

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE
UBERLÂNDIA INSTITUTO DE
BIOTECNOLOGIA TRABALHO DE
CONCLUSÃO DE CURSO**

**ANÁLISE DE COMPORTAMENTO DO TIPO ANSIOSO NO
MODELO ZEBRAFISH**

BRYAN PEREIRA CAMARGOS

Uberlândia -
MG 2025

ANÁLISE DE COMPORTAMENTO DO TIPO ANSIOSO NO MODELO ZEBRAFISH

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no instituto de Biotecnologia da UFU como requisito básico para a conclusão do Curso de Bacharel em Biotecnologia.

Orientador (a): Prof Dr. Joaquim Carlos Rossini

Uberlândia -
MG 2025

SUMÁRIO

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	4
2. JUSTIFICATIVA.....	7
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	7
3.1. ASPECTOS ÉTICOS.....	7
3.2. ANIMAIS E CONDIÇÕES DO AMBIENTE AQUÁTICO.....	8
3.3. APARATO EXPERIMENTAL – TESTE “TANK NOVEL”.....	8
3.4. PROCEDIMENTO.....	9
3.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS.....	10
4. RESULTADOS.....	11
4.1. ANÁLISE ESTATÍSTICA DO COMPORTAMENTO DO TIPO-ANSIOSO DA GERAÇÃO F1.....	11
4.2. ANÁLISE ESTATÍSTICA DO COMPORTAMENTO DO TIPO-ANSIOSO ENTRE AS GERAÇÕES F0 E F1.....	12
5. DISCUSSÃO.....	15
5.1. Hipótese sobre a influencia da genética no comportamento ansioso.....	16
5.2. Velocidade, aceleração e distância percorrida.....	17
6. CONCLUSÃO.....	17
7. REFERÊNCIAS.....	18

1. INTRODUÇÃO

A ansiedade é caracterizada como um estado afetivo no qual uma sensação vaga e generalizada de apreensão é vivenciada na expectativa de cenários futuros aversivos (SADOCK, 2017). Nestas situações o sistema nervoso autônomo frequentemente ativa respostas automáticas que visam preparar o indivíduo para enfrentar situações desafiadoras e complexas, compondo um mecanismo essencial para a sobrevivência humana (LENHARDT et al., 2017). Porém, essa resposta se torna prejudicial quando ocorre de maneira excessiva ou inadequada, podendo gerar transtornos e sofrimento psicológico para o indivíduo, trazendo dificuldades e prejuízos sociais, acadêmicos e profissionais (ROSSINI et al., 2024).

No Brasil, o índice de transtorno de ansiedade presente na população brasileira é aproximadamente de 9,3%, segundo a Organização Pan-Americana da Saúde – Opas, pelos dados apresentados em 2022, sendo considerada uma das mais altas do mundo (ROSSINI et al., 2024) representando um importante padrão disfuncional de comportamento. Pessoas com esse perfil geralmente antecipam cenários negativos e vivem em estado de alerta bem mais constante que o adequado, podendo gerar fadiga, tensão muscular e taquicardia.

A ansiedade pode ser caracterizada, em linhas gerais, em dois tipos, a “ansiedade-estado” e a “ansiedade-traço” (HEEREN, Alexandre; JONES, Payton J; MCNALLY, Richard J, 2018). A ansiedade-estado ocorre diante de uma situação emocional no qual possui consequências potencialmente ameaçadoras. Já a ansiedade-traço é uma disposição da personalidade do indivíduo relacionada a uma tendência a responder mais facilmente com preocupações e inquietações excessivas às situações do cotidiano (SAVIOLA, Francesca et al., 2020). Assim, pessoas que possuem um nível mais altos de ansiedade-traço estão propensas a experimentar episódios mais frequentes, intensos e prolongados de ansiedade-estado (ROSSINI et al., 2024).

Com o aumento significativo do transtorno de ansiedade na população mundial, estudos sobre o comportamento ansioso tem se tornado um tema de grande relevância para pesquisas em diversos campos da saúde. Neste sentido, a utilização de modelos animais para uma melhor compreensão da neurofisiologia e da expressão comportamental da ansiedade

tem ganhado mais notoriedade, principalmente com a utilização de modelos animais com roedores e, mais recentemente, com o uso de peixes, com destaque para a espécie *Danio rerio*, popularmente conhecida como zebrafish (CHAHARDEHI, Amir Modarresi et al., 2023).

