambientais (raios UVA/UVB, radiações diversas, vírus como EBV, hepatite B e HPV), fatores hormonais, tabagismo, obesidade e alcoolismo, a depender do tipo de câncer, e também podem ser hereditárias.

Quanto mais precoce for o diagnóstico, mais eficaz mostra-se o tratamento, por evitar que o câncer dissemine-se com riscos de metástases e de maior possibilidade de remissão. A descoberta clínica precoce pode ocorrer por meio de exames físicos completos, estudos radiológicos, cintilografia, ressonância, história clínica e familiar detalhada, pesquisa de sangue e outros exames específicos (INCA, 2021).

O paciente oncológico encontra-se num momento vulnerável, apresentando fragilidades de ordem física e psicológica. Tendo em vista todos os estigmas que cercam o diagnóstico, o processo de tratamento e suas consequências passam a

ser desgastantes para o paciente. O medo da morte é presente, além do medo de depender de outras pessoas e de não poder mais alcançar metas pessoais, traçadas anteriormente ao diagnóstico (Oliveira & Andrade, 2019).

Os tratamentos oncológicos mais utilizados são a quimioterapia, radioterapia, cirurgia e, nos casos de câncer de mama e de próstata, a hormonioterapia, que tem aumentado a sobrevida dos pacientes. A decisão sobre qual tratamento realizar baseia-se no estadiamento e na histologia do câncer, obtidos por meio de exames que ajudam a avaliar a eficiência do tratamento escolhido. É de grande importância coletar dados que sinalizem alterações nas atividades diárias, para que possa ser avaliada a qualidade de vida que se tem no momento da entrevista, além de estudar o melhor tratamento a ser realizado e o prognóstico esperado (Rodrigues & Oliveira, 2016).

O diagnóstico e, especialmente, o tratamento quimioterápico, são cercados de estigmas associados ao medo dos efeitos colaterais e à situação traumática própria do adoecimento por câncer, além do medo da morte – o que pode tornar o tratamento ainda mais difícil.

Assim, essa pesquisa teve, como hipótese, compreender se a associação da intervenção de apoio com música poderia ser terapêutica, de modo a promover bem estar aos pacientes, quando utilizada durante o tratamento quimioterápico de pacientes com câncer.

Nesse contexto, o estudo teve como objetivo identificar possíveis efeitos físicos e psicológicos da intervenção de apoio com música para o paciente oncológico durante a quimioterapia. Participaram da pesquisa 30

pacientes: 63,3% (n=19) com idade acima de 60 anos; 63,3% (n=19) do gênero feminino; e 36,6% (n=11) do gênero masculino. Dentre esses, 42,1% (n=8) das participantes do gênero feminino estavam com câncer de mama e 72,7% (n=8) dos participantes do gênero masculino estavam com câncer de cólon e reto. Quanto ao tempo de quimioterapia, 66,7% (n=20) dos pacientes estavam em tratamento há um período entre um e seis meses.

### Caracterização da amostra geral

VARIÁVEIS		
Idade	Participantes (n)	%
40-49	2	6,7%
50-59	9	30,0%
60-69	11	36,6%
70-79	8	26,7%
Escolaridade	Participantes (n)	%
Ensino superior completo	6	20,0%
Ensino superior incompleto	4	13,3%
Ensino médio completo	11	36,7%
Ensino médio incompleto	1	3,3%
Ensino fundamental II completo	1	3,3%
Ensino fundamental II incompleto	1	3,3%
Ensino fundamental I completo	5	16,7%
Não estudou	1	3,3%
Estado civil	Participantes (n)	%
Solteiro	4	13,3%
Casado	15	50,0%
Divorciado	6	20,0%
Viúvo	5	16,7%

Fonte: Dados obtidos através das respostas pelos participantes da pesquisa  
*Veja esta imagem em tamanho maior clicando aqui.*

## Tipos de câncer e Tempo de quimioterapia

VARIÁVEIS		
Tipo de câncer	Participantes (n)	%
CA Cólon / Reto	13	43,3%
CA Mama	8	26,7%
CA Pulmão	3	10,0%
CA Útero / Ovário	3	10,0%
CA Bexiga	1	3,3%
CA Garganta	1	3,3%
CA Estômago / Esófago	1	3,3%
Tempo de quimioterapia	Participantes (n)	%
1– 6 meses	20	66,7%
7–12 meses	4	13,3%
Acima de 12 meses	6	20,0%

Fonte: Dados obtidos através das respostas pelos participantes da pesquisa  
*Veja esta imagem em tamanho maior clicando aqui.*

Os procedimentos de pesquisa consistiram na avaliação dos sinais vitais de frequência cardíaca, frequência respiratória, pressão arterial média e saturação sanguínea em dois dias diferentes, da seguinte forma: num primeiro dia, chamado “controle”, aferimos os sinais vitais antes do início da quimioterapia (pré) e, novamente, depois de 1 hora e 30 minutos de administração da quimioterapia (pós). Num segundo dia, chamado “intervenção”, aferimos os sinais vitais antes do início da quimioterapia (pré), iniciamos as músicas e realizamos a intervenção psicológica de apoio, aferindo os sinais novamente após esse procedimento (pós).

A verificação dos sinais vitais permitiu notar que, embora não tenham ocorrido resultados significativamente importantes na aferição quando comparados os dados obtidos no pré e pós no dia do grupo controle, no dia do grupo intervenção ocorreu uma diminuição estatisticamente significativa nos sinais vitais de frequência cardíaca dos participantes, comparados os resultados pré e pós-intervenção. Isso permite afirmar

que a intervenção de apoio com música demonstrou efeitos, ao promover queda de frequência cardíaca na amostragem geral dos 30 participantes da pesquisa. Os resultados de diminuição nos dados de pré e pós-intervenção ocorreram nos participantes que tinham entre um e seis meses e acima de 12 meses de tratamento quimioterápico, com idades entre 50 e 59 anos, além de aumento nos níveis de saturação também na faixa etária entre 70 e 79 anos. Esses resultados mostram os efeitos psicoterapêuticos da intervenção psicológica com música, promovendo bem estar nos participantes.

Ocorreu, também, uma alteração significativa na frequência cardíaca dos homens na faixa etária entre 50 e 59 anos, bem como um aumento dos níveis de saturação sanguínea nos homens entre 70 e 79 anos de idade, o que demonstrou o potencial terapêutico da intervenção de apoio com música, promovendo alterações positivas nesses aspectos fisiológicos em homens que estavam em quimioterapia há um período entre um e seis meses.

