



Modelagem Matemática: Um Estudo de Caso Relativo à Primeira Fase do Cálculo da Pena de Reclusão no Brasil*

Mathematical Modeling: A Case Study Regarding the First Phase of the Imprisonment Term Calculation in Brazil

Caio Cesar Valêncio Moreira¹
Lourdes Maria Werle de Almeida²

Resumo

O artigo trata da modelagem matemática da primeira fase do cálculo da pena no sistema jurídico-penal brasileiro como instrumento de análise crítica de decisões judiciais penais condenatórias. Um fundamento empírico, cuja realidade subjacente é a atribuição de pena para um crime de roubo, traz à tona a questão dos limites da discricionariedade do juiz ao operar as quantidades de pena. A modelagem matemática é apresentada como atividade que deseja entender especificidades e subsidiar uma tomada de decisão em questões referentes a uma situação da realidade. Um modelo matemático, como estrutura sistêmica coerentemente construída, é apresentado a partir dos princípios jurídicos pertinentes e usado para a análise das decisões no crime de roubo em questão. Considerando a lógica matemática, evidencia-se a divergência entre as conclusões expressas nas decisões e os princípios jurídicos em que se apoia o modelo matemático, suscitando a questão da legalidade da lógica matemática no âmbito do Direito.

Palavras-chave: Modelagem matemática. Modelo matemático. Direito penal. Dosimetria da pena.

*Submetido em 04/07/2023 - Aceito em 05/04/2024.

¹Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática. Universidade Estadual de Londrina (UEL) Londrina – PR., Brasil– caio.cesar.moreira@uel.br

²Docente do Programa Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática. Universidade Estadual de Londrina – UEL – Londrina – PR., Brasil– lourdes@uel.br.

Abstract

This article discusses the use of mathematical modeling in the Brazilian criminal legal system to analyze the first phase of the imprisonment term calculation. Specifically, it focuses on the imprisonment term recommendation for theft and the limit of a judge's discretion in determining the amount of the term. Mathematical modeling is presented as a tool to support decision-making and gain a better understanding of real-life situations. The model is constructed based on relevant legal principles and used to analyze decisions related to theft. By examining the mathematical logic, the article exposes a divergence between the conclusions reached in these decisions and the underlying legal principles of the model. This raises the question of whether mathematical logic is legitimate within the domain of law.

Keywords: Mathematical modeling. Mathematical model. Criminal law. Prison sentence dosimetry.

1 INTRODUÇÃO

A modelagem matemática é a atividade pela qual o modelador reproduz, idealmente, o comportamento do objeto real por meio de relações quantitativas, isto é, o modelador procura articular, no plano das ideias, relações quantitativas determinadas a partir da observação da realidade de modo tal que possa responder a questionamentos de ordem não-matemática suscitados pelo objeto real (BUNGE, 1985; BEAN, 2012). Os modelos matemáticos produzidos no âmbito dessa modelagem funcionam, então, como unidades de conhecimento coerentemente estruturadas a partir das quais é possível fazer inferências lógicas, previsões, explicações e, inclusive, julgamentos sobre o objeto real (HESTENES, 2010).

Tal objeto pode estar tanto no âmbito da realidade natural – no movimento das marés e dos corpos celestes, por exemplo –, quanto no âmbito da realidade social, perpassada por relações quantitativas –na distribuição de alimentos em uma dada população e na determinação de um sistema de votação, por exemplo. O presente artigo trata de uma realidade social, o sistema jurídico-penal brasileiro, especificamente no ramo do direito pertinente às relações quantitativas determinadas no cálculo da pena de reclusão.

As normas jurídicas desse sistema, porque tratam da pena, tratam sempre do crime e, precipuamente, da conduta humana; isto em razão do princípio da legalidade indicado na Constituição Federal de 1988, art. 5º: “não há crime sem lei anterior que o defina, nem pena sem prévia cominação legal”.

