RBTCC
e-ISSN: 1982-3541
Revista Brasileira de Terapia Comportamental e Cognitiva

ABPMC
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIÊNCIAS DO COMPORTAMENTO

Uma Introdução à Demanda Operante

An Introduction to Operant Demand

Una introducción a la demanda operante

RESUMO: As análises de demanda operante podem fornecer contribuições úteis para aplicações. O objetivo deste artigo é apresentar conceitos, noções básicas de análise de dados, variáveis que afetam a demanda, tarefas hipotéticas de compras, contribuições da demanda operante para políticas públicas e noções básicas para interpretações de medidas empíricas obtidas por meio de um modelo matemático. Foram definidos conceitos como preço, commodity, esquemas de reforço, consumo, demanda operante, curvas e elasticidade da demanda, elasticidade-preço e elasticidade-preço cruzada da demanda, efeitos da abertura da economia e da disponibilidade de outros reforçadores na elasticidade da demanda. Foi apresentada a evolução de modelos matemáticos, foram caracterizadas tarefas de consumo hipotético e as contribuições da demanda operante para aplicações. Foram realizadas interpretações de medidas obtidas com o Modelo Exponenciado, com uso de dados simulados de consumo hipotético. Os estudos de demanda operante são importantes por terem uma base experimental consistente e por trazerem contribuições para contextos aplicados.

Palavras-chave: Curva de demanda; Economia comportamental; Demanda operante; Consumo; Modelos matemáticos.

ABSTRACT: Operant demand analyses can provide useful insights for practical applications. The objective of this article is to present concepts, basic notions of data analysis, variables that affect demand, hypothetical purchasing tasks, the contributions of operant demand to public policy, and basic notions for interpreting empirical measures obtained from a mathematical model. Concepts such as price, commodity, reinforcement schedules, consumption, operant demand, demand curves and elasticity, own-price elasticity and cross-price elasticity of demand were defined, along with the effects of economic openness and the availability of other reinforcers on demand elasticity. The evolution of mathematical models was presented, hypothetical consumption tasks were characterized, and the contributions of operant demand to applications were discussed. Interpretations were made of measures obtained using the Exponential Model, employing simulated hypothetical consumption data. Studies of operant demand are important because they provide a consistent experimental basis and inform applied contexts.

Keywords: Demand curve; Behavioral economics; Operant demand; Consumption; Mathematical models.

Thays da Cruz Silva [1]
Ariela Oliveira Holanda [2]
Carlos Eduardo Costa [1]

[1] Universidade Estadual de Londrina
[2] Instituto Federal do Paraná

Correspondente
* thayssilva8@gmail.com

Dados do Artigo
DOI: 10.31505/rbtcc.v27i1.2179
Recebido: 11 de Outubro de 2025
1º Decisão: 07 de Fevereiro de 2026
Aprovado: 21 de Abril de 2026
Publicado: 08 de Maio de 2026
Editor-Chefe: Dr. Fábio Henrique Baia
Editor Associado: Anderson Jonas das Neves

Declaração: Os autores TCS, CEC, e AOH declaram não ter nenhum conflito de interesses.

Como citar este documento
Silva, T. C., Holanda, A. O. & Costa, C. E.. (2025). Uma Introdução à Demanda Operante. *Revista Brasileira de Terapia Comportamental e Cognitiva, 27*, 249-269. https://doi:10.31505/rbtcc.v27i1.2179

CC BY OPEN ACCESS
É permitida a distribuição, remixe, adaptação e criação a partir deste trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que lhe atribuam o devido crédito pela criação original.

RESUMEN: Los análisis de la demanda operativa pueden aportar información útil para su aplicación práctica. El objetivo de este artículo es presentar conceptos, nociones básicas de análisis de datos, variables que influyen en la demanda, tareas hipotéticas de compra, aportaciones de la demanda operativa a las políticas públicas y nociones básicas para la interpretación de medidas empíricas obtenidas a partir de un modelo matemático. Se definieron conceptos como precio, mercancía, esquemas de refuerzo, consumo, demanda operante, curvas y elasticidad de la demanda, elasticidad-precio y precio cruzado de la demanda, así como los efectos de la apertura de la economía y de la disponibilidad de otros refuerzos en la elasticidad de la demanda. Se presentó la evolución de los modelos matemáticos, se caracterizaron tareas de consumo hipotético y se expusieron las contribuciones de la demanda operante a las aplicaciones. Se realizaron interpretaciones de las medidas obtenidas con el Modelo Exponencial, utilizando datos simulados de consumo hipotético. Los estudios de demanda operante son importantes por tener una base experimental consistente y aportar contribuciones a contextos aplicados.

Palabras clave: Curva de la demanda; Economía conductual; Demanda operante; Consumo; Modelos matemáticos.

Economia Comportamental Operante e Demanda Operante

O termo Economia Comportamental é aplicado em diferentes contextos e campos de estudo, dentre os quais se destacam dois, com bases distintas. O primeiro, de orientação cognitivista, é voltado ao estudo de aspectos cognitivos da tomada de decisão, sobretudo à compreensão de escolhas que violariam a decisão racional, conforme postulada na microeconomia neoclássica (cf. Varian, 2006). O segundo campo, de interesse do presente trabalho, chamado de Economia Comportamental Operante (ECO), refere-se ao estudo da Análise Experimental do Comportamento (AEC) combinado com os princípios da microeconomia (Hursh & Graham, 2025).

Com base nos princípios da microeconomia e nas noções de aprendizagem operante, a ECO utiliza modelos matemáticos para mensurar, predizer o comportamento e embasar os conceitos da área (Hursh et al., 2013; Reed et al., 2021). A ECO possui algumas subáreas de estudo, dentre as quais se detacam a de desconto em escolhas intertemporais e probabilísticas e a da demanda por reforçadores (demanda operante; Hursh & Graham, 2025; Reed et al., 2021). O presente trabalho se concentra na chamada demanda operante, que reúne contribuições dos estudos de esquemas de reforço, unidas às noções econômicas sobre a lei da demanda, que, de forma geral, prevê redução do consumo à medida que aumentam os preços (Hursh, 1980).

Uma característica marcante das pesquisas desta subárea é o desenvolvimento de estudos em laboratório (Bickel et al., 1995; Hursh, 1980; Hursh & Roma, 2013; Reed et al., 2021; Tustin, 1994). Todavia, pesquisadores da área vêm trazendo discussões que destacam o uso da demanda operante e das curvas de demanda em contextos aplicados, na compreensão de comportamentos de comunidades, na prestação de serviços e em políticas públicas. O uso da demanda operante e das curvas de demanda para a produção de mudanças ambientais permite formular intervenções não somente em comportamentos de indivíduos, mas também nos resultados produzidos por grupos e populações, sobretudo naqueles relacionados à saúde pública (Hursh, 1991; Hursh & Roma, 2013; Hursh et al., 2013; Reed et al., 2021, 2023; Reed, Hursh et al., 2025; Schwartz et al., 2021).

O presente trabalho propõe apresentar uma introdução didática, em língua portuguesa, ao tema da demanda operante, destinada a leitores não familiarizados com a temática, especialmente a alunos de graduação. Franceschini e Ferreira (2012)

trouxeram ao leitor de língua portuguesa uma introdução à economia comportamental voltada ao entendimento do contexto histórico e dos grandes temas de interesse da área. Posteriormente, a tradução do artigo original em inglês de Reed et al. (2021) possibilitou aos mesmos leitores aprofundar o conhecimento sobre os conceitos da área de forma didática. Embora haja publicações que atendam ao propósito introdutório, a literatura científica em português ainda carece de material que foque especificamente no tema da demanda operante e esteja voltado a alunos que estão ingressando na área. Além disso, a descrição de exemplos amplamente explorados e a explicação de noções iniciais necessárias ao entendimento dos modelos matemáticos empregados na descrição dos resultados do tema podem beneficiar consideravelmente o público-alvo deste estudo. Em língua inglesa, publicações recentes oferecem uma introdução à demanda operante (Hursh & Graham, 2025; Reed et al., 2025a). O presente estudo, portanto, pretende contribuir para essa literatura. O objetivo é apresentar conceitos importantes, noções básicas de demanda operante, variáveis que afetam a demanda, tarefas hipotéticas de compra (frequentemente utilizadas em estudos de demanda), contribuições da demanda operante para políticas públicas, medidas empíricas e noções básicas necessárias para a interpretação de um modelo matemático (por meio de simulações) utilizado na análise de dados.

Em primeiro lugar, serão apresentados os seguintes conceitos: preço, commodity, esquemas de reforço, consumo, curvas de demanda e elasticidade de demanda. Em segundo lugar, serão abordados a evolução de alguns modelos quantitativos de análise (com ênfase nos modelos exponencial e exponenciado), definições e cálculos do valor essencial e motivação. Em seguida, será explicado como a abertura da economia e a interação com outros reforçadores influenciam a elasticidade da demanda, e serão definidas as análises de elasticidade-preço da demanda (do inglês, *own-price elasticity*) e de elasticidade-preço cruzada da demanda (*cross-price elasticity of demand*). Então, serão feitas a caracterização de tarefas hipotéticas de compras, a apresentação de um estudo e de seu potencial aplicado a políticas públicas. Por fim, serão apresentadas medidas empíricas e interpretações obtidas a partir de análises realizadas com o modelo exponenciado (Koffarnaus et al., 2015), com dados simulados de consumo hipotético.

Conceitos Básicos de Demanda Operante

No contexto da demanda operante, termos tipicamente utilizados na Economia são tratados como equivalentes a determinados conceitos analítico-comportamentais ou são operacionalizados com base nos parâmetros da Ciência do Comportamento. O entendimento preciso desses termos é crucial para a compreensão da ECO. O termo *commodity*, familiar à Economia, pode ser entendido, no âmbito da demanda operante, como análogo ao reforçador. O *custo*, por sua vez, corresponde ao requisito necessário para a obtenção de uma commodity e é compreendido como um tipo de restrição contingente à obtenção do reforçador (Hursh et al., 2013). A razão entre o custo e a magnitude da commodity (i.e., custo/reforçador) é chamada de *preço unitário* (ou simplesmente preço).