É possível afirmar que a intervenção psicológica de apoio com música proporcionou aos pacientes uma diminuição de tensão suficiente para reduzir a ansiedade e o estresse durante a intervenção, o que validou, em parte, a hipótese levantada para este estudo – embora fosse esperado que os outros sinais vitais também fossem influenciados positivamente, o que não ocorreu na análise quantitativa geral. Hatem, Lira, & Mattos (2006) afirmam que a reprodução de música em ambientes pós-cirúrgicos apresenta efeitos positivos sobre sinais vitais como frequência cardíaca e saturação periférica de oxigênio, justamente como ocorreu em nosso estudo. O efeito, no referido estudo, foi a associação da música com a liberação de endorfina, atuando na diminuição da dor e, por fim, promovendo alterações positivas sobre tais sinais vitais.

Pode-se compreender que a intervenção psicológica de apoio pode ter contribuído para esses resultados e, embora não se tenha pesquisas que utilizaram os sinais vitais como dados de análise, os benefícios do atendimento psicológico podem ser verificados – o que está de acordo com Carvalho (2002), Carvalho *et al* (2008), Fonseca & Castro (2016) e Valentim (2015, 2022).

O uso da música mostrou-se importante durante o processo da intervenção psicológica, sendo que foi bem recebido pelos pacientes e pela equipe de saúde, mostrando-se um recurso importante para o tratamento quimioterápico. Assim, podemos afirmar que a música pode ajudar na constituição ou no resgate de histórias dos participantes, sendo que o uso de músicas letradas mostrou-se um bom recurso para evocar as memórias dos participantes. Podemos pensar na música como um mecanismo que facilita nossa linguagem e, por consequência, a manifestação de nossos pensamentos, uma vez que possibilitou que os sujeitos contassem suas histórias através da música, seja pela letra ou pela lembrança que a composição evocou. Essa musicalidade funcionou como evocadora de narrativas, de casos e de

compartilhamentos, o que contribuiu para um melhor efeito terapêutico, na medida em que permitiu um maior contato e aproximação com seus sentimentos e emoções, favorecendo, também, um maior contato com aspectos inconscientes (Freud, 1914/1996).

Na análise qualitativa, os relatos obtidos durante os atendimentos apresentaram significados do adoecimento por câncer, que são vivenciados de formas singulares por cada pessoa. Foi possível perceber sentimentos de tristeza, medo, raiva, angústia e não aceitação do diagnóstico. Sentimentos de fé, esperança e aceitação também apareceram para alguns participantes. A intervenção de apoio obteve uma boa aceitação pelos participantes, uma vez que ofereceu um espaço de escuta com pesquisadoras da área da Psicologia, em que, diferente de numa conversa familiar, não precisaram esconder seus sentimentos sobre o tratamento, como o medo e a revolta pelo adoecimento. A simbolização de sentimentos e pensamentos pôde ser percebida, permitindo que refletissem e que se sentissem mais aliviados, gerando bem estar. Segundo Ferreira e Castro-Arantes (2014), quando o sujeito fala sobre seu adoecimento, retira-o da esfera do simbólico e leva-o a algum significado, à medida que traz à tona o que sente através da linguagem. Isso faz com que o vazio das incertezas e dos traumas provocados pela doença e pelo tratamento sejam, de alguma forma, simbolizados pelo sujeito.

Recomendamos que novas pesquisas sejam realizadas com a utilização de músicas instrumentais, para avaliar seus possíveis efeitos durante o processo quimioterápico. Também sugerimos novas pesquisas com um maior número de participantes, assim como mais comparações entre as variáveis analisadas, como estado civil e escolaridade, por exemplo. Assim, além de oferecer maior literatura sobre esse tema, também será possível explorar formatos de apresentação e realização da intervenção psicológica de apoio com música que possam oferecer benefícios aos pacientes.

## Referências

- Carvalho, M. M. (2002). Psico-oncologia: história, características e desafios. *Psicologia USP*, 13(1), 151-166. <https://doi.org/10.1590/S0103-65642002000100008>.
- Ferreira, D., M, Castro-Arantes, J., M. (2014). Câncer e corpo: uma leitura a partir da psicanálise. *Analytica: Revista De Psicanálise*, 3(5), 37-71.
- Fonseca, R. d., & Castro, M. M. (2016). A importância da atuação do psicólogo junto a pacientes com câncer: uma abordagem psico-oncológica. *Psicologia E Saúde Em Debate*, 2(Ed. Esp. 1), 54-72. <https://doi.org/10.22289/2446-922X.V2EEA5>
- Freud, S. (1914/1996) A história do movimento psicanalítico. (pp. 15-76) In: *Edição standard das obras completas*. Rio de Janeiro: Imago, v. 14.
- Hatem, T. P., Lira, P. I., & Mattos, S. S. (2006). Efeito terapêutico da música em crianças em pós-operatório de cirurgia cardíaca. *Jornal de Pediatria [online]*. 82 (3), 186-192. doi: <https://doi.org/10.2223/JPED.1473>
- Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva. (2011) *ABC do câncer: abordagens básicas para o controle do câncer*. Rio de Janeiro: INCA.
- Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva. (2021) *Detecção precoce do câncer*. Rio de Janeiro: INCA.
- Oliveira, E. d., & Andrade, M. C. (2019). A Psico-oncologia e seus diversos desdobramentos. *Revista Mosaico 10* (1), 43-48. doi: <https://doi.org/10.21727/rm.v10i1.1685>
- Rodrigues A. B., & Oliveira P. P. (2016). *Oncologia para enfermagem*. (1a. ed.). São Paulo: Manole.
- Valentim, N. S. (2015). Psicoterapia breve operacionalizada em mulheres com câncer de mama. *Tese de Doutorado, Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo*. São Paulo. doi:10.11606/T.47.2016.tde-04042016-123742.
- Valentim, N.S. (2022). *O câncer de mama e a possibilidade de intervenção psicológica breve: um estudo com a Psicoterapia Breve Operacionalizada (PBO)*. Curitiba: Juruá. (no prelo)

# Propagação de raios cósmicos em campos magnéticos galácticos e extragalácticos

**Pedro Gonçalves Queiruga** –  
Bacharelado em Ciência e Tecnologia –  
BC&T/UFABC

**Marcelo Augusto Leigui de Oliveira**  
(Orientador) - Centro de Ciências  
Naturais e Humanas – CCNH/UFABC

A pesquisa de raios cósmicos de ultra-alta energia é uma área em aberto, com questões fundamentais acerca da compreensão de fenômenos astrofísicos do nosso universo. Ao combinar observações experimentais e o conhecimento teórico de estruturas de larga escala, campos magnéticos e radiação cósmica de fundo, podemos compreender a propagação de astropartículas nos meios galáctico e extragaláctico.