Uma conduta não é criminosa em si, mas somente mediante um sistema jurídico que a classifique como tal em caráter abstrato conjuntamente com uma decisão determinada que subsuma aquela conduta real à definição abstrata de um tipo penal. Do mesmo modo, a conduta criminosa não traz em si qualquer valor de pena agregada *a priori*. Esse, inclusive, é um dos pontos mais problemáticos quando da aferição dos princípios da proporcionalidade de uma pena, pois a atribuição de uma quantidade de tempo de reclusão a uma conduta criminosa recai, em última instância, sob a discricionariedade do juiz – uma margem de subjetividade não controlável e não eliminável na decisão judicial –, visto que é determinada por juízos de valor³, o que não significa que a decisão judicial é discricionária como um todo.

Há de considerar, entretanto, que são reconhecidos limites dessa discricionariedade do juiz no cálculo da pena de reclusão, baseados na Teoria do Garantismo Penal (FERRAJOLI, 2010), e que, no que se refere especificamente à primeira fase, estão previstos no Decreto-lei nº 2848/40 (Código Penal – “CP”). “‘Garantismo’ designa um modelo normativo de direito” (FERRAJOLI, 2010, p. 785), especificamente de direito penal. O modelo normativo assim determinado, embora condicione o ordenamento jurídico, não está livre de uma interpretação

³“À diferença da denotação, que permite uma comprovação empírica capaz de fundar decisões sobre verdade ou sobre a falsidade, a conotação requer, no entanto, inevitavelmente, juízos de valor: enquanto baseados em referências empíricas, os juízos de ‘gravidade’ ou de ‘insignificância’ de um fato supõem sempre, como disse, valorações subjetivas não verificáveis nem refutáveis. É claro que os critérios de valoração que presidem a conotação e a interpretação são inumeráveis e variados. [...] Estes critérios, embora numerosos e detalhados, não são, no entanto, exaustivos: por sua natureza, a conotação escapa a uma completa predeterminação legal. E, sobretudo, por causa de seu inevitável caráter genérico valorativo, carecem de condições para vincular o juiz, a quem, no entanto, são remetidos sempre os juízos de valor sugeridos por aqueles critérios” (FERRAJOLI, 2010, p. 372-373)

matemática que, em alguma medida, pode se alinhar a este ordenamento ou então pode apontar para imperfeições, inconsistências ou mesmo injustiças que este modelo teórico pode prover no contexto do direito penal.

A interpretação matemática referida neste ordenamento não se encarrega exatamente das proposições jurídicas que “descrevem o Direito” (KELSEN, 2009, p. 229), mas aquelas pertencentes à argumentação, à justificação de decisões que fazem referência às operações matemáticas, cujo âmbito inclui a lógica clássica, mesmo que, para tanto, seja necessário recorrer também à lógica deôntica. É nesse sentido que a lógica, como ciência geral, da validade de argumentos (MACCORMICK, 2006), passa a ser considerada como critério⁴ de avaliação da validade das fundamentações de decisões judiciais.

Com vistas a essa avaliação é que no presente artigo a modelagem matemática tem por objetivo propor um modelo de análise do cálculo da pena, explicitando os limites entre o necessário e o discricionário. Para isso, do ponto de vista metodológico, o texto inicia com a apresentação do objeto real e, usando os pressupostos da modelagem matemática e do direito penal, é construído o modelo matemático, sendo, esse modelo usado para a análise da decisão judicial no crime de roubo, visando à identificação das possibilidades da matemática no processo de aplicação da lei.

2 O FUNDAMENTO EMPÍRICO

A realidade subjacente à reflexão relativa ao modelo de cálculo da pena apresentado no presente artigo é uma ação penal na qual é julgado um crime de roubo, cuja fundamentação da sentença sobre a dosimetria da pena foi a seguinte:

Analizadas as diretrizes do art. 59, constato que o réu agiu com culpabilidade normal à espécie nada tendo a valorar; não possui bons antecedentes, conforme certidão (fls.38 vº em apenso); Não há elementos para aferir a conduta social e a personalidade do acusado; motivo do crime é a busca do lucro fácil; circunstâncias do crime não o recomendam, porquanto se encontrava com emprego de arma e em concurso de agente dificultando a defesa da vítima, o que não passo a valorar por serem causas de aumento de pena, para, assim, não proceder em bis in idem; consequências extra penais foram graves, pois a vítima não teve o bem recuperado; não há provas de que a vítima tenha contribuído para a prática do delito, motivos pelos quais entendo que o acusado deva ter a sua pena base estabelecida acima no mínimo legal, ou seja, 8 anos e 9 meses de reclusão e 15 dias-multa. (BRASIL, 2024-03-25, Processo nº 0000859-19.2012.8.14.0070. Sentença. Juiz de Direito: Deomar Alexandre de Pinho Barroso. Vara Criminal de Abaetetuba. Julgado em: 05/09/2012.).