Para ilustrar essa relação, imagine uma situação experimental hipotética na qual, para obter acesso a duas gotas de água (i.e., commodity/benefício), o sujeito (e.g., um rato) precisa pressionar uma barra cinco vezes (i.e., custo). O preço por unidade de reforçador, nesse exemplo, é de 2.5 (5/2) pressões à barra. Portanto, o preço unitário estabelece uma relação de custo-benefício entre a commodity e o custo despendido para obtê-la. Essa relação pode ser manipulada por meio do aumento do custo ou da redução do benefício (i.e., do reforçador). Logo, é possível

aumentar o preço sem aumentar o custo ao reduzir a magnitude do reforçador; ou manter o preço constante, ao aumentar a magnitude do reforçador e seu custo simultaneamente. Essas relações ampliam as possibilidades de manipulação de custos contingentes às respostas em aplicações clínicas e em pesquisas com humanos (Reed et al., 2021). Além disso, o uso do preço unitário possibilita a comparação do valor relativo de diferentes reforçadores independentemente de suas propriedades (e.g., magnitude/dose; Hursh & Silberberg, 2008; Hursh et al., 2013). No exemplo anterior com o rato, pressão à barra e gotas de água, o custo correspondeu ao número de respostas necessário, mas pode também consistir em requisito de força (e.g., 20 N), na passagem de um intervalo de tempo ou, no caso de humanos, na exigência de uma quantia monetária (e.g., em reais − R$; Hursh, 1984; Hursh et al., 2013; Lea, 1978; Reed et al., 2021).

Frequentemente, nos estudos de curva de demanda operante, o custo é expresso em *esquemas de razão*, nos quais o requisito para a obtenção do reforçador é baseado no número de respostas. No esquema de razão fixa (FR do inglês *fixed ratio*), um número fixo de respostas é exigido para a obtenção de um reforçador (e.g., Costa et al., 2024; Pierce & Cheney, 2017). Por exemplo, durante uma sessão experimental em esquema de FR 5, são necessárias cinco respostas para que o reforçador seja obtido. Enquanto o esquema estiver em vigor, o requisito de resposta será o mesmo. A cada cinco respostas, o reforçador será obtido.

Em um esquema de razão progressiva (PR do inglês *progressive-ratio*), o requisito de resposta é aumentado progressivamente dentro de uma mesma sessão, ou seja, o preço (considerando manipulações no custo) aumenta intrassessão (e.g., Costa et al., 2024; Pierce & Cheney, 2017). Considere, por exemplo, que, para obter o primeiro reforçador, são necessárias cinco respostas. Depois de obtido o primeiro reforçador, o requisito passa para 10 respostas. Cumprido este último requisito, obtém-se o segundo reforçador e há um novo aumento para 15 respostas. Ou seja, há aumentos sucessivos na razão durante uma mesma sessão. Esse aumento progressivo de cinco respostas (i.e., 5, 10, 15 respostas e assim por diante) é chamado de PR 5 e o tamanho do incremento corresponde ao aumento no número de respostas a cada obtenção do reforçador (Roane, 2008). É possível, ainda, programar a progressão de modo que a razão aumente somente após a obtenção de um certo número de reforçadores (e.g., aumentar a razão após o recebimento de três reforçadores). Apesar de alguns autores se referirem a aumentos progressivos da razão entre sessões sucessivas como um esquema de PR (e.g., Tustin, 1994), no presente trabalho, assim como em Roane (2008), denominamos de PR apenas esquemas com aumentos da razão dentro de uma mesma sessão.

No contexto da AEC, a taxa de respostas (número de respostas/unidade de tempo) é usada como principal variável dependente (VD), inclusive para avaliar a força ou potência do reforçador (e.g., Hursh, 1984; Hursh & Silberberg, 2008). Na ECO, o *consumo* (i.e., o total de reforçadores obtidos a um preço) se destaca como a principal VD. A Lei da demanda prevê a redução do consumo (i.e., reforçadores obtidos) à medida que o preço de uma mercadoria aumenta (Hursh, 1984; Hursh et al., 2013; Reed et al., 2021). Não substituindo a AEC, mas complementando e apresentando uma evolução na investigação da potência dos reforçadores, a ECO destaca a relação holística entre o reforçador e o gasto/esforço para obtê-lo (i.e., esquemas de reforço, sem se restringir a taxas locais de resposta; Hursh & Silberberg, 2008).

A relação entre o consumo e o preço compreende a ***demanda operante*** (Hursh, 1984). Quando o consumo é medido em relação a uma faixa de preços, essa relação pode ser descrita

graficamente por *curvas de demanda* (quando há sensibilidade ao preço), nas quais o preço (i.e., variável independente; VI) está no Eixo X e o consumo, a variável dependente, no Eixo Y. Essas curvas são derivadas de modelos matemáticos e têm a *elasticidade da demanda* como uma de suas principais características. A elasticidade corresponde à proporção das mudanças no consumo em função de aumentos no preço e ela é dinâmica e variável ao longo da curva. Como forma de capturar essa dinâmica de mudança na elasticidade, em alguns modelos (e.g., exponencial e exponenciado) utiliza-se uma taxa constante (**α**). Na seção seguinte, será explorada a importância deste parâmetro nos modelos matemáticos (Hursh & Silberberg, 2008; Hursh et al., 2013).

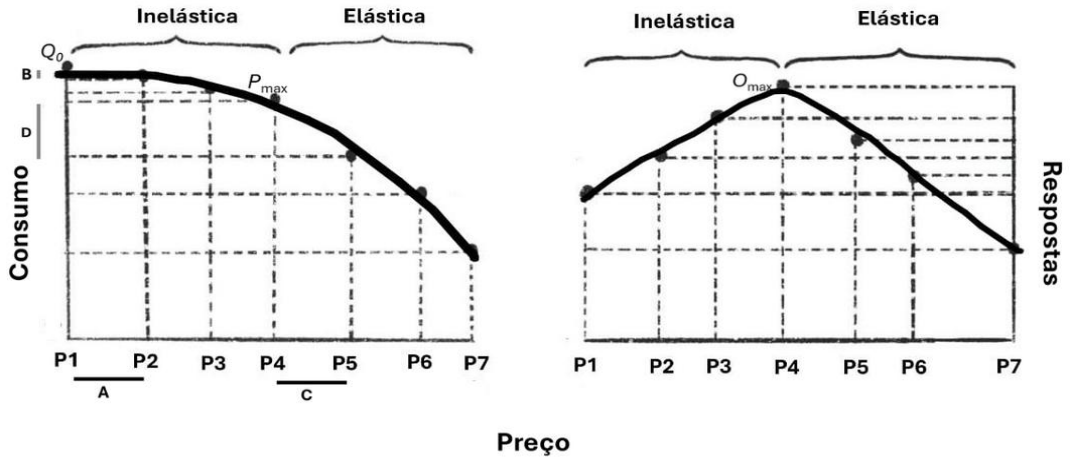
Enquanto a curva de demanda resulta da relação entre consumo e preço, as *curvas de trabalho* refletem a relação entre trabalho (i.e., número de respostas e suas variações) e preço. Nessas curvas, as respostas (i.e., do inglês *output responses*) correspondem à VD na produção dos gráficos de trabalho e o preço, à VI (Reed et al., 2021). Os dois tipos de curvas (i.e., de demanda e de trabalho) permitem análises complementares, na medida em que destacam diferentes aspectos da demanda operante, isto é, os reforçadores obtidos a diferentes preços e o gasto despendido para a obtenção dos reforçadores (e.g., Hursh et al., 2013).

A Figura 1 apresenta curvas de demanda (i.e., consumo; gráfico à esquerda) e de trabalho (i.e., número de respostas emitidas; gráfico à direita). Na curva de demanda, no Preço 1 (P1), observa-se o consumo a *preço zero* (Q_0 ou intensidade da demanda), que corresponde ao consumo no menor nível de restrição possível (i.e., menor preço). Nessa mesma curva, observa-se que, diante dos aumentos de preço, o consumo permanece praticamente estável (i.e., o consumo é defendido) até um determinado ponto, indicado por P_{max} (*maximum price;* gráfico à esquerda). As linhas A e B representam, respectivamente, a alteração no preço de P1 para P2 e a variação no consumo resultante dessa alteração no preço. A Linha A é visivelmente maior que a B. As linhas C e D, por sua vez, representam a alteração no preço de P4 (correspondente a P_{max}) para P5 e a variação no consumo resultante dessa alteração no preço. Ambas as linhas (C e D) possuem comprimentos similares. A análise dessas linhas permite visualizar, de forma didática, as curvas de demanda inelástica e elástica. Até o P_{max} (P4), observa-se que uma alteração no preço (Linha A) produziu uma pequena alteração no consumo (Linha B). Depois de P_{max}, uma alteração similar no preço (Linha C) produziu alterações maiores no consumo (Linha D). Chama-se de inelástica a porção da curva que vai até P_{max}, pois grandes alterações no preço produzem pequenas alterações no consumo, o que resulta em uma elasticidade da demanda inferior a 1 em valor absoluto. Após P_{max}, no entanto, a curva passa a ser elástica, pois grandes alterações no preço produzem grandes alterações no consumo, o que resulta em uma elasticidade da demanda superior a 1 em valor absoluto.