Sabe-se, por exemplo, que o espectro de energia acima de cerca de 40 EeV ( $1 \text{ EeV} = 10^{18} \text{ eV}$ ) sofre um corte abrupto [1], que existe uma leve anisotropia em suas direções de chegada na forma de um dipolo acima de 8 EeV [2], e uma região de maior incidência no hemisfério Norte para energias maiores que 57 EeV [3]. Além disso, há evidências de uma composição de núcleos mais pesados acima de cerca de 4 EeV [4]. Contudo, algumas características do espectro não são muito bem compreendidas, como a transição da origem galáctica para extragaláctica [5]. Essas questões impactam o estudo da propagação de partículas de ultra-alta energia pelo universo. Neste trabalho, buscamos desenvolver uma simulação da propagação de raios cósmicos em campos magnéticos astrofísicos.

Em 1912, Viktor Hess realizou um experimento para verificar a ionização

da atmosfera, em um balão com um eletroscópio associado a um detector de ionização subindo à altitude de cerca de 5 km. Hess constatou que acima de 500 m a ionização do ar atinge um mínimo e aumenta em altitudes superiores. Curiosamente, após 2 km de altitude são obtidos valores de ionização maiores que o nível do mar, excluindo a possibilidade das radiações terem origem na Terra. Ao buscar explicar esse fato, Hess acreditou na existência de uma radiação incidente com alto poder penetrativo, vinda do espaço. Tal descoberta foi confirmada em 1925, por Robert Millikan, nomeando-as como “raios cósmicos”.

Os raios cósmicos são definidos como núcleos atômicos, desde prótons até elementos mais pesados (como o ferro), que viajam pelo espaço a velocidades próximas à da luz e carregam altíssimas energias. Suas energias associam-se a processos ocorridos na origem: os de origem galáctica têm energias de até 1 EeV, enquanto os de origem extragaláctica têm energias superiores a 1 EeV.

Partículas eletricamente carregadas são defletidas em campos magnéticos presentes no espaço, o que dificulta a associação da direção de chegada de uma partícula com sua fonte.



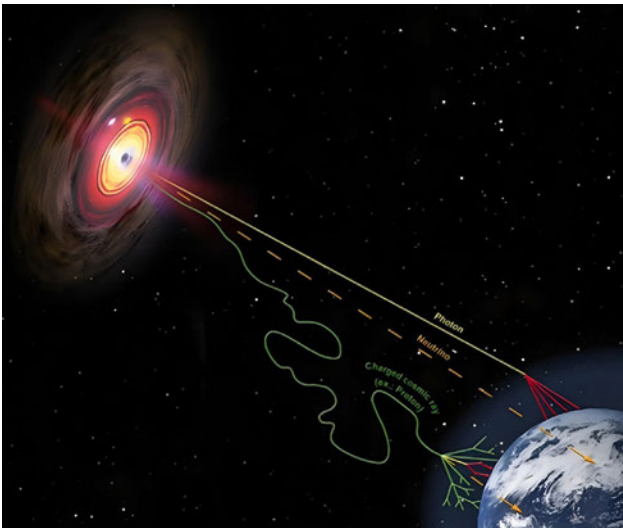


Figura 1: Trajetórias de diferentes astropartículas em campos magnéticos. Fonte: HAP / A. Chantelauze  
*Veja esta imagem em tamanho maior clicando aqui.*

A figura 1 retrata o embaralhamento da trajetória de raios cósmicos comparados com fótons ou neutrinos. Esse fenômeno ocorre devido a diferentes tipos de campos magnéticos. Por isso, estudamos os efeitos de diferentes topologias de campos magnéticos na propagação das partículas. Estudamos campos uniformes, variáveis (proporcional a  $1/r$ ), dipolares e galácticos. Consideramos os efeitos relativísticos, pois as partículas movem-se a velocidades próximas à da luz.

Começamos utilizando a força de Lorentz nos cálculos. Inicialmente, fornecemos à partícula – cuja carga é conhecida – uma velocidade inicial e a submetemos a um campo magnético, de modo a determinar a força sofrida pela partícula em cada ponto do espaço. A partir da segunda lei de Newton, calculamos sua

aceleração e, por meio de integração, a posição e a velocidade na interação seguinte.

Um parâmetro importante é o raio de Larmor, que é diretamente proporcional à velocidade da partícula e inversamente proporcional ao campo magnético. Ao analisar o raio de Larmor, identificamos a influência que o campo magnético exerce sobre a partícula. Trabalhamos, também, com as formulações relativísticas, onde a massa da partícula é a massa relativística corrigida pelo fator gama de Lorentz. Com isso, a partícula fica mais pesada e seu movimento ocorre com maior inércia.

Iniciamos pelo modelo mais básico (campo magnético uniforme), que possui raio de Larmor constante. Nesse modelo, a partícula realiza um movimento circular perpendicularmente ao campo, e com velocidade constante paralelamente ao campo, formando um cilindro helicoidal. Esse tipo de campo magnético é amplamente conhecido na literatura [6], por isso serviu de base para validar a nossa simulação.

Em seguida, consideramos o campo magnético variável (proporcional a  $1/r$ ), com a trajetória da partícula mostrada na figura 2. Nesse modelo, o campo magnético diminui constantemente com a posição e temos um aumento constante do raio de Larmor. O movimento circular também está presente nesse modelo, porém, com o raio do círculo aumentando com o passar das interações. A trajetória tem a forma de um cone helicoidal (ou “tornado”).