É essa a decisão do juiz, o qual, valendo-se da discricionariedade – margem da decisão que não está sob o controle da razão analítica – que lhe confere a lei, atribui determinada pena, que fundamenta o esforço analítico no presente artigo no que diz respeito aos limites daquela

⁴“No nível mais básico, também seria possível observar que, as normas da lógica formal funcionam como critérios que distinguem o que não é sólido por ser intrinsecamente contraditório do que é válido por ser irrefutável sem contradição intrínseca. Concluimos, pois, que devemos rejeitar argumentos ilógicos somente se, ou porque, reconhecemos que existem boas razões para evitar a autocontradição” (MACCORMICK, 2006, p. 15-16).

margem. A análise dessa decisão judicial é subsidiada por um modelo matemático construído e sua posterior aplicação nesse fragmento do objeto real.

3 SOBRE MODELAGEM MATEMÁTICA

As enunciações que condicionam e orientam a compreensão do que é modelagem matemática incluem, como já se apresentou em seção anterior, que se trata de uma atividade que deseja entender especificidades e apontar para uma tomada de decisão para explicar, por meio de relações quantitativas, questões referentes a uma situação da realidade (GEIGER *et al.*, 2022; BEAN, 2012).

As decisões emergem de um modelo matemático produzido visando apresentar relações quantitativas que nessa situação foram captadas pelo modelador. Mas o que é o modelo matemático? O modelo matemático tem estrutura sistêmica e, segundo Lesh (2000, p. 17), inclui: (a) variáveis da situação; (b) relações entre as variáveis; (c) operações que descrevem como essas variáveis interagem; e (d) segue regras ou padrões.

O que antecede a construção do modelo, bem como o que desse modelo se segue para a compreensão de questões de uma situação da realidade, conjuntamente, constituem etapas do que se pode denominar ciclo de modelagem e que funciona como modelo de referência epistemológica para a modelagem matemática (ALMEIDA, 2022).

A modelagem matemática, de modo geral, vem orientada por interesses específicos e, conforme sugere Skovsmose (2001, p. 42), “um modelo não é um modelo da ‘realidade’ em si, é um modelo de um sistema conceitual, criado por uma interpretação específica, baseado em um quadro teórico mais ou menos elaborado, e baseado em alguns interesses específicos”.

Essa particularidade da modelagem levou à caracterização de diferentes perspectivas⁵ para esse tipo de atividade (KAISER; SRIRAMAN, 2006). Dentre tais perspectivas, interessa no presente artigo a sociocrítica (BARBOSA, 2006), sob a qual as atividades de modelagem vêm pautadas pela análise crítica acerca da relação entre matemática e realidade por meio da mobilização de conhecimentos reflexivos. Nesse caso, cabe ao modelador “fazer uma leitura crítica da situação à luz dos quadros conceituais e dos modelos vigentes e analisar a coerência com que os aspectos estão sendo qualificados e inter-relacionados no contexto da situação” (BEAN, 2012, p. 13).

A modelagem matemática, independentemente da perspectiva, pode, por um lado, se propor a descrever uma determinada situação da realidade. Por outro lado, pode ser prescritiva, com intenção de planejar, prescrever, organizar ou estruturar certos aspectos da realidade (NISS, 2015).

A modelagem, aqui apresentada, inicia-se prescritiva, uma vez que se pretende um modelo que reproduza certas relações, como os princípios da proporcionalidade, da igualdade e da verificabilidade da decisão judicial. Porém, o modelo aqui proposto também se caracteriza como instrumento de análise crítica da decisão judicial já emanada. Dessa feita, além de pres-

⁵As perspectivas nomeadas pelos autores são: realística, epistemológica, educacional, sociocrítica e contextual.

crever relações quantitativas consoante a regras jurídicas, o modelo evidencia as divergências de relações quantitativas entre as decisões judiciais e as regras legais nas quais elas se fundamentam, bem como entre as conclusões da fundamentação da decisão e as suas premissas declaradas.