O zebrafish (*Danio rerio*) é um peixe de água doce muito utilizado em pesquisas científicas como um modelo animal, por se tratar de um vertebrado relativamente simples e, em grande parte, fisiologicamente homólogos aos humanos. As áreas de pesquisas que tem uma grande utilização desse modelo são as voltadas para a biotecnologia, biomedicina e psicobiologia, principalmente em estudos de desenvolvimento genético (ZON, Leonard I., 2005). Um grande benefício de utilizá-lo como modelo animal em pesquisas se dá pela facilidade de manutenção e cuidados, caracterizando um modelo relativamente barato e que produz uma grande quantidade de descendentes em um curto período de tempo (sendo em média três meses para atingir a fase reprodutiva), possibilitando uma facilidade no melhoramento genético e análises genéticas posteriormente (EGAN, Rupert J. et al, 2009). Também, por possuir todos os neurotransmissores dos vertebrados “clássicos” e ter um sistema neuroendócrino que fornece boas respostas ao ser exposto em uma situação de estresse, como medo ou ansiedade (MUELLER, Thomas; VERNIER, Philippe; WULLIMANN, Mario F, 2004).

Recentemente, várias pesquisas de análise comportamental e distúrbios comportamentais começaram a utilizar como modelo o zebrafish (STEWART, Adam et al, 2012). Alguns estudos revelaram que o comportamento ansioso do zebrafish se assemelha bastante ao comportamento dos roedores. Tendo assim, uma grande relevância para as pesquisas relacionadas aos estados de medo e ansiedade. Assim como os roedores, os peixes conseguem formar memórias espaciais para conseguir se orientar em novos ambientes, estabelecendo áreas seguras, nas quais, sentem-se mais à vontade para se locomover (STEWART, Adam et al, 2012). Para a observação desse comportamento tipo-ansioso, um teste bastante utilizado é conhecido como "Teste do Tanque Novo" (*Novel Tank Test*), semelhante aos testes de campo aberto utilizados com roedores. Neste teste, o zebrafish é colocado em um tanque diferente (novo). Nesta situação seu comportamento instintivo é ir para o fundo (geotaxia) em busca de proteção por estar em um ambiente desconhecido. Assim, ele só começa a explorar o novo ambiente quando se sente mais seguro. Avaliando o

comportamento do peixe, é inferido que a redução do comportamento exploratório está ligado ao aumento da ansiedade (EGAN, Rupert J. et al, 2009).

Utilizando esse modelo de teste, pesquisadores são capazes de coletar dados relevantes para o estudo comportamental, e comparar os parâmetros das populações de zebrafish para avaliar a ansiedade, como por exemplo a demora para sair do fundo do tanque, congelamento e a ausência de exploração da parte superior (EGAN, Rupert J. et al, 2009). Assim, como nos humanos, o zebrafish produz cortisol como hormônio primário de resposta ao estresse, diferentemente dos roedores que produzem corticosterona, assim, torna-se mais vantajoso e relevante para a fisiologia humana, fazer testes com o zebrafish (BARCELLOS, Leonardo José Gil et al, 2007). Alguns estudos feitos para aumentar o nível do estado ansioso do peixe utilizam o ferormônio de alarme, sintetizado naturalmente pelas células epidérmicas dos peixes e liberado caso a membrana celular seja danificada, no caso da natureza, um ataque de predador faria com que esse ferormônio fosse liberado na água, induzindo uma resposta de medo nos indivíduos próximos (SPEEDIE, Natasha; GERLAI Robert, 2008). No teste, é raspado uma parte da membrana epidérmica do peixe e colocada no tanque novo em que o animal estará. Com isso, respostas a esse estímulo aversivo são verificadas como natação mais rápida com giros rápidos, aumento da frequência e duração dos períodos de congelamento e aumento acentuado da permanência no fundo (REHNBERG, B. G.; SMITH, R. J. F, 1988).

No presente estudo, foi utilizado um procedimento no qual o animal foi colocado em um novo tanque, sem nenhum tipo de estressor agravante adicional, mantendo os mesmos parâmetros para todos os indivíduos testados. Esse procedimento visou a observação de diferenças comportamentais individuais na expressão do comportamento tipo-ansioso de geotaxia possibilitando a seleção de animais com expressão comportamental mais intensa. Neste sentido, o melhoramento genético animal é uma ferramenta que promove mudanças genéticas permanentes em uma população, sua base é feita com a seleção de indivíduos de um grupo a qual possuem uma característica desejável para gerar descendentes (PEREIRA, Jonas Carlos Campos, 2008).

Para avaliar se o melhoramento está correndo como desejado, alguns parâmetros são analisados, sendo eles a variância, o desvio padrão e o coeficiente de variação. A variância é

uma medida de dispersão, definida pela média dos desvios quadráticos das medidas em relação à média geral. O desvio padrão é definido como a raiz quadrada da variância, é mais conveniente para explicar as variações individuais do que a variância. O coeficiente de variação representa o desvio padrão que seria obtido se a média fosse igual a 100 (PEREIRA, Jonas Carlos Campos, 2008).