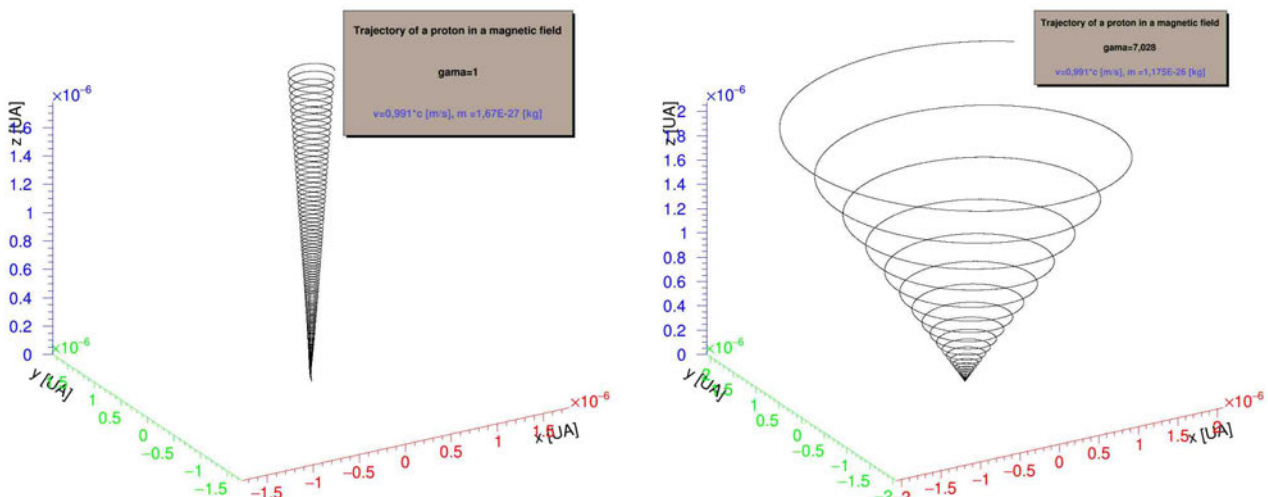


Figura 2: À esquerda, o movimento da partícula sem considerar a relatividade. À direita, o movimento da partícula considerando a relatividade. A velocidade nos dois casos é a mesma. Fonte: Autores – *Veja esta imagem em tamanho maior clicando aqui.*

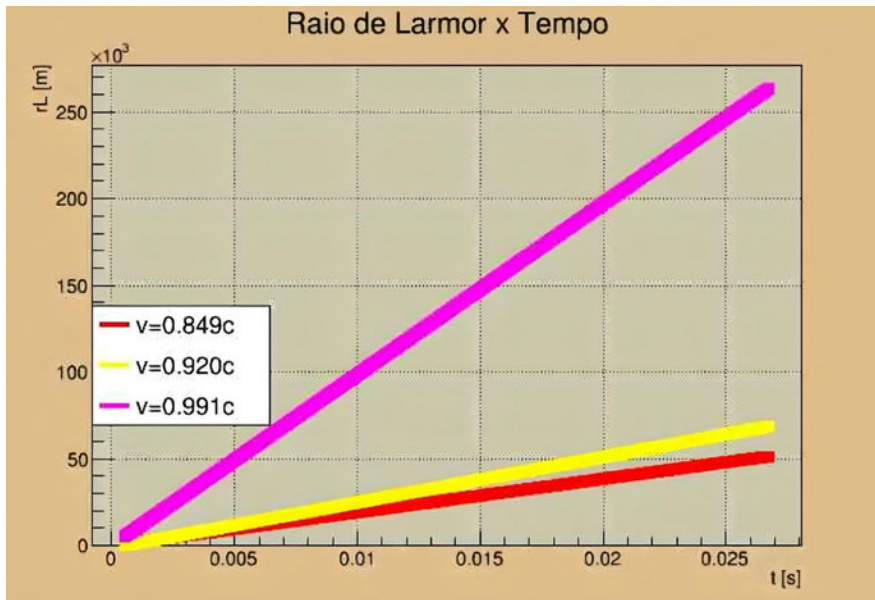


Figura 3: Projeção do raio de Larmor para diferentes valores do fator de Lorentz no modelo relativístico. Fonte: Autores  
*Veja esta imagem em tamanho maior clicando aqui.*

Observamos na figura 3 que, conforme a velocidade da partícula aproxima-se mais da velocidade da luz, o fator gama de Lorentz tende ao infinito e o raio de Larmor cresce rapidamente, conforme o esperado pela teoria da relatividade.

Na figura 4, temos o modelo do campo geomagnético dipolar, que é mais complexo por depender da posição da partícula no espaço. Observamos esse fato na figura, na qual lançamos duas partículas de posições iniciais diferentes, fazendo com que tenham movimentos distintos. Dessa maneira, sua posição no espaço afeta o cálculo da força devida ao campo magnético e, assim, temos regiões de campo mais fraco ou mais forte, que alteram o movimento da partícula de diferentes maneiras. Posicionamos a Terra na origem do sistema.

Na segunda imagem da figura 4, buscamos encontrar os cinturões de Van Allen, uma região ao redor da Terra onde as partículas ficam presas e, portanto, passam a realizar

um movimento que vai de um polo ao outro do planeta, repetidamente.

Acredita-se que a Via Láctea possua uma estrutura espiral de campos magnéticos. Não existe, contudo, um modelo consensual na comunidade científica para a descrição dessa estrutura. Por isso, são aceitos dois tipos de modelos na literatura [7]: o ASS (espiral axissimétrica, na sigla em inglês) e o BSS (espiral bissimétrica, na sigla em inglês). No primeiro modelo, os dois braços da espiral da Via Láctea possuem as mesmas direções dos vetores do campo magnético, enquanto, no segundo, cada braço possui esses vetores com direções opostas. As regiões entre os braços possuem campos magnéticos mais fracos, enquanto nos braços os campos são mais fortes. Para descrever o campo magnético galáctico é necessário utilizar-se de coordenadas cilíndricas galatocêntricas, nas quais o centro galáctico está na origem do referencial. Após isso, aplicamos as respectivas fórmulas encontradas na literatura [7].

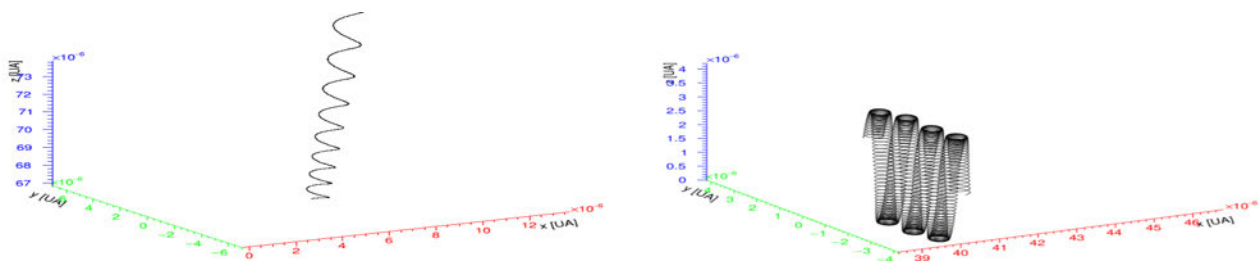


Figura 4: Representação de duas partículas influenciadas pelo campo de dipolo, onde à esquerda temos a posição inicial em  $z=10^7$  m e à direita em  $z=0$  m. A velocidade é igual nos dois casos. Fonte: Autores  
*Veja esta imagem em tamanho maior clicando aqui.*