4 DA REALIDADE: O SISTEMA JURÍDICO-PENAL BRASILEIRO

O sistema jurídico brasileiro é corporificado, por um lado, na Constituição Federal Brasileira de 1988, no Código Penal (“CP”), no Código de Processo Penal (“CPP”), dentre outros documentos legais que tipificam condutas como crimes e, por outro lado, na jurisprudência, isso é, no conjunto de decisões de tribunais brasileiros.

Para os interesses do presente artigo considera-se o sistema jurídico-penal brasileiro no que diz respeito à primeira fase do cálculo da pena de reclusão à luz da Teoria Garantista do Direito Penal (FERRAJOLI, 2010) que: (1) tem como fundamento e objetivo a proteção da liberdade do indivíduo contra o uso arbitrário do poder estatal por meio do Direito Penal; (2) preza pelas exigências de racionalidade consubstanciadas na possibilidade de verificação, de refutação e de controle de decisões judiciais em um Estado Democrático de Direito, em oposição ao irracionalismo inerente a modelos de Estado autoritários e suas arbitrariedades, resultantes da crítica dos fundamentos gnosiológicos e éticos do direito penal em geral e da crítica da prática judiciária da Itália; e (3) tem seus princípios alinhados com aqueles do sistema jurídico-penal brasileiro tanto em termos constitucionais quanto infraconstitucionais.

Particularmente, a reflexão aqui suscitada, diz respeito ao fato de que é somente mediante a avaliação e ponderação do juiz que se chega a afirmação, por exemplo, de que dez anos de reclusão corresponde ao valor da pena de uma tentativa de homicídio mediante três tiros no peito de Tício desferidos por Mévio, por ciúmes, às três horas da tarde na Praça da República, na presença de dezenas de pessoas, dentre elas crianças, resultando não na morte de Tício, mas na paralisia de seus membros inferiores pelos danos gerados em sua coluna vertebral como consequência de um dos tiros. Qual seria a quantidade de pena para os tiros? Cada disparo teria igual valor? Um tiro na Praça da República majora quanto a pena? A presença de crianças torna a conduta mais ou menos reprovável?

Observa-se que cada circunstância não traz em si um selo indicando seu valor uma vez que a realidade é constituída pela totalidade de relações nas quais os termos são somente mediante tais relações, e não fora delas, diferentemente do que pensam os metafísicos, para os quais cada termo torna-se uma entidade subsistente por si e apartada dos demais, relacionados apenas exteriormente, mecanicamente (PRADO JUNIOR, 1952). É por isso que não é possível determinar uma quantidade de pena para uma conduta de modo a priori, isso é, independentemente das relações sociais que determinam o sistema jurídico-penal definidor do crime. Não existe a entidade autossuficiente tentativa de homicídio, assim como o crime não existe apartado do direito que o determina enquanto tal, e este, por sua vez, não existe fora da sociedade que o engendrou. É somente nas relações sociais, especificamente jurídicas, que uma conduta

é crime, bem como o papel pintado é dinheiro somente dentro das relações de troca. O número escrito no papel pintado indica seu valor, mas somente como valor de troca; já a dimensão de um hematoma causado por um golpe indica a gravidade do crime, mas somente como gravidade valorada juridicamente. A valoração jurídica é a unidade da conduta real com os preceitos legais, isto é, com os valores sociais determinados como juridicamente relevantes.

No Brasil, o grau de relevância é determinado por um ou alguns juízes, os quais devem atribuir uma medida como pena, considerando-se o grau de ofensividade da conduta, medida a partir dos danos à vítima e aos chamados bens jurídicos tutelados, como a integridade física, e esta medida deve ser suficiente para prevenir outra prática delitiva. Essa prevenção, por sua vez, enquanto prevenção especial, isto é, prevenção direcionada ao sujeito condenado, não tem outro parâmetro que seus desígnios internos (FERRAJOLI, 2010).