De forma semelhante, na curva de trabalho (Figura 1; gráfico à direita), observa-se um aumento acentuado no número de respostas na porção inelástica até um determinado preço (P4), indicado por O_{max} (*maximum output*), correspondente ao gasto máximo (trabalho máximo). Depois do ponto indicado por O_{max}, o número de respostas diminui frente aos demais aumentos no preço (porção elástica). A partir do ponto em que ocorre a transição para a demanda elástica, ambas as curvas (i.e., a de consumo e a de trabalho, Figura 1), apresentam a mesma direção (descendente), com diminuição no consumo (curva de demanda) ou no número de respostas (curva de trabalho). Em geral, nas curvas, observa-se uma porção inelástica com preços mais baixos e uma porção elástica com preços mais altos (Kaplan et al., 2019; Reed et al., 2021), como

observado na Figura 1. A elasticidade em uma curva de demanda assume diferentes valores em função do preço e o ponto em que ela se torna elástica (i.e., P_{max}) é determinado pela intensidade da demanda e pelo coeficiente de elasticidade (**α**). De forma análoga, em uma curva de trabalho, observa-se um ponto correspondente à produção máxima (i.e., O_{max}), em que a emissão de respostas atinge seu valor mais elevado. Depois dele, aumentos nas exigências da tarefa (i.e., preço) produzem incrementos cada vez menores no trabalho emitido (i.e., respostas), caracterizando uma mudança na elasticidade das respostas emitidas.

Figura 1. *Curvas de Demanda e de Trabalho Simuladas*



Nota. Figura de consumo e trabalho, produzida por Roque Júnior Bispo e pela primeira autora da presente pesquisa, com base na Figura 1 de Reed et al. (2021). Dados criados pelos autores. O preço é indicado pela Letra P + numeral (e.g., Preço 1 = P1). Linhas cinzas (letras B e D) = consumo; Linhas pretas (letras A e C) = preço. Linhas tracejadas representam o consumo ou trabalho; Q_0 = consumo a preço zero; P_{max} = o ponto de elasticidade unitária no qual a inclinação em unidades relativas é igual a 1, em módulo; O_{max}= saída máxima de trabalho (gasto máximo).

Modelos de Análise da Demanda Operante

A fim de mensurar e predizer as relações entre consumo e preço, a pesquisa na área tem utilizado modelos matemáticos. Três modelos de análise serão explorados neste estudo. Os Modelos Linear (Eq. 1; Hursh et al., 1988) e Exponencial (Eq. 2; Hursh & Silberberg, 2008) são descritos devido à sua importância histórica e o Modelo Exponenciado, (Eq. 3; Koffarnus et al., 2015) pelo seu uso em publicações mais recentes (Koffarnus et al., 2015; Kaplan & Reed, 2018; Kaplan et al., 2019) e por ter sido utilizado como exemplo na seção "*Medidas de demanda operante obtidas de dados simulados*" do presente trabalho. Outros modelos são mencionados, mas não são descritos em detalhes.

O Modelo Linear (Hursh et al., 1988) é expresso na Equação 1. Nele, a taxa de redução no consumo com aumento do preço unitário aumenta como uma função linear do preço, produzindo uma inclinação da curva cada vez mais negativa à medida que o preço aumenta:

$$\log Q = \log L + b(\log P) - aP, \qquad (1)$$

Nesse modelo de regressão linear (Hursh et al., 1988), as principais variáveis são o consumo (Q), que assume a função de VD, e o preço (P), como VI, presentes em qualquer modelo de demanda operante (Gilroy et al., 2022). Dois parâmetros são utilizados para mensurar a elasticidade da demanda: b é a inclinação inicial descendente do consumo; e a, a aceleração da inclinação com os aumentos no preço, i.e., a sensibilidade do consumo às variações no preço. L é

o intercepto ou a intensidade da demanda, a estimativa de consumo quando o preço é mínimo. O modelo utiliza transformações logarítmicas (log; Hursh et al., 1988; Koffarnus et al., 2022).

O Modelo Linear apresenta algumas limitações que motivaram a proposição de outros modelos: (1) dificuldade de interpretação e de comparação entre grupos/condições, por usar dois parâmetros para a elasticidade; (2) exclusão de preços iguais a zero; (3) impossibilidade de acomodar o consumo zero (Koffarnaus et al., 2022); (4) probabilidade de produzir valores equivocados, como aumento do consumo a preços baixos (Kaplan et al., 2019).

O modelo desenvolvido posteriormente ao linear, denominado Modelo Exponencial (Eq. 2; Hursh & Silberberg, 2008), representou um avanço ao descrever a sensibilidade do consumo às variações de preço por meio de um único parâmetro (**α**), tornando-o mais simples e parcimonioso. Ademais, serviu de base para modelos posteriores (e.g., Koffarnus et al., 2015). Por essas razões, a Equação 2 e seus parâmetros são detalhados a seguir (Hursh & Silberberg, 2008).

$$\text{Log } Q = \log Q_0 + k\,(e^{-\alpha^{(Q_0 C)}}-1), \qquad (2)$$

No Modelo Exponencial, o consumo é representado por Q e o preço de cada reforçador é indicado por C. O parâmetro Q_0 é a medida de intensidade da demanda e corresponde ao consumo previsto quando o preço é o menor possível, funcionando como uma linha de base do consumo. Como o modelo usa transformações logarítmicas (i.e., que não acomodam valores iguais a zero), o parâmetro K representa a amplitude da curva em unidades logarítmicas, estabelecendo a diferença entre os maiores e menores níveis previstos de consumo. Dessa forma, define um limite inferior matemático para a função, evitando que ela tenda ao infinito negativo quando o consumo se aproxima de zero (Gilroy et al., 2021; Hursh & Silberberg, 2008; Kaplan et al., 2019). Para isolar propriedades escalares dos reforçadores (i.e., magnitude/dose) e permitir, pelo menos teoricamente, comparações entre reforçadores que tenham o consumo inicial distintos, o *preço é padronizado* a partir da multiplicação do preço pela intensidade da demanda (ver expoentes na Eq. 2: $Q_0 .C$; Hursh & Silberberg, 2008; Hursh & Winger, 1995).

Considerar a intensidade da demanda permite comparar reforçadores que tendem a produzir padrões iniciais de consumo discrepantes. Por exemplo, 100 g de açúcar tendem a produzir uma saciação bem mais rápida do que 100 g de água. Enquanto o indivíduo privado de água seria saciado com 500 g de água; aquele privado de açúcar estaria saciado com 100 g de açúcar. Essa diferença no consumo, quando ambos os reforçadores possuem um preço mínimo, é representada pela intensidade de demanda. Quanto mais se consome a um preço mínimo, maior é a intensidade da demanda pelo reforçador.

O *coeficiente de elasticidade* (**α**), por sua vez, representa a sensibilidade do consumo às variações no preço e determina a rapidez com que a demanda se torna elástica ao longo da curva. Maiores valores de **α** indicam maior sensibilidade ao aumento do preço, resultando em reduções mais acentuadas no consumo. Já menores valores de **α** caracterizam demandas relativamente mais inelásticas, nas quais o consumo diminui de forma gradual à medida que o preço aumenta (Gilroy et al., 2020; Kaplan et al., 2019; Koffarnus et al., 2022). Para que **α** represente adequadamente a elasticidade da demanda e possibilite comparações entre diferentes reforçadores, o parâmetro K deve ser mantido constante, uma vez que o valor estimado de **α** depende diretamente da amplitude da curva definida por K (Hursh & Silberberg, 2008; Kaplan et al., 2019). Por fim, e trata-se de uma constante matemática conhecida como número de Euler, base dos logaritmos naturais.

O Modelo Exponencial (Eq. 2) apresenta

vantagens em relação ao Modelo Linear (Eq. 1), ao considerar uma medida estimada de consumo a preço próximo de zero, por meio da intensidade da demanda (Q_0), e do uso de um único parâmetro (α) para descrever a elasticidade da demanda (Kaplan et al., 2019). Ao padronizar o preço em função da intensidade da demanda, o valor essencial (abordado no próximo tópico) de diferentes reforçadores pode ser comparado (Hursh & Silberberg, 2008). Ademais, a curva assume um decréscimo exponencial (como previsto pela lei da demanda) e, evitando valores que representem aumento do consumo a preços baixos, como pode ocorrer no Modelo Linear (Koffarnus et al. 2022). Apesar dessas vantagens, as transformações logarítmicas do consumo, bem como o uso do parâmetro *K* e sua relação com α impõem limitações ao modelo. Como o consumo é transformado em escala logarítmica, os valores iguais a zero não podem ser ajustados. Assim, o eixo do consumo não possui um limite inferior real e o consumo zero não é representado na curva. Para contornar essa limitação, pode-se omitir os valores iguais a zero (produzindo erro de dados ausentes) ou substituí-los por valores pequenos, não nulos (por exemplo, 0.01, 0.001). Ambas as opções são problemáticas, pois valores de consumo iguais a zero são dados legítimos e diferenças que parecem pequenas podem produzir alterações substanciais no ajuste da curva (Kaplan et al., 2019; Koffarnus et al. 2022).

Outro ponto problemático é o valor estimado de α depende de *K*; portanto, quando são utilizados diferentes valores de *K* (intra ou entre experimentos), não é possível comparar os valores de α. Por fim, ambos os modelos com base logarítmica (i.e., Modelo Linear e Modelo Exponencial) são sensíveis a dados não sistemáticos, que podem produzir distorções substanciais nos parâmetros α e Q_0 (Koffarnus et al. 2015, 2022; Yu et al., 2014). As estratégias para lidar com dados não sistemáticos (i.e., que violam a lei da demanda ou indicam desatenção na tarefa) são semelhantes às aplicadas aos dados de consumo zero (Koffarnus et al., 2022).