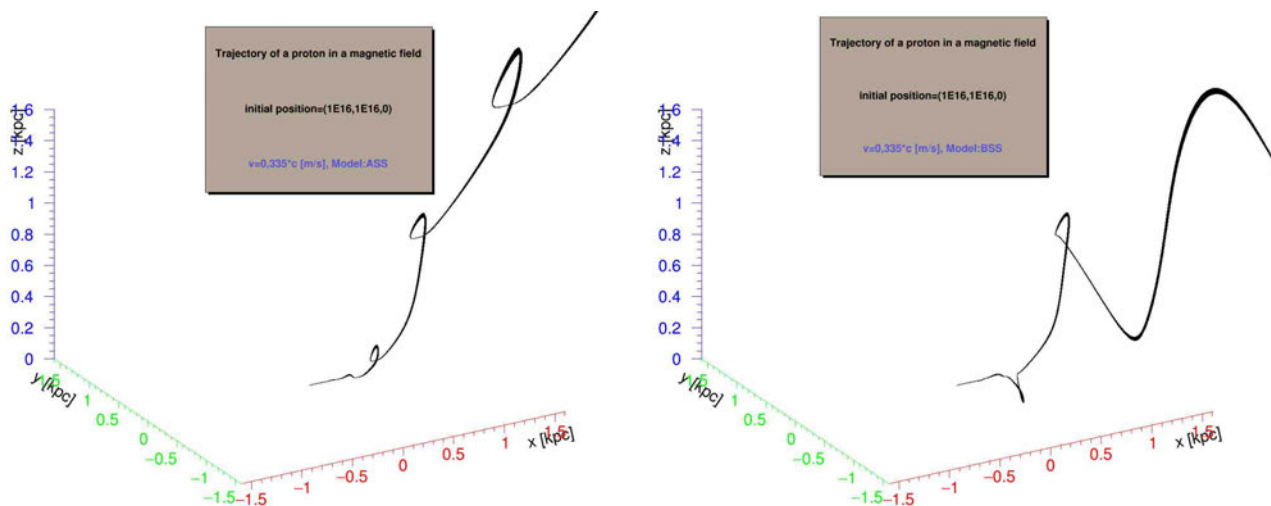


Figura 5: Trajetórias das partículas nos dois modelos (ASS, à esquerda e BSS, à direita), com as mesmas condições iniciais.  
 Fonte: Autores – *Veja esta imagem em tamanho maior clicando aqui.*

Na figura 5, temos o modelo ASS à esquerda e o BSS à direita. Vemos que, nos dois modelos, a partícula tende a subir através do disco galáctico, em direção ao halo da galáxia, e acaba saindo da região de campo mais intenso. A saída pelo halo é fácil de ocorrer, visto que a espessura da galáxia é de aproximadamente 100 pc, valor que é atingido rapidamente. No modelo ASS, a partícula sai para o halo galáctico mais rapidamente, pois entra mais facilmente em regiões de campo magnético mais fraco – ou seja, no espaço entre os braços da galáxia. Caso a partícula chegue a outro braço, como a direção do vetor do campo magnético é a mesma, neste modelo, ela continua aproximadamente na mesma direção. No modelo BSS, há um movimento similar ao ASS, porém, ao realizar os laços, a partícula inverte sua direção de movimento toda vez em que passa de um braço galáctico para outro. Isso ocorre porque os braços adjacentes possuem direções invertidas dos vetores dos campos magnéticos.

Durante o projeto, desenvolvemos programas para estudar a propagação de raios cósmicos nos meios galáctico e extragaláctico [8]. Desenvolvemos, também, rotinas para a visualização das trajetórias das partículas, bem como gráficos que explicitam o comportamento de grandezas físicas de interesse (raio de Larmor, frequência giromagnética, período etc.). Foi possível observar as trajetórias das partículas em diversas configurações de campos magnéticos,

desde os casos mais simples até os mais complexos: campo uniforme, campo variável, campo dipolar e campo galáctico. Por se tratar de um projeto de iniciação científica, os desenvolvimentos e os estudos encontram-se em estágios iniciais e ainda há muito a ser desenvolvido. As simulações, porém, podem ser utilizadas de forma didática, tanto no ensino de física para estudantes do ensino superior, como em projetos de pesquisas na área de astrofísica.

## Referências

- [1] Pierre Auger Collaboration, J. Abraham et al., Phys. Lett. B 685 (2010) 239.
- [2] Pierre Auger Collaboration, A. Aab et al., J. 802 (2015) 111.
- [3] Telescope Array Collaboration, R. U. Abbasi et al., Astrophys. J. 790 (2014) L21.
- [4] Pierre Auger Collaboration, A. Aab et al., Phys. Rev. D 90 (2014) 122006.
- [5] Pierre Auger Collaboration, P. Abreu et al., Astrophys. J. 762 (2012) L13.
- [6] Raymond A. Serway, John W. Jewett et al, Princípios de Física vol.3, ed. Cengage Learning (2014), cap 22.
- [7] Schiffer Peter. Constraining Cosmic Magnetic Fields by a Measurement of Energy-Energy-Correlations with the Pierre Auger Observatoy. PhD thesis, Aachen university (2011).
- [8] Magnetic Field em <https://github.com/PedroQueiruga/Magnetic-Field.git> - acessado em 15/02/2023.



# Vivência traumática com o adoecimento por câncer de mama: um estudo do Transtorno do Estresse Pós-Traumático em mulheres

Ana Maria Alves de Souza – Psicologia/USCS

Nirã dos Santos Valentim( Orientadora) –  
Psicologia/USCS

Dados do Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva (INCA, 2019, INCA, 2022) mostram que o câncer de mama é o tipo que mais acomete as mulheres (excluindo os tumores de pele não melanoma) em todas as regiões do Brasil, sendo que as taxas mais elevadas são as encontradas nas regiões Sul e Sudeste, além de ser o segundo tipo com maior prevalência no país. (INCA, 2023)

Estimativas recentes apontam que, para o ano de 2023, serão diagnosticados no país 73.610 novos casos, o que representa uma taxa bruta de incidência de 66,54% casos por 100.000 mulheres (INCA, 2022). Apontam, ainda, um expressivo aumento do número de casos, considerando-se as estimativas anteriores que indicaram que, para cada ano, de 2020 a 2022, seriam diagnosticadas com câncer de mama 66.280 mulheres, representando cerca de 29,5% de casos de câncer em mulheres. (INCA, 2019)