Neste estudo, foram utilizados dois grupos de animais de primeira geração (F1): Controle e Ansiosos. Esses grupos são descendentes de uma amostra inicial (geração F0), previamente selecionada por Lopes & Rossini (2025) com base na intensidade da expressão do comportamento de geotaxia. A avaliação da geração F1 foi realizada por meio do teste do tanque novo, e o desempenho de seus indivíduos foi comparado ao de seus pais (geração F0). O objetivo principal desta investigação foi, portanto, verificar a transmissão transgeracional da característica do comportamento de geotaxia.

2. JUSTIFICATIVA

O estado de ansiedade é uma resposta natural e crucial para a sobrevivência de diversas espécies. No entanto, na sociedade contemporânea, esse estado se manifesta com maior frequência, muitas vezes de forma prejudicial à saúde do indivíduo. A criação de uma linhagem de zebrafish com propensão à ansiedade facilita pesquisas sobre o efeito de ansiolíticos, permitindo avaliar seus resultados em uma população geneticamente mais homogênea para essa característica. Além disso, essa abordagem possibilita investigar a correlação entre a ansiedade e genes específicos.

Dessa forma, os estudos nessa área podem avançar significativamente, beneficiando a grande parcela da população humana que sofre com a ansiedade crônica. A compreensão aprimorada dessa condição pode levar a diagnósticos mais precisos e à prescrição de tratamentos farmacológicos mais eficazes e individualizados.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. ASPECTOS ÉTICOS

O projeto foi submetido ao Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), tendo recebido o número CEAU 23117.029315/2022-41.

3.2. ANIMAIS E CONDIÇÕES DO AMBIENTE AQUÁTICO

O tamanho amostral foi calculado através do programa de análise estatística G*Power. Foram utilizados 30 animais, machos e fêmeas, *Danio rerio* (Zebrafish, WT), nascidos no viveiro do Laboratório de Psicobiologia e Ciências Cognitivas da Universidade Federal de Uberlândia. A idade média estimada dos animais adultos foi entre 6 e 12 meses.

Durante todo o seu desenvolvimento, os animais foram mantidos em viveiros de 35L. Os parâmetros da água foram mantidos constantes: pH = 7~7,4; temperatura = 28° C, concentração de amônia = 0 (zero). O ciclo claro/escuro foi controlado e definido em 12 horas claro e 12 horas escuro (período claro das 6h às 18h). O viveiro era iluminado por uma lâmpada LED de 18W, ativada e desativada por meio de um temporizador. Os animais eram alimentados duas vezes ao dia, através de um alimentador automático, com ração comercial. A água utilizada em todos os aparatos aquáticos era tratada por um processo de filtração por osmose reversa, garantindo assim os parâmetros ideais de manutenção dos animais.

3.3. APARATO EXPERIMENTAL – TESTE “TANK NOVEL”

A arena experimental, na qual os animais foram individualmente testados, foi construída em vidro e apresentava as seguintes dimensões: 70 cm x 15 cm x 12 cm (C x A x L). A arena era

iluminada em sua parte posterior por uma luminária LED, a fim de otimizar a qualidade da imagem para posterior análise no software de rastreamento comportamental. O experimento foi conduzido com uma coluna d'água de 52 cm. A gravação foi realizada por meio de uma WebCam Full HD 1080p, posicionada a 70 centímetros da arena e a análise das filmagens etoexperimentais foi realizada com o uso do software de análise comportamental ToxTrac. A arena foi dividida em seis áreas iguais para a análise comportamental, como Exemplificado na Figura 1.

3.4. PROCEDIMENTO

O estudo do comportamento de ansiedade em zebrafish envolveu etapas cruciais. A avaliação foi realizada utilizando o teste do tanque novo, no qual cada peixe foi transferido, com um béquer, do tanque viveiro para uma arena experimental em formato de torre. Essa torre foi dividida virtualmente em seis áreas idênticas. Para o procedimento, a água utilizada na arena foi a mesma do tanque viveiro de origem.

Para iniciar o teste, um peixe foi retirado do viveiro com uma rede e, em seguida, colocado em um béquer com água do tanque viveiro para ser transferido para a torre. Assim que o animal estava na arena, o ambiente foi isolado para minimizar o barulho no laboratório, e a gravação do comportamento do peixe começou. O procedimento durou 8 minutos para cada animal e foi realizado da mesma forma tanto ao grupo controle (15 animais) quanto no grupo experimental (fenótipo tipo ansioso) composto por 15 animais.

Os seguintes parâmetros foram registrados: latência para atingir a parte superior da arena (s), tempo gasto em cada área virtualmente delimitada da arena, número de transições (entradas) de uma área para outra, velocidade média de movimentação, distância percorrida, número de períodos de congelamento e duração do congelamento (s). O congelamento foi definido como a ausência de movimento por 3 segundos ou mais, com exceção das brânquias e dos olhos (EGAN et al., 2009).

A permanência mais longa na primeira área, ou seja, na parte mais funda da arena experimental, uma latência maior na exploração, congelamentos mais prolongados e menor deslocamento entre as áreas, representaram um perfil comportamental indicativo de alto estresse e ansiedade (EGAN et al., 2009).