Na perspectiva de lidar com o problema do consumo zero, Koffarnus et al. (2015) reformularam o Modelo Exponencial (Eq. 2). No Modelo Exponenciado (Eq. 3; Koffarnus et al., 2015), os dois lados da equação são elevados à base 10. Assim, o consumo não é transformado em logaritmo e é representado em escala natural (linear; Gilroy et al., 2020). Como vantagem, o Modelo Exponenciado acomoda valores iguais a zero, eliminando distorções decorrentes da remoção desses dados ou de sua substituição por valores pequenos não nulos, aspecto relevante principalmente nas tarefas de compras hipotéticas, nas quais são comuns preços elevados e consumo igual a zero. Ademais, o Modelo Exponenciado apresenta melhor ajuste aos dados do que o Modelo Exponencial (Kaplan et al., 2019; Koffarnus et al., 2015). Entretanto, dados não sistemáticos ainda podem comprometer o ajuste da curva, e o modelo continua utilizando o parâmetro *K*. Assim, como *K* estabelece a amplitude da curva, o consumo previsto em preços elevados nunca atinge um limite inferior real correspondente ao consumo zero (Gilroy et al., 2021).

$$Q = Q_0 .10^{k\,(e^{-\alpha(Q0C)}-1)}, \qquad (3)$$

Para resolver o problema da não representação do zero real na curva, foi proposto o Modelo *Zero-Bounded Exponential* (ZBE, Gilroy et al., 2021). Não nos ateremos aos detalhes matemáticos do ZBE, pois sua base difere bastante das dos outros modelos apresentados até o momento, mas destacaremos alguns aspectos importantes. O ZBE utiliza a transformação *Inverse Hyperbolic Sine* (IHS) em vez do logaritmo, isso o permite possuir um limite inferior real e representar o consumo igual a zero, i.e., a supressão completa do consumo. A amplitude da curva é definida pela intensidade da demanda inicial, eliminando a

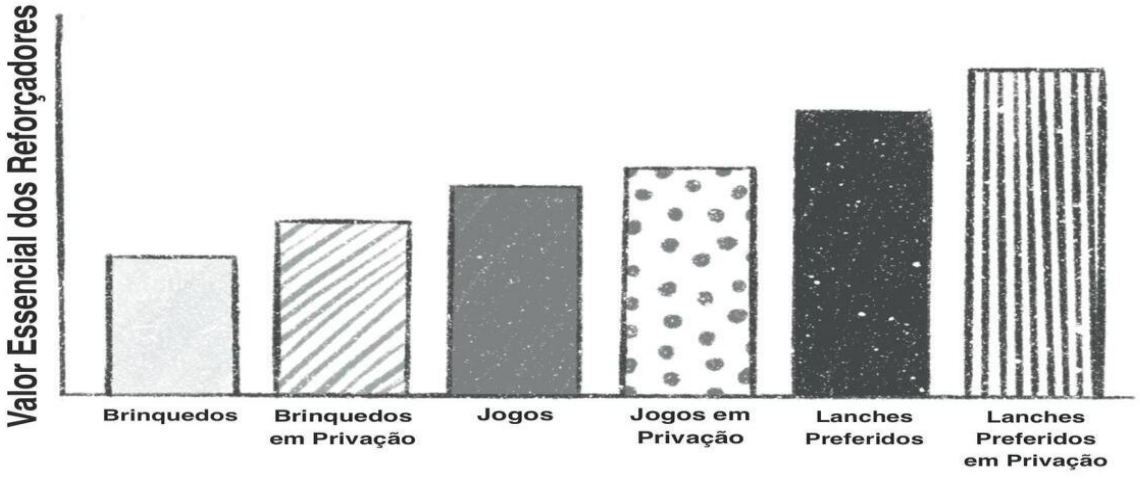
necessidade do parâmetro *K* e, consequentemente, a dependência do valor estimado de **α** em relação a *K* (Gilroy et al., 2021). O ZBE também possui limitações, e a proposição de modelos estatísticos mais complexos e robustos vem ganhando destaque, como a Modelagem de Efeitos Mistos (e.g., Kaplan et al., 2021). Não estenderemos a descrição desses modelos, pois o presente trabalho não se propõe a discutir exaustivavemte todos os modelos de demanda operante (para mais detalhes, consultar Kaplan et al., 2021 e Koffarnus et al., 2022).

Valor Essencial e Mensuração da Motivação

Uma importante contribuição do Modelo Exponencial (Eq. 2; Hursh & Silberberg, 2008) é a possibilidade de mensurar o chamado *valor essencial* (EV, *essential value*), definido como a eficácia de um reforçador em manter o consumo frente às restrições impostas pelo preço. Não se trata de um valor intrínseco do reforçador, mas de uma forma de mensurar o trabalho despendido para sua obtenção em função de variações no preço, na privação e na disponibilidade de outros reforçadores (Gilroy, 2023; Hursh & Silberberg, 2008). O cálculo do valor essencial proposto por Hursh e Silberberg baseia-se no coeficiente de elasticidade (α), considerando a padronização proporcionada por *K*. Portanto, o valor de α e o valor essencial são inversamente proporcionais: quanto maior o valor de α, menor o valor essencial (Hursh & Silberberg, 2008; Hursh et al., 2013). Em outras palavras, quanto maior a elasticidade, menor o valor essencial.

Alimentos são reforçadores que, em geral, são considerados mais essenciais por apresentarem, em suas curvas, declínios graduais em função de aumentos no preço, quando comparados, por exemplo, ao consumo de passagens aéreas, que estão com preços altos, para uma viagem de lazer (e.g., Hursh & Roma, 2013). Nesta perspectiva, commodities cujo consumo é defendido frente a preços elevados possuem maior valor essencial (Hursh & Silberberg, 2008; Hursh et al., 2013). Para ilustrar, de forma didática, a relação entre o valor essencial e a influência da privação, a Figura 2 exibe diferentes valores essenciais hipotéticos (criados pelos autores, sem valores reais de EV) para diversos reforçadores, em situações de privação e sem privação.

Figura 2
Valor Essencial Ilustrativo de Diversos Reforçadores para uma Criança em Condições de Privação e Sem Privação



Nota. Figura produzida por Roque Júnior Bispo e a primeira autora do presente trabalho, com base na Figura

3 de Hursh e Roma (2013). Dados hipotéticos, criados pelos autores.

Embora o EV se proponha a mensurar o valor do reforçador independentemente de propriedades escalares (e.g., magnitude, dose, unidades de reforço) e, assim, possibilitar comparações entre reforçadores qualitativamente diferentes (Hursh & Silberberg, 2008), a mensuração proposta apresenta limitações práticas (Gilroy, 2023). No Modelo Exponencial, a padronização do preço isola as diferenças na intensidade da demanda e elimina os efeitos de variações na magnitude/dose (sem afetar o coeficiente de elasticidade **α**) somente se o parâmetro *K* for constante. Foram observadas divergências nos valores de *K* entre estudos de diferentes laboratórios, o que compromete a comparação do EV, uma vez que o valor estimado de **α** depende de *K*. Para solucionar essa limitação, foi proposta uma Medida Generalizada do Valor Essencial (Hursh & Roma, 2016). A medida generalizada fornece uma estimativa baseada em estudos empíricos, mas não é uma solução matemática exata e persiste o problema de não acomodar o consumo zero (Gilroy, 2023).

Em uma versão recente do conceito de EV introduzida por Gilroy (2023), destacam-se outros parâmetros para mensurar o EV, além do coeficiente de elasticidade. A nova versão proposta é definida como o trabalho mantido para obtenção do reforçador em um determinado contexto. A intensidade de demanda (Q_0) é a principal medida do fator amplitude e o preço relacionado à elasticidade unitária (P_{max}) é a principal métrica do fator persistência. O cálculo do EV é realizado multiplicando a intensidade de demanda por P_{max} (Q_0 . P_{max}). Com isso, diferenças entre doses (ou magnitude ou unidades de reforço) são canceladas e o trabalho para obtenção do reforçador é avaliado, o que permite a comparação entre reforçadores qualitativamente distintos, independente de variações na dose ofertada. Nesta conceituação, utiliza-se uma métrica exata para calcular o P_{max} (i.e., baseada na função W de Lambert), diferente dos outros modelos que usam um valor estimado (Gilroy, 2023).

Para efeitos de concisão e clareza, a Tabela 1 apresenta um resumo das definições dos principais conceitos abordados até aqui no presente trabalho, incluindo a definição de valor essencial.

Tabela 1. *Breve Definição dos Principais Conceitos sobre Demanda Operante*

Conceitos	
Nome	Descrição
Commodity	Reforçador.
Preço	Razão entre o custo (i.e., requisito necessário para a obtenção da commodity) e a commodity = custo/commodity.
Consumo	Reforçadores obtidos a um determinado preço.
Demanda operante	Relação entre o consumo e o preço.
Curvas de demanda	Representação gráfica da demanda operante.

Curvas de trabalho	Representação gráfica do trabalho realizado para a obtenção do reforçador (número de respostas) em função do preço.
Elasticidade da demanda	Oscilações no consumo em função do preço.
Valor essencial (EV)	Eficácia de um reforçador em manter o consumo frente aos preços (Hursh & Silberberg, 2008). Trabalho total despendido para manter o consumo frente aos preços (Gilroy, 2023). Ambos consideram que a privação e outros reforçadores afetam o EV.

Pesquisadores discutem se mensurar o valor reforçador por meio das curvas de demanda equivale, em outras palavras, a medir a motivação (e.g., Acuff et al., 2020; Roma et al., 2016). Entre as vantagens do uso da demanda operante como métrica da motivação, estão a possibilidade de comparar reforçadores qualitativamente diferentes e a integração entre o trabalho despendido e o preço para a obtenção do reforço (Acuff et al., 2020; Gilroy, 2023; Hursh & Roma, 2013). Os modelos matemáticos da área têm incluído uma perspectiva mais recente do valor essencial (Gilroy, 2023) e possibilitado a identificação de padrões de adicção (Hursh & Roma, 2013).