Assim, o âmbito de verificação da adequação da medida adotada se reveste de uma subjetividade persistente, de um lado, por não haver como quantificar nem os danos suportados pela vítima, nem um dano a um ente metafísico caracterizado como bem jurídico e, de outro lado, não há meios objetivos de determinar a quantidade exata que altere os desígnios internos do delinquente. Por esses motivos, reconhece-se que ao juiz é delegada uma margem decisória não subordinada ao controle total da razão analítica, sendo ela denominada de discricionariedade do juiz (FERRAJOLI, 2010). Entretanto, não se pode concluir daí que a discricionariedade do juiz no cálculo da pena de reclusão não encontra quaisquer limites de racionalidade.

A realidade é uma totalidade de relações. A conduta, como objeto, é tomada em duplo aspecto: ora como meio universal onde são muitas propriedades, ora como Uno, excludente de propriedades opostas, como uma totalidade simples⁶. De um lado, ela é também o meio que contém as suas muitas propriedades: a conduta de Mévio é o desferimento de três tiros, também é movida pelos ciúmes, também resulta na paralisia de Tício, também ocorreu na Praça da República etc. Porém, também é a totalidade à qual se conferiu o valor de dez anos de reclusão que exclui propriedades opostas: enquanto ocorreu na Praça da República não ocorreu na Praça Batista Campos, enquanto houve três disparos, não houve cinco disparos, enquanto a vítima foi Tício, não foi José etc. É pelas muitas propriedades, relacionando-se com propriedades opostas excluídas, que a conduta de Mévio se diferencia das demais condutas⁷: se Tício e Mévio fossem os únicos na praça, não haveria risco de vida para terceiros; daí concluir-se que, nesse caso, a diferença nas propriedades da conduta seria traduzida em uma diferença da quantidade de pena de reclusão.

Porém, essa conclusão sobre a diferença de penas ocorre somente no plano das ideias,

⁶Ocorre aqui, analogamente, o que ocorre na dialética da percepção: “Nesses momentos conjuntamente, a coisa está completa como o verdadeiro da percepção (...). A coisa é: 1) – a universalidade passiva e indiferente, o **também** das muitas propriedades (ou antes, “**matérias**”); 2) – a negação, igualmente com o simples, ou o Uno – o excluir de propriedades opostas; 3) – as muitas **propriedades** mesmas, o relacionamento dos dois primeiros momentos, a negação tal como se relaciona com o elemento indiferente e ali se expande como uma multidão de diferenças” (HEGEL, 2014, p. 95-96, grifo nosso)

⁷“O branco só é em oposição ao preto etc.; e a coisa só é Uno justamente porque se opõe às outras. Mas não exclui de si as outras porque seja uno – já que ser Uno é o universal relacionar-se-consigo-mesmo -, e sim devido à **determinidade**. Assim, as próprias coisas são **determinadas em si e para si**; tem propriedades pelas quais se diferenciam das outras. Porque a **propriedade é própria** da coisa, ou uma determinidade nela mesma, a coisa possui **um número** de propriedades” (HEGEL, 2014, p. 99, grifo nosso).

pois as quantidades de pena não estão nas coisas, mas na valoração dada pelo juiz. O que ensejaria aquela conclusão seria um princípio de proporcionalidade entre a ofensividade da conduta e a quantidade de pena, o qual pode ser adotado ou não em um determinado ordenamento jurídico na medida em que nele está ou não o princípio da igualdade. Mas, uma vez adotado tal princípio, surge para o juiz um limite em sua discricionariedade pautado em um parâmetro de racionalidade dado pela proporção entre as quantidades de pena de condutas comparáveis pela variação de um de seus termos: em que medida a quantidade de pena correspondente à conduta supracitada diferiria de conduta similar, porém sem crianças na praça? Com efeito, não é somente a conduta real o substrato material da modelagem, mas também aquelas regras que determinam a valoração jurídica das condutas, isso é, o sistema jurídico-penal determinado.

No Brasil, tem-se em um primeiro grupo de princípios sobre liberdade, legalidade e presunção de inocência, conforme delimitado pela Constituição Federal Brasileira (BRASIL, 1988). O segundo grupo concerne à igualdade e à proporcionalidade, de modo que duas pessoas terão penas iguais na medida em que as suas condutas forem equivalentes, sendo diferenciadas de acordo com a lesividade da conduta.