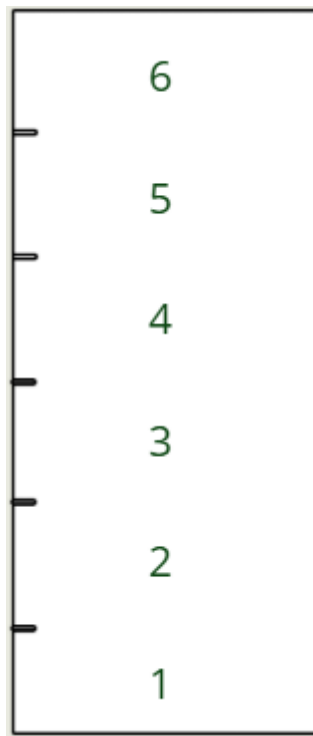


Figura 1. Representação gráfica do tanque utilizado nos testes para analisar o comportamento do zebrafish, e suas áreas demarcadas.

Após o registro comportamental, o animal foi retirado da torre e transferido para um aquário de isolamento, garantindo que os peixes testados não se misturassem com aqueles que ainda não tinham passado pelo experimento. Os grupos, tipo ansioso e controle foram mantidos em viveiros separados durante toda a investigação. Em seguida, a água da torre de teste era trocada para remover quaisquer resíduos hormonais que pudessem interferir nos resultados. A ordem dos testes foi alternada a cada dia: se em um dia três peixes do grupo ansioso foram testados seguidos por três do grupo controle, no dia seguinte a ordem era invertida.

3.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

A análise estatística desses dados foi realizada por meio do software estatístico JASP 0.18.3, utilizando os seguintes testes estatísticos: teste de normalidade de *Shapiro-Wilk*, Teste de *Brown-Forsythe*, teste *t* de *Student* para amostras independentes e *Análise de covariância (ANCOVA)*. O tamanho do efeito foi estimado por meio do cálculo *d* de *Cohen*. Ao final do processo, gráficos e tabelas foram gerados, permitindo a análise das diferenças entre os dois grupos e a obtenção de uma conclusão para o experimento.

4. RESULTADOS

Com base no método descrito anteriormente, os dados foram coletados e analisados de acordo com os objetivos do estudo. Com intuito de facilitar a compreensão dos dados, os resultados foram organizados em tabelas e gráficos, sendo interpretados por meio de métodos estatísticos apropriados.

Os resultados deste grupo de animais (F1) foi comparado com a geração parental (F0) com intuito de observar uma possível estabilidade na expressão comportamental tipo-ansioso.

4.1. ANÁLISE ESTATÍSTICA DO COMPORTAMENTO DO TIPO-ANSIOSO DA GERAÇÃO F1

As gravações dos parâmetros comportamentais foram analisadas por meio do programa ToxTrac. A partir desse rastreo comportamental, foi possível obter informações como: tempo de permanência em áreas específicas, velocidade, aceleração e distância percorrida.

Com os dados consolidados em uma planilha, abrangendo todos os animais testados, calculou-se o tempo em segundos de permanência de cada animal oriundo de uma geração parental tipo-ansioso ou tipo-não ansioso classificada em um estudo prévio (Lopes, 2025). O gráfico da Figura 2 ilustra o tempo médio de permanência de cada grupo nas seis áreas relevantes da torre experimental, onde a Área 1 corresponde à região mais profunda da torre, e a

Área 6, à mais próxima da superfície.