As desvantagens do uso da demanda operante variam de acordo com os métodos empregados. Estudos com consumo real podem implicar em aspectos éticos e riscos à saúde, como a manipulação de doses consideradas perigosas, o uso de substâncias ilegais e a apresentação de preços elevados (amplitude). As tarefas de compras hipotéticas (i.e., com dados de consumo hipotético) contornam essas limitações, ao mesmo tempo em que apresentam outras desvantagens, como a supervalorização do reforçador em função de viés hipotético, isto é, aquilo que o participante pensa que faria (Acuff et al., 2020; Henriques et al., 2025; Zvorsky et al., 2019). Detalhes sobre tarefas de compras hipotéticas podem ser encontrados na seção "*Tarefas de compras hipotéticas e aplicações da demanda operante para políticas públicas*", mais adiante. Descrições e discussões aprofundadas sobre a evolução do conceito e do cálculo do valor essencial fogem ao escopo do presente trabalho.

Economias Aberta e Fechada como um *Continuum*

Até o momento, foi descrita a mensuração do valor reforçador de uma commodity em função do aumento do seu preço, chamada de análise da *elasticidade-preço da demanda* (e.g., Hursh & Roma, 2013). Basicamente, preços elevados provocam uma alteração na renda relativa, pois a mesma quantidade de renda permitirá menor consumo. Quando isso acontece, o consumo de itens mais necessários é mais defendido (mantido) em comparação a commodities luxuosas, que têm o seu consumo reduzido (Hursh, 1991). Porém, outros fatores como o grau de abertura de economias e a disponibilidade de outros reforçadores geram impactos na elasticidade de demanda e são determinantes para o valor do reforço (e.g., Hursh, 1980). Por isso, é importante conhecê-los e considerá-los nas análises de consumo.

O sistema econômico envolve um continuum de níveis de disponibilidade de

reforçadores, que transita entre os extremos de economia aberta e fechada. A noção de continuum se refere ao fato de que há economias mais fechadas e outras mais abertas, dependendo do nível de dependência entre o consumo de uma commodity e as condições para obtê-la (Hursh, 1980). Diz-se que há uma *economia fechada* quando o acesso a um reforçador só é possível de uma única forma, imposta por um determinado sistema econômico. Isso ocorre, por exemplo, em um experimento no qual não há fontes extras de alimento além do obtido em um esquema de reforço durante a sessão. Em contrapartida, quando o reforçador também está disponível de outras formas, além do imposto em um sistema em particular, diz-se que a economia é *aberta.* Por exemplo, quando, em um experimento, o organismo tem acesso livre ao reforçador, durante ou após a sessão experimental. Como existem fontes alternativas de reforço, reduz-se o grau de dependência do consumo estabelecido pelo sistema econômico imposto na sessão experimental. Na natureza, em geral, as economias transitam entre os extremos (abertas e fechadas), por isso, a ideia de continuum é importante (Hursh, 1980).

Considere este exemplo hipotético, adaptado de Reed et al. (2021): imagine uma situação em que se busca incentivar o engajamento de uma criança em atividades pedagógicas. Para isso, é estabelecida a contingência de concluir três atividades completas para obter 10 min de acesso ao tablet. Se a criança tem acesso ao tablet na casa de sua avó, que reside ao lado da sua casa (i.e., economia aberta), é menos provável que ela se engaje nas atividades, ao mesmo tempo em que é mais provável que ela vá à casa de sua avó, onde terá acesso irrestrito ao tablet. Assim, no contexto da casa da criança, o valor reforçador do tablet é reduzido e sua demanda é mais elástica do que em um sistema econômico fechado, como em um ambiente que detém exclusivamente o acesso ao tablet. O acesso a uma commodity fora do sistema-alvo aumenta sua oferta e diminui sua demanda nesse sistema (Reed et al., 2021). Em termos comportamentais, a disponibilidade do reforçador fora de um esquema programado diminui o seu valor reforçador.

Interações entre Reforçadores

Como mencionado, análises de elasticidade-preço da demanda, realizadas em esquemas simples, são usadas para medir o valor do reforço. Porém, é comum que, no ambiente, haja situações em que mais de um reforçador esteja disponível simultaneamente (i.e., em esquemas concorrentes) ou sequencialmente. Nesse caso, em um outro tipo de análise, na *elasticidade-preço cruzada da demanda*, em esquema concorrente, são avaliados os efeitos que a disponibilidade de uma commodity, mantida a preço fixo, exerce sobre o consumo de outra commodity com preço variável. Em outras palavras, o valor reforçador de uma commodity é avaliado em relação a uma segunda commodity. Logo, é um tipo de análise que permite avaliar interações entre diferentes reforçadores disponíveis simultaneamente e comparar reforçadores qualitativamente diferentes (Hursh & Roma, 2013; Lea, 1978).

Algumas das classificações utilizadas para descrever interações entre reforçadores são: substitutos, complementares e independentes. Para demonstrar uma relação entre reforçadores substitutos, considere o contexto do exemplo hipotético adaptado de Reed et al. (2021), apresentado anteriormente. Suponha que para ter acesso a 10 min de tablet ou de celular, uma criança precise ler uma página de um texto (e.g., livros, gibis etc.) e que, neste contexto, o consumo livre foi mensurado e mostrou-se semelhante entre as duas commodities (i.e., tablet e celular). Ao manter o preço de acesso ao tablet constante (i.e., leitura de uma página) e aumentar o preço de acesso ao celular (e.g., leitura de três páginas), o consumo foi medido

novamente e observou-se redução no consumo do celular e aumento no consumo do tablet. Nesse caso, os reforçadores são classificados como *substitutos* porque o consumo de uma commodity (i.e., o acesso ao celular) foi reduzido, quando o seu preço foi aumentado e o consumo da commodity com preço fixo aumentou (Reed et al., 2021). Em resumo, em uma relação entre reforçadores substitutos, o aumento no preço de uma commodity (i.e., reforçador) produz, simultaneamente: (a) redução em seu consumo e (b) aumento no consumo de outra commodity, com preço inalterado e com característica (i.e., função) semelhante. Portanto, as curvas de demanda entre reforçadores substitutos apresentam direções inversas.

Uma relação de *complementaridade* entre reforçadores é observada quando, frente a mudanças no preço de uma commodity, ocorrem mudanças na mesma direção no consumo de uma segunda commodity (Hursh & Roma, 2013). Para ilustrar a relação entre reforçadores complementares, imagine que, mensalmente, ao fazer compras no supermercado, você sempre compra cinco pacotes de macarrão e cinco pacotes de molho de tomate. Porém, na última vez que foi ao supermercado, o preço do macarrão subiu 70%, em relação ao mês anterior, ao mesmo tempo que o molho de tomate não sofreu oscilação em seu preço. Você então decide comprar apenas dois pacotes de macarrão e dois pacotes de molho de tomate. Nesse caso, o consumo de ambas as commodities foi reduzido quando o preço de apenas uma delas (i.e., o macarrão) foi alterado.

Resumindo, na relação entre reforçadores complementares, o aumento no preço de uma commodity produz, simultaneamente: (a) redução em seu consumo e (b) no consumo de outra commodity com preço inalterado e características complementares. As curvas de demanda que demonstram uma relação de complementaridade entre reforçadores assumem direções iguais, isto é, pelo aumento do consumo (como no exemplo deste parágrafo) ou pela redução do consumo de ambas as commodities, diante do aumento do preço de um dos reforçadores.

Para descrever a relação entre reforçadores *independentes*, retome-se o exemplo anterior. Imagine que, além do comportamento de acessar o tablet, o de brincar no *playground* também estivesse sendo mensurado. Para brincar, era necessária a leitura de duas páginas do material impresso, assim como para o acesso ao tablet por 20 minutos. Ao aumentar o preço para o acesso ao tablet, de duas para quatro páginas, e manter o acesso ao playground inalterado (leitura de duas páginas), o comportamento de acessar o tablet foi reduzido ao mesmo tempo em que o de brincar no playground se manteve igual. Tal resultado no consumo dessas commodities indica que elas são independentes, posto que o consumo de uma commodity (i.e., brincar no playground) não foi afetado por oscilações no preço da outra commodity disponível, neste caso, o acesso ao tablet (Reed et al., 2021). Logo, quando os reforçadores são independentes, o aumento no preço de uma commodity produz: (a) redução em seu consumo e (b) não altera o consumo de outra commodity com preço constante.

Tarefas de Compras Hipotéticas e Aplicações da Demanda Operante para Políticas Públicas

Os exemplos apresentados até então são de consumo real, nos quais preços são pagos (e.g., por meio de esquemas de reforço) e consequências reais para o comportamento são fornecidas (Hursh, 1980, 1984; Hursh & Roma, 2013). Entretanto, estudos também podem ser conduzidos com tarefas de compras hipotéticas (HPTs - *hypothetical purchase tasks;* Zvorsky et al., 2019), o que permite aplicações em larga escala. Nas HPTs, por meio de questionários, os participantes reportam escolhas prováveis de compras de um reforçador hipotético diante de uma série de preços (ou situações)

hipotéticos. As escolhas no cenário hipotético são reportadas como se os participantes realmente pagassem e recebessem os reforçadores (Reed et al., 2025b; Zvorsky et al., 2019).

Para melhor compreensão das HPTs, da interpretação das medidas e dos conceitos de demanda operante, bem como da demonstração do potencial de uso das análises de demanda operante em um contexto coletivo, considere o estudo realizado por Amlung e MacKillop (2019). O estudo foi conduzido online, com 289 canadenses usuários de cânabis, e teve como objetivo investigar o impacto da cânabis legal no consumo da cânabis ilegal em um mercado simulado, quando essas duas opções estavam disponíveis. Os participantes foram submetidos a duas tarefas hipotéticas de compra de cânabis (*Marijuana Purchase Task* - MPT), ambas com duas opções de compra concorrentes (i.e., economia aberta): uma de um fornecedor legal e a outra de um fornecedor ilegal. Em uma alternativa, o preço da cânabis (por grama) foi fixo (i.e., 10 dólares). Na outra opção, o preço da cânabis sofreu 20 ajustes de preço entre 0 e 60 dólares. No MPT fixo-ilegal, o preço da opção ilegal permaneceu fixo e, simultaneamente, o da alternativa legal sofreu ajustes. No MPT fixo-legal, o preço da alternativa legal permaneceu constante, enquanto o do fornecedor ilegal sofreu ajustes. A ordem das condições (i.e., apresentação das MPTs) foi contrabalançada e todos os participantes foram submetidos às duas MPTs (Amlung & MacKillop, 2019). Os autores não relataram o modelo utilizado nas análises.