O diagnóstico precoce através de exames de mamografias anuais para mulheres acima dos 40 anos é a melhor forma de prevenção contra as formas mais graves do adoecimento, diminuindo as chances de morte. No entanto, infelizmente, por maiores que sejam os avanços na área da medicina, nos países subdesenvolvidos as taxas de mortalidade por câncer de mama se mantêm muito altas principalmente pela

falta de acesso a esses exames, tornando o diagnóstico tardio. (INCA, 2019; GBECAM, 2013; Duarte et al., 2020)

A pandemia da Covid-19 parece ter agravado esse quadro, mesmo nas grandes cidades, na medida em que fez com que os exames de mamografia, as punções e as biópsias de rastreamento e diagnóstico apresentassem uma queda significativa. A partir do ano de 2021, a produção de exames voltou a subir e o exame de punção de agulha grossa (PAG) para fins de diagnóstico destacou-se, ficando, inclusive, acima do patamar anterior à pandemia (INCA, 2022, Tachibana et al., 2021).

A doença ainda representa o tipo de câncer com maior índice de mortalidade entre as mulheres em todas as regiões do Brasil, com exceção da região Norte, onde o câncer de colo de útero ocupa a primeira posição (INCA, 2022).

O câncer de mama é uma doença que, para além da possibilidade real de dor e desconforto decorrentes da própria doença e do seu tratamento, vem carregada de estigmas e representações sociais relacionadas à dor, sofrimento e morte, o que acaba por gerar repercussões psicológicas negativas nas mulheres já no momento do diagnóstico, antes mesmo do início do tratamento. (Dib et al. 2022).

A quimioterapia, a radioterapia, a cirurgia de mastectomia total ou parcial da mama e a hormonioterapia, que pode perdurar por um período de 05 a 10 anos, são os tratamentos mais utilizados e devem começar assim que a mulher recebe o diagnóstico (GBECAM, 2013). Tais tratamentos são considerados invasivos e produzem efeitos colaterais de intensidade leve ou moderada, (Guedes, 2016), os quais também podem ocasionar impactos psicológicos consideráveis nas pacientes. (Santos & Vieira, 2011)

No adoecimento pelo câncer de mama, os aspectos da sexualidade e da imagem corporal das mulheres também podem ser afetados e gerar sofrimento psíquico, devido ao impacto na feminilidade, que tem na parte do corpo afetado pela doença um de seus maiores simbolismos (Lopes et al. 2020). Outro aspecto importante é a queda dos cabelos que pode causar um luto na mulher, pois provoca uma modificação na autoimagem, fazendo com que ela não se reconheça. (INCA, 2014b, Valentim, 2015)

Inúmeros estudos vêm demonstrando a presença de comorbidades psiquiátricas em pacientes oncológicos, em especial no adoecimento pelo câncer de mama, como a ansiedade, a depressão, o transtorno do estresse pós-traumático (TEPT), dentre outras, embora com uma variação em termos percentuais, as quais interferem, inclusive, no modo de enfrentamento da doença e na adesão ao tratamento. (Ferreira et al. 2016); Simão et al. 2017; Silva et al., 2017).

Portanto, os desafios para as mulheres que enfrentam o adoecimento pelo câncer de mama e o seu tratamento são significativos, tornando o suporte psicológico extremamente necessário para elas, desde o momento do diagnóstico (Valentim, 2023).

Nesse complexo quadro que envolve o adoecimento pelo câncer de mama, esta pesquisa pretendeu estudar a incidência de uma dessas comorbidades, qual seja, o Transtorno de Estresse Pós-Traumático, também conhecido como TEPT nas pacientes. O estudo investigou o significado da experiência do diagnóstico de câncer

de mama e do tratamento oncológico, buscando compreender não só o impacto do diagnóstico de câncer que gera o medo da morte, como também, a vivência dos desafios do tratamento oncológico em associação com a vivência do diagnóstico, do tratamento e o TEPT, realizando a análise ainda de acordo com os preceitos simbólicos da Psicanálise.

O Transtorno do Estresse Pós-Traumático é uma psicopatologia que, de acordo com o Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais, o DSM-V, (2014), ocorre após a exposição a um episódio concreto ou ameaça de morte, lesão grave ou violência sexual em algumas formas, apresentando um ou mais dos seguintes sintomas: intrusão ou evitação persistente de pensamentos relacionados ao evento traumático, alterações negativas em cognições, no humor, hiperexcitação, além de sintomas dissociativos, no caso relacionados ao evento do adoecimento por câncer de mama e todo o processo que envolve o seu tratamento.

Estudos recentes vêm demonstrando a prevalência de TEPT nas mulheres que vivenciam o adoecimento por câncer de mama em percentuais que variam entre 0% e 32%. (Arnaboldi et al., 2017)

Esta pesquisa estudou 30 participantes com diagnóstico de câncer de mama e em tratamento oncológico a partir de um mês, na Rede SUS. Foram utilizadas duas escalas: a Versão da Escala do Impacto do Evento – Revisada (IES-R) traduzida para a língua portuguesa. (Caiuby et al., 2012) e o Check List - PCLC. (Berger et al., 2004) em suas duas formas de cálculo, cluster de sintomas e ponto de corte para a verificação de sintomas de TEPT, além de uma entrevista semiestruturada com aquelas participantes com sintomas em ao menos uma das duas escalas.

Os resultados das escalas mostraram um índice ligeiramente superior a outros estudos, de cerca de 36,6% de mulheres com sintomas de TEPT. Este resultado demonstrou estar em consonância com os relatos das participantes nas entrevistas semiestruturadas, as quais tiveram a oportunidade de expressar-se em

relação a quatro categorias: o que sentiram no momento do diagnóstico, durante o tratamento e o significado que atribuem ao adoecimento, além de sintomas de TEPT e a vivência traumática, sendo que todas elas apresentaram ao menos dois sintomas de TEPT durante todo processo que envolveu o adoecimento pelo câncer de mama, desde o momento do diagnóstico e até aquele momento, evidenciando uma vivência traumática.

Alguns sintomas dissociativos como o choque ou a desrealização, os pensamentos intrusivos e de revivescência em relação ao momento do diagnóstico emergiram dos relatos. O tratamento quimioterápico significou, para a maioria das participantes, uma fase marcada pelos sintomas de

hiperexcitabilidade e hipervigilância antes mesmo de iniciá-lo, o que parece estar associado às representações sociais do câncer e deste tratamento. O medo intenso da morte e o sentimento de desamparo foram também sensações observadas nos relatos das participantes, responsáveis por deflagrar intenso sofrimento psíquico traumático relacionado à vivência do adoecimento e outros mecanismos dissociativos naquelas que demonstraram baixa expressão de sentimentos, especialmente a racionalização e o isolamento.