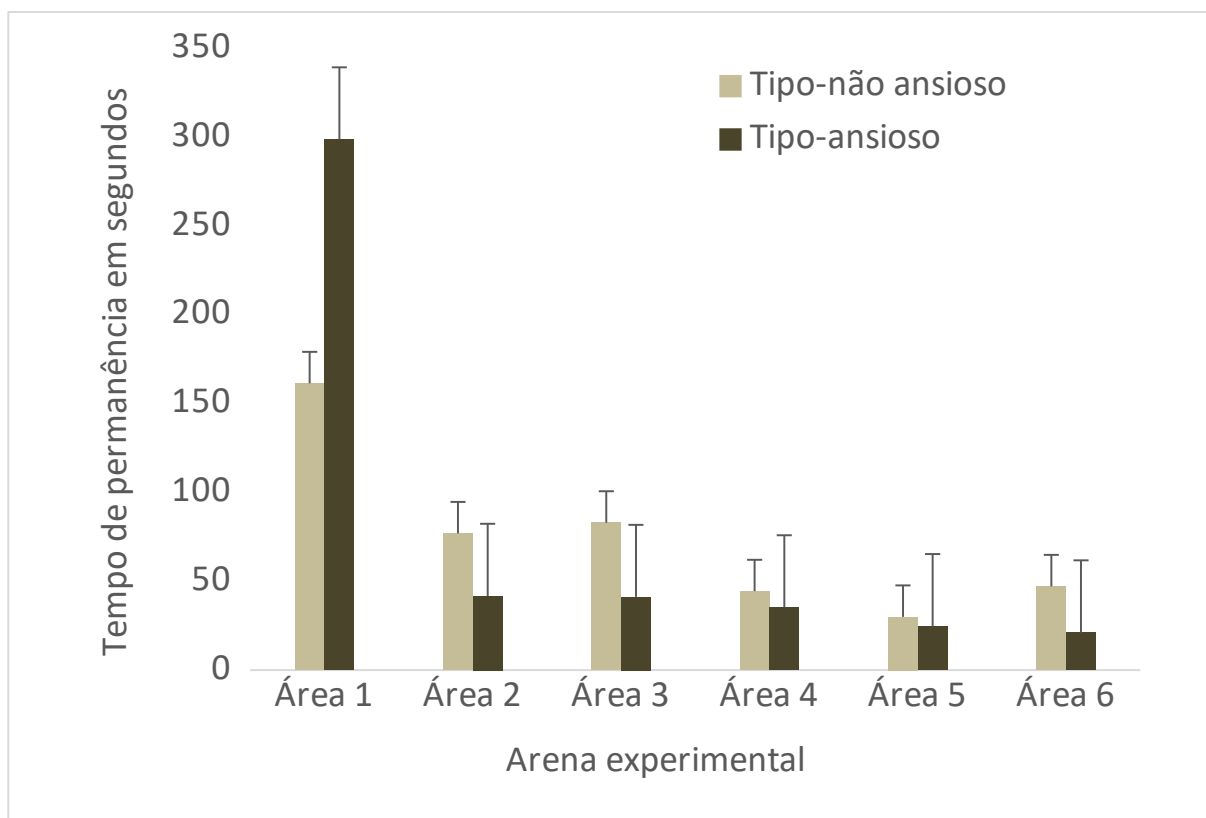


Figura 2. Gráfico de permanência nas áreas em segundos. Esse gráfico representa a permanência dos grupos tipo-não ansioso e tipo-ansioso nas áreas do teste tanque novo, divididas em seis áreas diferentes, sendo a área 1 a mais funda e a área 6 a mais próxima a superfície.

Para verificar se há significância na diferença entre as médias dos grupos, ansioso e não ansioso, os dados foram comparados por meio do teste *t de Student* para amostras independentes. A Tabela 1 apresenta o resultado dessa análise.

Tabela 1. Análise estatística do desempenho de permanência na área 1 dos grupos investigados F1.

	t	df	p	Cohen's d	SE Cohen's d
Área 1	2.932	28	0.007 *	1.071	0.414
Área 2	-1.858	28	0.074	-0.679	0.386
Área 3	-2.197	28	0.036 ^{a*}	-0.802	0.393
Área 4	-0.731	28	0.471	-0.267	0.368
Área 5	-0.525	28	0.604	-0.192	0.367
Área 6	-1.199	28	0.240	-0.438	0.374

Nota. Teste *t de Student* para amostras independentes

^a Teste Brown-Forsythe significativo ($p < .05$), indicando variância não equivalente entre grupos.

Os demais parâmetros analisados incluíram a velocidade média de nado, a aceleração e a distância percorrida. Assim como nos casos anteriores, utilizou-se o teste *t*, cujos resultados estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Análise do desempenho dos grupos investigados quanto a velocidade média de nado, a aceleração e a distância percorrida (mm).

	t	df	p	Cohen's d	SE Cohen's d
Velocidade média (mm/s)	1.401	28	0.172	0.511	0.377
Aceleração (mm/s ²)	2.220	28	0.035*	0.811	0.394
Distância (mm)	1.343	28	0.190	0.491	0.376

Nota. Teste *t de Student* para amostras independentes.

Apenas a aceleração apresentou diferença significativa entre os grupos investigados. O grupo de animais tipo-ansioso apresentou uma aceleração significativamente superior quando comparada ao grupo tipo-não ansioso, respectivamente, 125 mm/s² e 98,7

mm/s².

4.2. ANÁLISE ESTATÍSTICA DO COMPORTAMENTO DO TIPO-ANSIOSO ENTRE AS GERAÇÕES F0 E F1

Foi realizada uma comparação do tempo de permanência no fundo da arena experimental (Area 1) entre a geração parental (F0) (Lopes, 2025) e a geração subsequente (F1) analisada no presente estudo, buscando investigar a permanência da característica comportamental entre as gerações. Para tanto foi realizado uma análise de covariância (ANCOVA) para os seguintes grupos: Ansioso (F0), n = 12; Ansioso (F1), n = 15; Não Ansioso (F0), n = 12 e Não Ansioso (F1), n = 15. Essa análise confirmou uma diferença significativa entre os grupos ($F(3,50) = 10.76$, $p < 0,001$, $\eta^2p = 0.39$), representado na figura 3, e sugere a manutenção dessa característica na geração F1, embora em menor intensidade. A análise da homogeneidade do comportamento entre o grupo de animais ansiosos F0 e F1 foi analisada por meio do teste *Brown-Forsythe* não confirmando diferença significativa na variância dos grupos, $p = 0,219$, o que sugere que, apesar das diferenças no tempo de permanência na área 1, as duas amostras apresentam homogeneidade.