Os resultados evidenciaram maior valor reforçador da cânabis legal comparada à ilegal. A cânabis legal obteve maior valor essencial do que a ilegal (EV = 345; EV = 238, respectivamente) e menor coeficiente de elasticidade ($\alpha = 0.0029$ para a cânabis legal e $\alpha = 0.0042$ para a ilegal). O ponto de elasticidade unitária confirma maior defesa do consumo de cânabis legal (P_{max} = \$16.28) comparada à ilegal (P_{max} =\$14.09). A intensidade de demanda (Q_0= 11.20) revela maior consumo da cânabis legal que da ilegal (Q_0= 9.11). Esses resultados indicam maior sensibilidade aos aumentos dos preços e menor persistência no consumo da cânabis ilegal comparada à legal. As análises demonstraram que a cânabis legal é um substituto para a cânabis ilegal (fator de ponderação *I* negativo; ilegal = − 0.67; legal = − 0.43). Os resultados sugerem que o mercado legal poderia reduzir o consumo ilegal. Análises como essas podem ser usadas para embasar o valor do preço de produtos para regulamentação, como no caso da cânabis, para reduzir o mercado ilegal (Amlung & MacKillop, 2019). Com tal estudo, é fortalecida a ideia do uso das análises de consumo para fornecer evidências para elaboração ou avaliação de políticas de drogas.

HPTs são utilizadas principalmente para investigação do valor relativo de reforçadores (i.e., motivação) que envolvem riscos a saúde e segurança, exemplos frequentes são substâncias aditivas, como cigarro (Reed et al., 2025), cigarro eletrônico (Freitas-Lemos et al., 2021), álcool (Kaplan & Reed, 2018) e opióides (Schwartz et al., 2021). Estudos de consumo hipotético representam uma alternativa prática, com menor custo e vantagens éticas, na medida em que não expõem os participantes a riscos, mas possibilitam a investigação de substâncias ilegais (Hursh & Roma, 2013; Roma et al., 2016). HPTs apresentam validade e correspondência em relação a tarefas de consumo real (Kaplan et al., 2018; Wilson et al., 2016). Revisões sobre consumo hipotético foram conduzidas (e.g., Aston & Meshesha, 2020; Henriques & Mendonça, 2025; Zvorsky et al., 2019) dentre as quais destacamos o trabalho de Henriques e Mendonça, que, além de ser uma publicação brasileira em língua portuguesa, reúne características metodológicas essenciais das HPTs e evidências do uso da demanda operante para

investigação de uma variedade de reforçadores, que não substâncias aditivas, como demanda por internet, adesão a tratamentos de saúde, compra de preservativos, risco de infecções sexualmente transmissíveis (ISTs), compra de pornografia e jogos de azar.

As evidências dos experimentos de consumo real somadas às pesquisas de consumo hipotético amparam a crescente visão defendida por cientistas do uso de *insights* baseados na demanda operante para informar políticas públicas (Amulung & MacKillop, 2019; Hursh, 1991; Hursh, & Roma, 2013; Hursh et al., 2013; Kaplan & Reed, 2018; Reed, Hursh et al., 2025; Roma et al., 2016; Zvorsky et al., 2019). Entre as contribuições, destacamos o uso de métricas da demanda operante para caracterizar o grau de envolvimento com substâncias (Zvorsky et al., 2019); desfechos clínicos (Kaplan et al., 2019; Mackillop & Murphy, 2007); identificação de padrões de adicção (e.g., Hursh & Roma, 2013) e alvos de intervenção, predição de uso futuro de substâncias, adesão a tratamentos e substitutos farmacológicos para heroína (e.g., Schwartz et al., 2021). Em duas edições do *Journal of the Experimental Analysis of Behavior (JEAB*; Hackenberg, 2013; Reed, Hursh et al., 2025), destacam-se contribuições da demanda operante para aplicações clínicas e políticas públicas.

Medidas de Demanda Operante Obtidas de Dados Simulados

Para melhor compreensão dos conceitos e das medidas da demanda operante, foram realizadas análises com *dados simulados,* isto é, números gerados de forma pseudoaleatória a partir de probabilidades conhecidas (Morris et al., 2019). Os dados simulados foram produzidos por Kaplan et al. (2019) com base em médias e desvios-padrão de dados de participantes reais reportados em Kaplan e Reed (2018).

O objetivo do estudo (Kaplan & Reed, 2018) foi avaliar se o consumo de álcool reportado sofreria alterações em um cenário hipotético de "*happy hour*". Os 914 participantes informaram quantas bebidas alcoólicas estavam dispostos a comprar a diferentes preços, em relação a três cenários de consumo. O cenário padrão era caracterizado por: (1) imaginar estar em um bar com amigos em um fim de semana e sem obrigações para o dia seguinte; (2) reportar quantas bebidas compraria para o seu consumo imediato individual, em um período de 5h, em cada um dos seguintes preços: 0, 0.25, 0.50, 1, 1.50, 2, 2.50, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 15 e 20 dólares; (3) imaginar que as bebidas alcoólicas estariam disponíveis para consumo apenas no bar e indisponíveis para consumo após sair do bar (i.e., economia fechada) e que se estava privado da ingestão de bebidas alcoólicas e outras drogas antes de ir ao bar. Outros dois cenários com características semelhantes ao padrão foram apresentados, com informação de promoção de bebidas adicionada à pergunta sobre quantas bebidas compraria a um determinado preço. Por exemplo, no cenário *50% de desconto*, além das características do cenário padrão, havia a informação "bebida de $ 4 em promoção por $ 2"; no cenário *compre uma bebida e ganhe outra*, além do cenário padrão, havia a informação "bebida de $ 4 em promoção, compre uma e leve duas bebidas". Todos os participantes responderam primeiro ao cenário padrão e depois a mais um dos três cenários: cenário padrão novamente; cenário com 50% de desconto; ou cenário compre uma bebida e ganhe outra.

Na análise do estudo foram usadas 1000 séries de valores (dados sistemáticos) de consumo disponibilizados por Kaplan et al. (2019), com preços iguais aos da tarefa de Kaplan e Reed (2018). A análise foi realizada com o *Beezdemand* (0.1.2) a partir do código disponibilizado (por seu código ser livre), com o Modelo Exponenciado (Eq. 3; Koffarnus et al., 2015), por acomodar valores de

consumo zero observados nos dados (frequentes em dados de consumo hipotético devido à apresentação de preços altos; Kaplan, 2023; Kaplan et al., 2019).

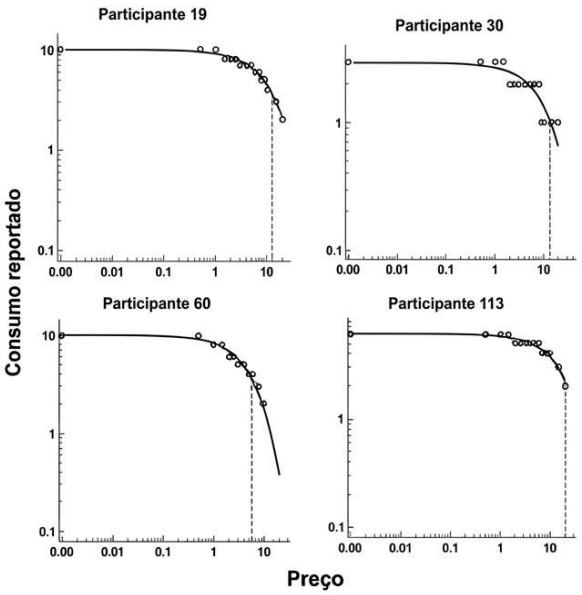
Na Tabela 2 são exibidas as medidas empíricas das análises e, na Figura 3, as curvas de demanda. São centrais, nas interpretações, as métricas de intensidade de demanda (Q_0) e preço máximo (P_{max}). Para falar do valor relativo do reforço (motivação), abordamos a métrica de Hursh e Silberberg (2008) e a reformulação proposta por Gilroy (2023). Diferentemente das estimativas reportadas na presente análise, Gilroy (2023) utiliza um cálculo exato para obter o P_{max}. Apesar disso, acreditamos que o exercício interpretativo (mesmo sem o P_{max} exato) pode contribuir para a compreensão das concepções de demanda operante. Os resultados (Tabela 2 e Figura 3) demonstram características da demanda operante.

Tabela 2. *Medidas Empíricas Obtidas a Partir de Dados Simulados de Consumo Hipotético de Bebidas Alcóolicas (Kaplan et al., 2019)*

Participante	Intensidade de demanda (Q_0)	Coeficiente de elasticidade (α)	Valor essencial (EV)	O_{max}	P_{max}	BP0	R^2
19	10	0.0029	1.9958	45	15	NA	0.9668
30	3	0.0094	0.6243	20	20	NA	0.8137
60	10	0.0681	0.8589	24	8	15	0.9659
113	6	0.0027	2.1716	45	15	NA	0.9324

Nota. Modelo Exponenciado (Koffarnus); K = 1.031.479 (valor compartilhado para os dados de todos os participantes); BP0 = Primeiro preço em que o consumo cessa.

Figura 3
Curvas de Demanda de Consumo Hipotético Individual de Bebidas Alcoólicas Obtidas com Dados de Kaplan et al.(2019)



Nota. A linha tracejada indica o ponto de elasticidade unitária (P_{max}).