A pesquisa observou ainda, na análise de dados objetivos (Tabela 1), que a maioria das mulheres encontrava-se em idade entre 50-59 anos, no estado civil de casada, com um número maior de cânceres em estágios

### Caracterização da amostra geral de participantes

VARIÁVEIS		
Idade	Participantes (n)	%
30-39	06	20,0%
40-49	05	16,7%
50-59	12	40,0%
60-69	06	20,0%
70-79	–	–
80-89	01	3,3%
Estado Civil	Participantes (n)	%
Solteira	05	16,7%
Casada/união estável	15	50,0%
Divorciada	10	33,3%
Situação profissional anterior ao diagnóstico	Participantes (n)	%
Trabalho	23	76,7%
Aposentadoria	04	13,3%
Do lar	03	10,0%
Situação profissional posterior ao diagnóstico	Participantes (n)	%
Trabalho	13	43,3%
Afastamento	10	33,3%
Aposentadoria	04	13,3%
Do lar	03	10,0%
Estágio da doença	Participantes (n)	%
0	–	–
I	02	6,7%
II	11	36,7%
III	10	33,3%
IV	07	23,3%

Tabela 1 Caracterização da amostra geral. Fonte: Dados obtidos através das respostas pelos participantes da pesquisa  
*Veja esta imagem em tamanho maior clicando aqui.*

mais avançados, nos níveis III e IV, sendo que quase metade delas encontrava-se em situação de afastamento do trabalho, o que pareceu refletir as tendências dos estudos atuais, dentre outros. (Gomes, 2022; Cabral, 2019; Oliveira et al., 2022; Aguiar et al., 2022 e Girardi et al., 2022)

Estudos internacionais apontam para uma cadeia associativa de traumas, supondo um desamparo vivenciado no passado que se implicaria também com a vivência traumática pelo adoecimento por câncer de mama. Apareceu no relato de algumas participantes, situações de sofrimento intenso do passado como o abuso sexual, além de outros tipos de violências e de desamparo. (Cordova et al., 2017, Arnaboldi et al., 2017).

Assim, a relevância desta pesquisa para a sociedade evidencia-se não só diante desse complexo contexto que envolve o adoecimento pelo câncer de mama juntamente com o TEPT, mas pelos escassos estudos sobre a temática no Brasil, em associação aos crescentes números e estimativas de mulheres que serão diagnosticadas com a doença, principalmente após a pandemia da Covid-19.

A vivência traumática, pela natureza de seus sintomas de intrusão, evitação e hipervigilância, impede a elaboração e a resignificação da experiência traumática e, conseqüentemente, a sua superação ou a adaptação satisfatória à experiência.

O sofrimento para as mulheres que enfrentam o adoecimento pelo câncer de mama juntamente com sintomas de TEPT potencializa-se e torna-se intenso. Portanto, é imprescindível o acesso dessas mulheres ao suporte psicológico, a fim de minimizar os efeitos traumáticos, propiciando um melhor enfrentamento do câncer.

Políticas públicas poderiam ser implementadas para suporte e apoio ao sofrimento relacionado ao adoecimento por câncer de mama, por si só desafiador, e também para o rastreio e atendimento específico daquelas mulheres que vivenciam o processo do adoecimento de maneira traumática.

## Referências

- Aguiar, R. C. S., Freitas, E. C. B. F. & Freitas, M. T. S. (2022). Impact of the main forms of treatment on the quality of life of patients with breast cancer. *Research, Society and Development*, 11(8). DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i8.30450>
- American Psychiatric Association (2014). Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais (5ª ed). Porto Alegre: Artmed
- Arnaboldi, P., Riva, S., Crico, C., & Pravettoni, G. (2017). A systematic literature review exploring the prevalence of post-traumatic stress disorder and the role played by stress and traumatic stress in breast cancer diagnosis and trajectory. *Breast cancer (Dove Medical Press)*, 9, 473–485. DOI: <https://doi.org/10.2147/BCTT.S111101>
- Berger, S., Mendlowicz, M.V., Souza, S.F. & Figueira, I. (2004). Equivalência semântica da versão em português da Post-Traumatic Stress Disorder Checklist Civilian Version (PCL-C) para rastreamento do transtorno de estresse pós-traumático. *Rev. Psiq. Rio Grande do Sul*, 26 (2), 167-175. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-81082004000200006>
- Cabral, A.L. L. V., Giatti, L., Casale, C. & Cherchiglia, L.M. (2019) Vulnerabilidade social e câncer de mama: diferenciais no intervalo entre o diagnóstico e o tratamento em mulheres de diferentes perfis sociodemográficos. *Ciência & Saúde Coletiva [online]*. 24(2), 613-622. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-81232018242.31672016>.
- Caiuby, A.V., Lacerda, S. S., Quintana, M.I., Torii, T.S., & Andreoli, S.B. (2012). Adaptação transcultural da versão brasileira da Escala do Impacto do Evento –Revisada (IES-R). *Cad. Saúde Pública*, 28(3),597-603. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2012000300019>
- Cordova, M. J., Riba, M. B., & Spiegel, D. (2017). Post-traumatic stress disorder and cancer. *The lancet. Psychiatry*, 4(4), 330–338. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2215-0366\(17\)30014-7](https://doi.org/10.1016/S2215-0366(17)30014-7)
- Dib, R. V., Gomes, A. M. T., de Souza Ramos, R., França, L. C. M., da Silva Paes, L., & Fleury, M. L. de O. (2022). Pacientes com Câncer e suas Representações Sociais sobre a Doença: Impactos e Enfrentamentos do Diagnóstico. *Revista Brasileira de Cancerologia*, 68(3). DOI: <https://doi.org/10.32635/2176-9745.RBC.2022v68n3.1935>

Duarte, D. A. P., Nogueira, M. C., Magalhães, M. C. & Bustamante-Teixeira, M. T. (2020) Iniquidade social e câncer de mama feminino: análise da mortalidade. *Cad Saúde Colet*, 28(4), 465-476. DOI: <https://doi.org/10.1590/1414-462X202028040360>