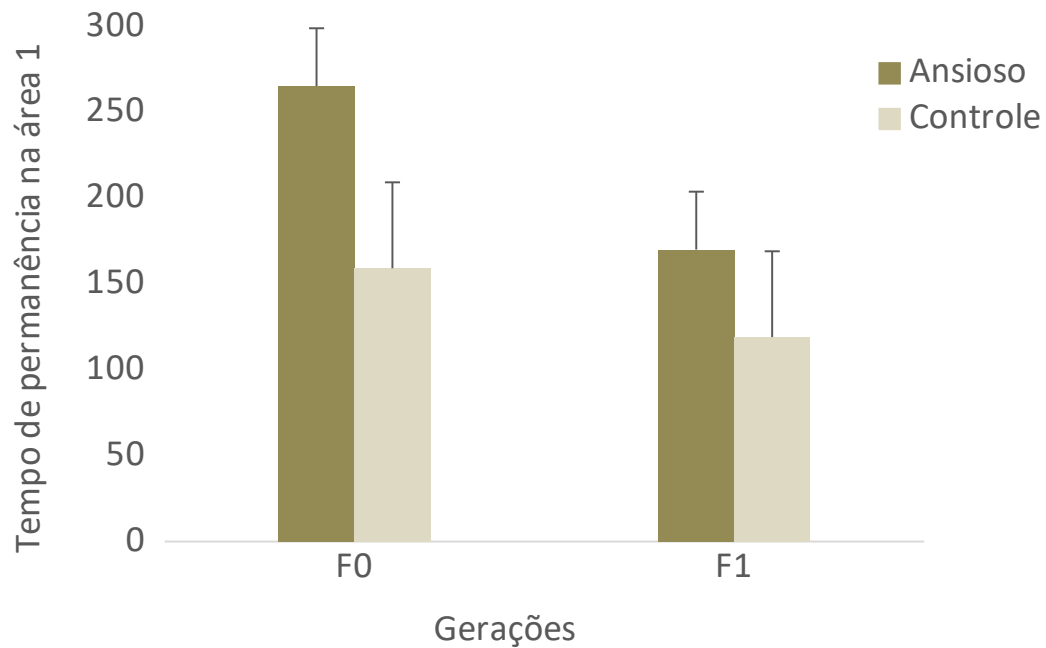


Figura 3. Comparação do tempo de permanência na área 1 entre grupo controle e ansioso em F0 e F1.

5. DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo indicam que o grupo com perfil ansioso permaneceu significativamente mais tempo na região mais profunda da torre, sugerindo que esse padrão não ocorreu ao acaso. Esse achado possibilita uma investigação mais detalhada da base genética do grupo selecionado, a fim de verificar se existe uma correlação suficientemente robusta para sustentar o desenvolvimento de uma linhagem com nível de ansiedade superior ao da média populacional.

A análise inicial buscou verificar se a diferença observada entre as médias dos grupos apresentava significância estatística. Para esse fim, aplicou-se o teste t de Student, cujo resultado, apresentado na Figura 3, demonstrou significância para os dados referentes à primeira área. Esse achado indica que a diferença observada entre os grupos não pode ser atribuída ao acaso, mas reflete uma distinção consistente no comportamento analisado.

A confirmação estatística dessa diferença fornece suporte empírico para a interpretação

de que os grupos apresentam padrões distintos de permanência na área investigada. Tal resultado reforça a validade do delineamento experimental e abre espaço para análises mais aprofundadas acerca dos mecanismos que sustentam essa divergência comportamental, considerando tanto a influência genética quanto fatores ambientais que possam modulá-la.

Em relação a análise intergeracional, os resultados obtidos neste estudo evidenciam que a característica comportamental associada à permanência prolongada na área mais profunda da arena experimental (Área 1) apresentou manutenção parcial entre gerações. A análise de covariância (ANCOVA) confirmou diferenças significativas entre os grupos, com efeito robusto ($\eta^2p = 0,39$), indicando que a seleção do fenótipo ansioso na geração parental (F0) exerceu impacto sobre a geração subsequente (F1). No entanto, observou-se que a intensidade dessa característica foi atenuada nos descendentes, sugerindo que a transmissão intergeracional do comportamento não ocorre de forma absoluta, mas sim com variação na sua expressão.