Observa-se pouca redução no consumo a preços baixos (porção inelástica) até a transição para a elasticidade unitária (P_{max}), quando o consumo reduz de forma proporcional nos preços com valores altos (porção elástica; Reed et al., 2021). Quer dizer, o consumidor não parece sensível a alterações de preços baixos. Parece haver um ponto em que os consumidores se tornam sensíveis a essas alterações. Em outras palavras, alterações de preço em faixas baixas não produzem alterações no consumo; mas se essas alterações ocorrerem em preços elevados, o consumo é afetado. Alinhada a tal dinâmica está a relação inversa entre o coeficiente de elasticidade ($\boldsymbol{\alpha}$) e o valor essencial (EV; Hursh & Silberberg, 2008). Como no estudo de Kaplan e Reed (2018), os resultados da presente análise correspondem a um cenário de compra em economia fechada (Hursh & Roma, 2013; Reed et al., 2021), com um padrão de defesa do consumo devido à inacessibilidade do reforçador em outros contextos. Contudo, em um cenário de economia aberta (Hursh & Roma, 2013; Reed et al., 2021), outros reforçadores ou acesso à bebida alcoólica fora do cenário experimental, resultaria em um consumo com maiores taxas de elasticidade e na redução na defesa do consumo.

Os resultados individuais apresentados na Tabela 2, demonstram perfis distintos de consumo, em consonância com a teoria da patologia do reforço baseada nos fatores amplitude e persistência (Gilroy, 2023; Mackillop & Murphy, 2007). No fator *amplitude*, representado pela intensidade da demanda, (Q_0; Gilroy, 2023), os participantes 19, 60 e 113 apresentaram os maiores valores (Kaplan et al., 2018). A amplitude é usada para distinguir grupos de usuários, como aqueles com indicativos de transtorno por uso de substâncias (Zvorsky et al., 2019). Apenas o participante 30 demonstrou baixa amplitude (Q_0 = 3 bebidas). Quanto ao fator *persistência,* que se refere à resistência do consumo aos aumentos do preço (Gilroy, 2023), as métricas ($\boldsymbol{\alpha}$) e P_{max} informam sobre os diferentes padrões de defesa do consumo. Os participantes 19 e 113 demonstraram alta persistência no consumo a preços elevados (P_{max} = 15) e não cessaram completamente o consumo (BP0). O participante 30 foi o que demonstrou maior motivação (Gilroy, 2023), obteve a maior persistência (P_{max} = 20) e sua demanda tornou-se elástica apenas no último preço (P_{max} = 20), sem supressão total do consumo (BP0). O participante 60 apresentou menor risco de recaídas (Schwartz et al., 2021) devido à baixa persistência (P_{max} = 8) e foi o único a apresentar supressão total do consumo (BP0 = 20). Finalmente, o O_{max}, que integra amplitude e persistência, revelou as consequências financeiras do consumo (Roma et al., 2016). Os participantes 19 e 113 foram os que gastaram mais para obter o reforçador (O_{max} = 45), demonstraram maior envolvimento com a substância (Roma et al., 2016) e o pior prognóstico clínico, pois O_{max} é preditor do consumo após intervenções (Kaplan et al., 2019; Mackillop & Murphy, 2007).

Com as métricas de demanda operante são traçados perfis clínicos e é fornecida base para intervenções (Gilroy, 2023; Mackillop & Murphy, 2007; Schwartz et al., 2021). Os participantes 19 e 113 apresentaram perfil de maior risco para transtornos por uso de substâncias, devido à combinação de amplitude e persistência elevadas, indicativo de supervalorização do álcool e altas chances de recaída (Gilroy, 2023; Mackillop & Murphy, 2007). Na interpretação de Hursh e Silberberg (2008), o participante 30 apresentaria baixa motivação para o consumo de bebidas alcoólicas (EV). Porém, a interpretação fornecida por Gilroy, revela um perfil de alta persistência (P_{max}) apesar da baixa amplitude (Q_0). Trata-se de um perfil de consumo baixo, porém contínuo e resistente a restrições, o que ocasiona risco de consequências prejudiciais. De modo diferente, o

participante 60 apresentou alta amplitude e baixa persistência. Portanto, apesar dos riscos do consumo excessivo a preço zero, a alta sensibilidade ao aumento das restrições revelam um perfil com indícios de sucesso em intervenções (Kaplan et al., 2018; Schwartz et al., 2021). De forma objetiva, as métricas de demanda operante fornecem uma base para a categorização clínica, a predição de intervenções e para as políticas públicas.

Considerações Finais

No presente trabalho, destacou-se que, na demanda operante, a relação entre o preço e o consumo de um reforçador informa sobre a motivação de um organismo, isto é, o valor relativo do reforço. Nessa perspectiva de motivação, o consumo assume um lugar de destaque como variável dependente, determinado pelo preço e por variáveis como privação, disponibilidade do reforçador fora do *setting* e disponibilidade de outros reforçadores – possibilitando análises de preço cruzadas. Nos exemplos, destacamos o uso de diferentes arranjos metodológicos: com tarefas de consumo real, mostramos como a disponibilidade do acesso ao *tablet* pode substituir o acesso a celular para uma criança (tópico "*Interações entre Reforçadores*"); em tarefas de consumo hipotético, demonstramos como a disponibilidade de cânabis legal pode reduzir a demanda por cânabis ilegal (tópico "*Tarefas de Compras Hipotéticas e Aplicações da Demanda Operante para Políticas Públicas*"). Modelos matemáticos cada vez mais robustos foram propostos ao longo de décadas para mensurar a motivação (i.e., valor relativo do reforço) de forma objetiva e entre diferentes reforçadores. As análises dos modelos matemáticos fornecem medidas empíricas (i.e., α, EV, P_{max}, Q_0, O_{max}), que, no presente trabalho, foram obtidas com dados simulados de consumo. As interpretações dessas medidas, como demonstrado no presente trabalho, podem ser usadas para avaliar perfis de adicção e prognósticos de intervenções. Portanto, as contribuições da demanda operante são sustentadas por pesquisas que vão das pesquisas básicas de laboratório, passando pelas pesquisas de caráter translacional até os estudos de compras hipotéticas realizados com diversos reforçadores (e.g., cânabis, cigarro, álcool, jogos de azar, pornografia, internet, adesão a tratamentos de saúde, risco de ISTs) atrelados a problemas de saúde pública.

O presente artigo buscou apresentar conceitos, noções básicas de análise, variáveis que afetam a demanda operante e medidas empíricas obtidas mediante o modelo exponencial, com dados simulados de consumo hipotético. As curvas de demanda permitem, a partir de modelos quantitativos, mensurar o valor de variados reforçadores, isoladamente ou em conjunto com outros reforçadores. Com tais análises, é possível determinar os efeitos de variáveis como o preço, a abertura da economia e a oferta de outros reforçadores (i.e., interações entre reforçadores). Em outras palavras, é possível avaliar de forma objetiva a motivação na escolha frente a variados reforçadores em função das restrições ambientais do contexto.

Saber em que medida um reforçador é essencial ou não, pode lançar luz sobre quais variáveis seriam mais eficientes de se manipular. Por exemplo, se seria o preço ou a disponibilidade de um reforçador substituto que produziria redução no consumo. Tais conceitos e noções são fundamentais para compreender e estudar a demanda por um reforçador, bem como para propor intervenções baseadas nas contribuições da demanda operante. Os estudos de curva de demanda são importantes por terem uma base experimental consistente e por trazerem contribuições para contextos aplicados. Prestações de serviços com intervenções em comportamentos individuais,

estimativas com base nos estudos hipotéticos e intervenções em grupos, podem proporcionar ganhos para intervenções em problemas sociais (e.g., abuso de substâncias) e contribuir com políticas públicas.

Referências

Acuff, S. F., Amlung, M., Dennhardt, A. A., MacKillop, J., & Murphy, J. G. (2020). Experimental manipulations of behavioral economic demand for addictive commodities: A meta-analysis. *Addiction*, *115*(5), 817–831. https://doi.org/10.1111/add.14865

Amlung, M., & MacKillop, J. (2019). Availability of legalized cannabis reduces demand for illegal cannabis among Canadian cannabis users: Evidence from a behavioural economic substitution paradigm. *Canadian Journal of Public Health = Revue Canadienne De Sante Publique*, *110*(2), 216–221. https://doi.org/10.17269/s41997-018-0160-4

Aston, E. R., & Meshesha, L. Z. (2020). Assessing Cannabis Demand: A Comprehensive Review of the Marijuana Purchase Task. *Neurotherapeutics*, *17*(1), 87–99. https://doi.org/10.1007/s13311-019-00819-z

Bickel, W. K., DeGrandpre, R. J., Higgins, S. T., Hughes, J. R., & Badger, G. J. (1995). Effects of Simulated Employment and Recreation on Drug Taking: A Behavioral Economic Analysis. *Experimental and Clinical Psychopharmacology*, *3*, 467–476. https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/1064-1297.3.4.467

Costa, C. E., Banaco, R. A., Becker, R. M., & Luiz, A. C. M. (2024). Descrição, importância e pesquisa sobre programas de reforço: explicando a personalidade, ordenando os comportamentos e esclarecendo sentimentos. *Perspectivas Em Análise Do Comportamento*, *15*(1), 125–145. https://doi.org/10.18761/pac7827927

Franceschini, A. C. T., & Ferreira, D. C. S. (2012). Economia comportamental: Uma introdução para analistas do comportamento. *Revista Interamericana de Psicología/Interamerican Journal of Psychology*, *46*(2), 317-325. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=28425280013

Freitas-Lemos, R., Stein, J. S., Tegge, A. N., Kaplan, B. A., Heckman, B. W., Cummings, K. M., & Bickel, W. K. (2021). The illegal experimental tobacco marketplace I: effects of vaping product bans. *Nicotine and Tobacco Research,* *23*(10), 1744-1753. https://doi.org/10.1093/ntr/ntab088

Gilroy, S. P. (2023). Interpretation(s) of essential value in operant demand. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 119* (3), 554–564. https://doi.org/10.1002/jeab.845