Ferreira, A. S., Bicalho, B. P., Neves, L. F. G., Menezes, M. T., Silva, T. A., Faier, T. A., & Machado, R. M. (2016). Prevalência de ansiedade e depressão em pacientes oncológicos e identificação de variáveis predisponentes. *Revista Brasileira de Cancerologia*, 62(4), 321-28 Recuperado de <https://rbc.inca.gov.br/revista/index.php/revista/article/view/159>

Girardi, F. A., Nogueira, C.M., Teixeira, M. T. B. & Guerra, R. M. (2022). Tendência temporal dos benefícios previdenciários concedidos por câncer de mama feminino no Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva* [online]. v. 27, n. 10 DOI: <<https://doi.org/10.1590/1413-812320222710.08602022>

Gomes Filho, J. E. C. (2022). Fatores sociodemográficos, estilo de vida, biomarcadores e subtipos moleculares em paciente com câncer de mama. [Dissertação de mestrado] Fundação Antônio Prudente: São Paulo. Recuperado de <https://accamargo.phlnet.com.br/MESTRADO/2022/JECGomesFilho/JECGomesFilho.pdf>

Grupo Brasileiro de Estudos do Câncer de Mama (2013). *Tudo que você sempre quis saber sobre o câncer de mama*. São Paulo: Autor. Recuperado de <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788578681173/cfi/5!4/4@0.00:55.7>

Guedes, J. B. R., Guerra, R.M., Alvim, M.M. & Leite, G.C.I. (2017) Fatores associados à adesão e à persistência na hormonioterapia em mulheres com câncer de mama. *Revista Brasileira de Epidemiologia* [online]. v. 20, n. 04 pp. 636-649. DOI: <<https://doi.org/10.1590/1980-5497201700040007>>. ISSN 1980-5497.

Instituto Nacional de Câncer José de Alencar Gomes da Silva (2014b). Sofrimento psíquico do paciente oncológico: o que há de específico?. Rio de Janeiro: INCA. Recuperado de [https://bvsm.sau.gov.br/bvs/publicacoes/cadernos\\_psicologia\\_sofrimento\\_psiquico\\_paciente\\_oncologico.pdf](https://bvsm.sau.gov.br/bvs/publicacoes/cadernos_psicologia_sofrimento_psiquico_paciente_oncologico.pdf)

Instituto Nacional de Câncer José de Alencar Gomes da Silva. (2019). A situação do câncer de mama no Brasil: síntese de dados dos sistemas de informação. Rio de Janeiro: INCA. Recuperado de [emhttps://www.inca.gov.br/publicacoes/livros/situacao-do-cancer-de-mama-no-brasil-sintese-de-dados-dos-sistemas-de-informacao](https://www.inca.gov.br/publicacoes/livros/situacao-do-cancer-de-mama-no-brasil-sintese-de-dados-dos-sistemas-de-informacao)

Instituto Nacional de Câncer José de Alencar Gomes da Silva. (2022). A situação do câncer de mama no Brasil: síntese de dados dos sistemas de informação. Rio de Janeiro: INCA. Recuperado de [https://www.inca.gov.br/sites/ufu.sti.inca.local/files//media/document/dados\\_e\\_numeros\\_site\\_cancer\\_mama\\_novembro2022\\_0.pdf](https://www.inca.gov.br/sites/ufu.sti.inca.local/files//media/document/dados_e_numeros_site_cancer_mama_novembro2022_0.pdf)

Instituto Nacional de Câncer José de Alencar Gomes da Silva. (2023). A situação do câncer de mama no Brasil: síntese de dados dos sistemas de informação. Rio de Janeiro: INCA. Recuperado de <https://www.gov.br/inca/pt-br/assuntos/cancer/numeros/estimativa>

Lopes, A. P., Camargo C. A. C. M., & Maia, M. A. C. (2020). Sofrimento psíquico vivenciado por mulheres diante do diagnóstico de câncer de mama: uma revisão bibliográfica reflexiva. *Revista Eletrônica Acervo Saúde*, (52), e3556. DOI: <https://doi.org/10.25248/reas.e3556.2020>

Oliveira, R. D. P., Ferreira, I. S., Castro, R. C. M. B., & Fernandes, A. F. C. (2022). Associação entre características sociodemográficas e adesão à detecção precoce do câncer de mama. *Rev Rene*, 23, e71920. Epub 26 de maio de 2022. DOI: <https://dx.doi.org/10.15253/2175-6783.20222371920>

Santos, D. B. e Vieira, E. M. Imagem corporal de mulheres com câncer de mama: uma revisão sistemática da literatura. *Ciência & Saúde Coletiva* [online]. 2011, v. 16, n. 5, pp. 2511-2522. DOI: <<https://doi.org/10.1590/S1413-81232011000500021>>

Silva, A. V. D., Zandonade, E., & Amorim, M. H. C. (2017). Ansiedade e o enfrentamento de mulheres com câncer de mama em quimioterapia. *Ψ*, 25:e2891. DOI: 10.1590/1518-8345.1722.2891.

Simão, D. A.S., Aguiar, A. N. A., Souza, R. S., Captein, K. M., Manzo, B. F., & Teixeira, A. L. (2017). Qualidade de vida, sintomas depressivos e de ansiedade no início do tratamento quimioterápico no câncer: desafios para o cuidado. *Enfermagem em foco*, v. 8, n. 2. DOI: <https://doi.org/10.21675/2357-707X.2017.v8.n2.874>

Tachibana, B. M. T., Ribeiro, R. L. D. M., Federicci, É. E. F., Feres, R., Lupinacci, F. A. S., Yonekura, I., & Racy, A. C. S. (2021). O atraso no diagnóstico do câncer de mama durante a pandemia da COVID-19 em São Paulo, Brasil. *Einstein* (São Paulo), 19:1-7. DOI: 10.31744/einstein\_journal/2021AO6721



Valentim, N. D. S. (2015). *Psicoterapia breve operacionalizada em mulheres com câncer de mama* (Tese de doutorado). Universidade de São Paulo- USP, São Paulo, SP, Brasil. Recuperado de [https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/47/47133/tde-04042016-123742/publico/valentim\\_do.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/47/47133/tde-04042016-123742/publico/valentim_do.pdf)

Valentim, N.D.S. (2023). O câncer de mama e a possibilidade de intervenção psicológica breve. Um estudo com a Psicoterapia Breve Operacionalizada (PBO). Curitiba: Juruá, 102-103.

## Contatos das autoras

Ana Maria Alves de Souza  
ana.souza1921@uscsonline.com.br

Profa. Dra. Nirã dos Santos Valentim  
nira.valentim@online.uscs.edu.br