A análise de homogeneidade, conduzida pelo teste de *Brown-Forsythe*, não identificou diferenças significativas na variância entre os grupos ansiosos de F0 e F1 ($p = 0,219$). Esse achado indica que, embora existam diferenças nos tempos médios de permanência entre gerações, a distribuição interna do comportamento ansioso permaneceu consistente, o que reforça a ideia de estabilidade relativa da característica dentro da linhagem selecionada.

Esses resultados contribuem para a compreensão da herança de traços comportamentais associados à ansiedade, apontando para a influência de fatores genéticos, mas também sugerindo a atuação de moduladores adicionais, como aspectos ambientais ou epigenéticos, que podem explicar a atenuação observada na geração F1. Estudos futuros, integrando análises e amostras mais amplas, poderão esclarecer os mecanismos subjacentes à transmissão dessa característica comportamental ao longo das gerações.

5.1. Hipótese sobre a influencia da genética no comportamento ansioso

A hipótese sobre a influencia da genética no comportamento ansioso, no qual a progênie dos indivíduos selecionados como mais ansiosos terão um comportamento do tipo ansioso mais presente que o resto da população. Os dados coletados nesse estudo corroboram diretamente essa ideia, tendo em vista que a média de permanência na área 1 do grupo tipo ansioso foi significativamente maior que a do grupo não ansioso.

Com essa ideia em mente, as próximas gerações dos indivíduos selecionados também

terão uma manutenção desse traço comportamental até o estabelecimento de uma linhagem homogênea para essa característica.

A análise percentilica dos dados revelou que o grupo ansioso permaneceu aproximadamente 63% do tempo na região mais profunda da arena, em contraste com o grupo não ansioso, que apresentou permanência média em torno de 36%. Essa diferença expressiva sugere a presença de influência genética na manutenção do comportamento, considerando que os animais avaliados descendem de progenitores previamente selecionados por sua propensão ao fenótipo ansioso.

Caso essa tendência se mantenha nas gerações subsequentes, será possível consolidar uma linhagem progressivamente mais suscetível a manifestações de comportamento ansioso, reforçando a hipótese de transmissão intergeracional do traço. Além disso, a análise genética direcionada desses indivíduos poderá identificar regiões genômicas ou mecanismos específicos associados à expressão do fenótipo ansioso, fornecendo subsídios relevantes para estudos futuros sobre os determinantes biológicos da ansiedade.

5.2. Velocidade, aceleração e distância percorrida

A análise das variáveis dependentes revelou que, entre velocidade, aceleração e distância percorrida, apenas a aceleração apresentou diferença estatisticamente significativa, sendo maior no grupo tipo-ansioso. Esse achado pode estar associado a respostas motoras rápidas desencadeadas pelo estado de alerta. Em um ambiente completamente novo, indivíduos mais propensos ao comportamento ansioso tendem a ativar esse estado com maior facilidade, o que resulta em acelerações mais intensas durante a locomoção no aquário. Tal padrão sugere um possível comportamento de fuga, provavelmente relacionado ao estresse do manejo e ao desconhecimento do novo ambiente.

Embora não tenham sido observadas diferenças significativas em velocidade e distância percorrida, ambas variáveis apresentaram médias mais elevadas no grupo ansioso, o que pode indicar uma tendência comportamental que merece investigação mais aprofundada. Observou-se

ainda que esses indivíduos permaneceram por mais tempo na região inferior do tanque, apesar de apresentarem maior distância percorrida. Esse resultado pode ser explicado pela movimentação constante na parte mais funda, sem exploração consistente das demais áreas. As gravações mostraram que muitos animais subiam parcialmente no tanque, mas retornavam rapidamente ao fundo. Esse comportamento contribui tanto para o aumento da aceleração, em função das fugas rápidas para a base, quanto para a elevação da velocidade média, já que os animais aparentavam não se sentir confortáveis para explorar de forma ampla e estável todo o ambiente experimental.

6. CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo reforçam a utilidade do zebrafish (*Danio rerio*) como modelo experimental para a investigação de comportamentos do tipo ansioso. A análise comportamental realizada por meio do teste do tanque novo demonstrou que indivíduos classificados como ansiosos permaneceram significativamente mais tempo na região inferior da arena, apresentando também aceleração superior em comparação ao grupo não ansioso. Esses achados indicam a presença de um padrão consistente, que pode estar associado a mecanismos genéticos relacionados à suscetibilidade à ansiedade.

A comparação entre gerações evidenciou ainda a manutenção parcial do fenótipo ansioso na descendência (F1), sugerindo transmissão intergeracional do traço. Embora a intensidade da característica tenha se mostrado atenuada nos descendentes, a homogeneidade estatística entre os grupos ansiosos de F0 e F1 indica relativa estabilidade do comportamento dentro da linhagem selecionada. Esses dados sustentam a hipótese de que a seleção de indivíduos com propensão à ansiedade pode, ao longo de gerações, contribuir para o estabelecimento de uma linhagem mais homogênea em relação a esse perfil comportamental.