Gilroy, S. P., Kaplan, B. A., & Reed, D. D. (2020). Interpretation (s) of elasticity in operant demand. *Journal of the experimental analysis of behavior, 114*(1), 106-115. https://doi.org/10.1002/jeab.610

Gilroy, S. P., Kaplan, B. A., Schwartz, L. P., Reed, D. D., & Hursh, S. R. (2021). A zero-bounded model of operant demand. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 115*(3), 729-746. https://doi.org/10.1002/jeab.679

Hackenberg, T. D. (2013). From demand curves to public policy: introduction to the special issue on behavioral economics. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *99*(1), https://doi.org/10.1002/jeab.8

Henriques, M., & Mendonça, D. (2025). Valor Relativo de Reforço e a Hypothetical Purchase Task: Uma Revisão Sistemática de Escopo. *Revista Brasileira de Análise do Comportamento*, *21*(1). https://doi.org/10.18542/rebac.v21i1.18867

Hursh, S. R. (1980). Economic concepts for the analysis of behavior. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *34*(2), 219–238. https://doi.org/10.1901/jeab.1980.34-219

Hursh, S. R. (1984). Behavioral economics. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *42*(3), 435–452. https://doi.org/10.1901/jeab.1984.42-435

Hursh, S. R. (1991). Behavioral economics of drug self-administration and drug abuse policy. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *56*(2), 377-393. https://doi.org/10.1901/jeab.1991.56-377

Hursh, S. R., & Graham, M. E. (2025). *The birth and evolution of operant behavioral economics*. In Handbook of Operant Behavioral Economics (pp. 1-31). Academic Press.

Hursh, S. R., Madden, G. J., Spiga, R., DeLeon, I. G., & Francisco, M. T. (2013). The translational utility of behavioral economics: The experimental analysis of consumption and choice. In G. J. Madden, T. D. Hackenberg, G. P.

Hanley, & K. A. Lattal (Eds.), *APA Handbook of Behavior Analysis: Vol. 2. Translating Principles Into Practice* (pp. 191-224). American Psychological Association. https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/13938-008

Hursh, S. R., Raslear, T. G., Shurtleff, D., Bauman, R., & Simmons, L. (1988). A cost-benefit analysis of demand for food. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 50*(3), 419-440. https://doi.org/10.1901/jeab.1988.50-419

Hursh, S. R., & Roma, P. G. (2013). Behavioral economics and empirical public policy: Empirical public policy. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 99 (1), 98–124. https://doi.org/10.1002/jeab.7

Hursh, S. R., & Roma, P. G. (2016). Behavioral Economics and the Analysis of Consumption and Choice. *Manage. Decis. Econ., 37*, 224–238. https://doi.org/10.1002/mde.2724

Hursh, S. R., & Silberberg, A. (2008). Economic demand and essential value. *Psychological Review*, *115*(1), 186–198. https://doi.org/10.1037/0033-295X.115.1.186

Hursh, S. R., & Winger, G. (1995). Normalized demand for drugs and other reinforcers. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 64*(3), 373-384. https://doi.org/10.1901/jeab.1995.64-373

Kaplan, B. A., & Reed, D. D. (2018). Happy hour drink specials in the Alcohol Purchase Task. *Experimental & Clinical Psychopharmacology*, *26*(2), 156–167. https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/pha0000174

Kaplan, B. A, Gilroy S. P, Reed D. D, Koffarnus M. N & Hursh S. R (2019). "The R package beezdemand: Behavioral Economic Easy Demand." *Perspectives on Behavior Science*, *42*(1), 163–180. https://doi.org/10.1007/s40614-018-00187-7.

Kaplan, B. A., Franck, C. T., McKee, K., Gilroy, S. P., & Koffarnus, M. N. (2021). Applying mixed-effects modeling to behavioral economic demand: An introduction. *Perspectives on Behavior Science, 44*(2), 333-358. https://doi.org/10.1007/s40614-021-00299-7

Kaplan, B. A. (2023). *beezdemand: Behavioral Economic Easy Demand*. https://doi.org/10.32614/CRAN.package.beezdemand.

Koffarnus, M. N., Franck, C. T., Stein, J. S., & Bickel, W. K. (2015). A modified exponential behavioral economic demand model to better describe consumption data. *Experimental and Clinical Psychopharmacology, 23*(6), 504–512. https://doi.org/10.1037/pha0000045

Koffarnus, M. N., Kaplan, B. A., Franck, C. T., Rzeszutek, M. J., & Traxler, H. K. (2022). Behavioral economic demand modeling chronology, complexities, and considerations: Much ado about zeros. *Behavioural Processes, 199*, 104646. https://doi.org/10.1016/j.beproc.2022.104646

Lea, S. E. G. (1978). The Psychology and Economics of Demand. *Psychological Bulletin, 85*(3). https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0033-2909.85.3.441

MacKillop, J., & Murphy, J. G. (2007). A behavioral economic measure of demand for alcohol predicts brief intervention outcomes. *Drug and alcohol dependence, 89* (2-3), 227-233. https://doi.org/10.1016/j.drugalcdep.2007.01.002

Morris, T. P., White, I. R., & Crowther, M. J. (2019). Using simulation studies to evaluate statistical methods. *Statistics in Medicine, 38*(11), 2074-2102. https://doi.org/10.1002/sim.8086

Pierce, W. D., & Cheney, C. D. (2017). *Behavior Analysis and Learning* (6ª ed). Routledge.

Reed, D. D., Graham, M. E., & Acuff, S. F. (2025a). *Introduction to operant demand*. In Handbook of Operant Behavioral Economics (pp. 33-49). Academic Press.

Reed, D. D., Graham, M. E., Gelino, B. W., & Strickland, J. C. (2025b). Operant demand for cigarettes varies by unit of purchase: Comparing purchasing of packs and individual cigarettes. *Experimental and Clinical Psychopharmacology, 33*(5), 469–476. https://doi.org/10.1037/pha0000787

Reed, D. D., Hursh, S. R., Berry, M. S., & Strickland, J. C. (2025). Operant demand and public health. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 123*(1). https://doi.org/10.1002/jeab.4236

Reed, D. D., Kaplan, B. A., Oda, F. S., & Strickland, J. C. (2023). Extra-experimental scarcity impacts hypothetical operant demand: A natural SARS-CoV-2 experiment. *Behavioural Processes*, 205, 104817. https://doi.org/10.1016/j.beproc.2022.104817

Reed, D. D., Niileksela, C. R., & Kaplan, B. A. (2021). Economia Comportamental: Um Tutorial para Analistas do Comportamento (R. Freitas-Lemos & F. S. Oda, Trad.). *Revista Brasileira de*

Terapia Comportamental e Cognitiva, *23*, 1–32. https://doi.org/10.31505/rbtcc.v23i1.1568

Roane, H. S. (2008). On the applied use of progressive-ratio schedules of reinforcement. *Journal of Applied Behavior Analysis*, *41*(2), 155–161. https://doi.org/10.1901/jaba.2008.41-155

Roma, P. G., Hursh, S. R., & Hudja, S. (2016). Hypothetical purchase task questionnaires for behavioral economic assessments of value and motivation. *Managerial & Decision Economics, 37*(4-5), 306–323. https://doi.org/10.1002/mde.2718

Schwartz, L. P., Blank, L., & Hursh, S. R. (2021). Behavioral economic demand in opioid treatment: Predictive validity of hypothetical purchase tasks for heroin, cocaine, and benzodiazepines. *Drug and Alcohol Dependence*, *221*, 108562. https://doi.org/10.1016/j.drugalcdep.2021.108562

Tustin, R. D. (1994). Preference for reinforcers under varying schedule arrangements: A behavioral economic analysis. *Journal of Applied Behavior Analysis*, *27*(4), 597–606. https://doi.org/10.1901/jaba.1994.27-597

Varian, H. R. (2006). *Microeconomia: princípios básicos*. Elsevier Brasil.

Wilson, A. G., Franck, C. T., Koffarnus, M. N., & Bickel, W. K. (2016). Behavioral Economics of Cigarette Purchase Tasks: Within-Subject Comparison of Real, Potentially Real, and Hypothetical Cigarettes. *Nicotine & Tobacco Research, 18*(5), 524–530. https://doi.org/10.1093/ntr/ntv154

Yu, J., Liu, L., Collins, R. L., Vincent, P. C., & Epstein, L. H. (2014). Analytical problems and suggestions in the analysis of behavioral economic demand curves. *Multivariate Behavioral Research, 49*(2), 178-192. https://doi.org/10.1080/00273171.2013.862491

Zvorsky, I., Nighbor, T. D., Kurti, A. N., DeSarno, M., Naudé, G., Reed, D. D., & Higgins, S. T. (2019). Sensitivity of hypothetical purchase task indices when studying substance use: A systematic literature review. *Preventive Medicine, 128*, 105789. https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2019.105789

Notas dos Autores

Todos os autores, Thays da Cruz Silva, Carlos Eduardo Costa, Ariela Oliveira Holanda declaram não ter nenhum conflito de interesses.

Quanto às contribuições para produção do artigo, Thays da Cruz Silva contribuiu com as etapas de conceituação, curadoria de dados, análise formal, investigação, metodologia, administração do projeto, recursos, validação, visualização, redação (rascunho original) e revisão e edição. Carlos Eduardo Costa e Ariela Oliveira Holanda contribuíram com a conceituação, supervisão, administração do projeto, metodologia, supervisão, validação, redação (rascunho original) e revisão crítica e edição. A pesquisa não foi financiada diretamente, mas é fruto parcial de uma tese de doutorado em andamento e a autora Thays da Cruz Silva foi bolsista CAPES. Não foram realizadas contribuições relacionadas a *software*, por parte dos autores.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

Carlos Eduardo Costa foi Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq (PQ2, Processo: 306055/2022-8) durante a realização deste trabalho.