Entretanto, algumas limitações devem ser consideradas. O tamanho reduzido da amostra e a análise restrita a apenas duas gerações (F0 e F1) impõem cautela na generalização dos resultados. Além disso, a ausência de investigações moleculares impede a confirmação dos mecanismos genéticos ou epigenéticos subjacentes ao fenótipo observado. Variáveis ambientais e o não controle de possíveis diferenças sexuais também podem ter influenciado os achados.

Apesar dessas restrições, o estudo contribui para o avanço do conhecimento sobre a

herança de comportamentos relacionados à ansiedade em modelos animais. Futuras pesquisas, incluindo análises genéticas e avaliações de gerações subsequentes, serão fundamentais para consolidar a compreensão dos fatores envolvidos na transmissão desse traço. Nesse sentido, o zebrafish se mostra um modelo promissor, com potencial para auxiliar no desenvolvimento de estratégias terapêuticas e farmacológicas voltadas ao tratamento dos transtornos ansiosos em humanos.

7. REFERÊNCIAS

BARCELLOS, Leonardo José Gil et al. Whole-body cortisol increases after direct and visual contact with a predator in zebrafish *Danio rerio*. *Aquaculture*, v. 272, n. 1, p. 774-778, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.09.002>.

CHAHARDEHI, Amir Modarresi et al. Zebrafish, a biological model for pharmaceutical research for the management of anxiety. *Mol Biol Rep*. 2023 Apr;50(4):3863-3872. doi: 10.1007/s11033-023-08263-1. Epub 2023 Feb 9. PMID: 36757551.

EGAN, Rupert J. et al. Understanding behavioral and physiological phenotypes of stress and anxiety in zebrafish. *Behavioural Brain Research*, v. 205, n. 1, p. 38-44, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2009.06.022>.

HEEREN, Alexandre; JONES, Payton J; MCNALLY, Richard J. Mapping network connectivity among symptoms of social anxiety and comorbid depression in people with social anxiety disorder. *J Affect Disord*. v. 228, n. 1, p. 75-82. 2018; doi: 10.1016/j.jad.2017.12.003. Epub 2017 Dec 6. PMID: 29232567.

JASP Team (2024). JASP (Version 0.18.3) [Computer software].

STEWART, Adam et al. Modeling anxiety using adult zebrafish: a conceptual review. *Neuropharmacology*, v. 62, n. 1, p. 135–143, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.neuropharm.2011.07.037>.

KÜTTER, Mateus Tavares et al. Boas práticas na criação e manutenção de zebrafish (*Danio rerio*) em laboratório no Brasil. *Ciência Animal Brasileira*, v. 24, e74134P, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1809-6891v24e-74134P>.

LENHARDT, Gabriela; CALVETTI, Prislá Ücker. Quando a ansiedade vira doença?: Como tratar transtornos ansiosos sob a perspectiva cognitivo-comportamental. Aletheia, Canoas, v. 50, n. 1-2, p. 111-122, dez. 2017. Disponível em <http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-03942017000100010&lng=pt&nrm=iso>. acessos em 22 abr. 2025.

MUELLER, Thomas; VERNIER, Philippe; WULLIMANN, Mario F. The adult central nervous cholinergic system of a neurogenetic model animal, the zebrafish *Danio rerio*. *Brain Res.* v. 1011, n. 2, p. 156-169, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2004.02.073>.

PEREIRA, Jonas Carlos Campos. *Melhoramento genético aplicado à produção animal*. 5. ed. Belo Horizonte: FEPMVZ Editora, 2008. 617 p. ISBN 978-85-87144-30-0.

REHNBERG, B. G.; SMITH, R. J. F. The influence of alarm substance and shoal size on the behaviour of zebra danios, *Brachydanio rerio* (Cyprinidae). *Journal of Fish Biology*, v. 33, n. 1, p. 155–163, 1988. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1988.tb05457.x>.

ROSSINI, Joaquim Carlos; FERRARESI, Tatiane Santana Prado; VENTURA, Túlio Fischer; SILVA, José Aparecido da. Atenção, ansiedade e vulnerabilidade cognitiva. p. 170–189.

Sadock, B. J., Sadock, V. A., & Ruiz, P. Kaplan & Sadock's comprehensive textbook of psychiatry 10^a ed. Wolters Kluwer. (2017).

SAVIOLA, Francesca et al. Trait and state anxiety are mapped differently in the human brain. *Scientific Reports*, [S.l.], v. 10, p. 11112, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-68008-z>.

SPEEDIE, Natasha; GERLAI Robert. Alarm substance induced behavioral responses in zebrafish (*Danio rerio*). *Behav Brain Res*. v. 188, n. 1, p. 168-177, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2007.10.031>.

ZON, Leonard I; PETERSON, Randall, T. In vivo drug discovery in the zebrafish. *Nat Rev Drug Discov*. v. 4, n. 1, p. 35-44, Jan 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/nrd1606>.