Ainda, a decisão judicial deve ser fundamentada e explicitar suas motivações, com base tanto no ordenamento jurídico, em leis e precedentes judiciais (a jurisprudência), quanto nos fatos apurados durante o processo judicial (BRASIL, 1988, art. 93 IX). Essa é uma exigência de alta importância em um Estado Democrático de Direito na medida em que reduz a margem de discricionariedade do poder público, permitindo que o cidadão possa exercer seu direito de defesa, não somente contra a acusação que lhe é feita, mas também contra arbitrariedades em decisões judiciais. O magistrado se torna obrigado a explicitar os fundamentos de fato e de direito que o levam a concluir sobre a materialidade e a autoria do crime, bem como explicitar os fundamentos da quantidade de pena aplicada.

No sistema jurídico-penal brasileiro, é possível questionar decisões de um juiz por meio da interposição de recurso contra uma decisão judicial. Quando o cálculo ou a quantidade de pena, conteúdo da sentença definitiva penal condenatória, é questionado, o recurso a ser analisado é de apelação (CPP, 1940, art. 593, I) e é dirigido a desembargadores. Assim, efetiva-se o duplo grau de jurisdição, na medida em que a decisão judicial de primeira instância (a sentença) pode ser alterada por decisão posterior proferida em segunda instância (o acórdão). Aqui é relevante o princípio do *non reformatio in pejus* contido no Decreto-lei 3689/19 (CPP, 1941), art. 617, segundo o qual o tribunal não pode agravar a pena quando houver recurso somente do réu. Observa-se, então, que a decisão judicial deve seguir algum parâmetro de racionalidade objetiva para que possa ser objeto de controle por parte da sociedade.

5 CONSTRUINDO UM MODELO MATEMÁTICO

Para investigar o sistema jurídico-penal brasileiro, a estratégia é elaborar um modelo matemático que evidencie os limites da discricionariedade do juiz ao operar as quantidades de pena determinadas nas relações quantitativas, e que forneça ferramentas para verificar violações

de critérios de racionalidade naquelas operações, isto é, no cálculo propriamente dito da pena. Essa construção implica na escolha de cada relação matemática, de cada variável, do conjunto numérico, isto é, não se pode determinar arbitrariamente que as quantidades de pena pertencerão aos números inteiros, ou que uma pena é agravada por meio de uma multiplicação. Cada relação, cada elemento deve refletir o modelo conceitual adotado na realidade social.

O cálculo da pena é estruturado em três fases, nos termos do CP, art. 68. A modelagem matemática aqui realizada compreende a pena de reclusão dentro da primeira fase da dosimetria, prevista no CP, art. 59:

Art. 59 - O juiz, atendendo à culpabilidade, aos antecedentes, à conduta social, à personalidade do agente, aos motivos, às circunstâncias e consequências do crime, bem como ao comportamento da vítima, estabelecerá, conforme seja necessário e suficiente para reprovação e prevenção do crime: (...)

II - a quantidade de pena aplicável, dentro dos limites previstos; (...)

A culpabilidade, os antecedentes, a conduta social, a personalidade do agente, os motivos do crime, as circunstâncias do crime, as consequências do crime e o comportamento da vítima são os parâmetros para aferição da quantidade de pena na primeira fase, chamadas de “circunstâncias judiciais”. A cada um deles o juiz deve atribuir um valor jurídico como favorável ou desfavorável ao réu, ou neutro. Ainda, o CP, art. 59, II afirma que a quantidade de pena deve estar dentro dos limites previstos. É o que ocorre em todos os tipos penais no Brasil, como é o caso do crime de roubo aqui analisado: “Art. 157 - Subtrair coisa móvel alheia, para si ou para outrem, mediante grave ameaça ou violência a pessoa, ou depois de havê-la, por qualquer meio, reduzido à impossibilidade de resistência: Pena - reclusão, de quatro a dez anos, e multa”.

Para cada parâmetro define-se uma variável⁸. Assim, seja $i \in N$ tal que $1 \leq i \leq 8$ define-se c_i circunstâncias judiciais como: c_1 para a culpabilidade, c_2 para os antecedentes, c_3 para a conduta social, c_4 para a personalidade do agente, c_5 para os motivos do crime, c_6 para as circunstâncias do crime, c_7 para as consequências do crime e c_8 para o comportamento da vítima. As proposições de valoração jurídica são: d_i como “ c_i é desfavorável ao réu”; f_i como “ c_i é favorável ao réu”; n_i como “ c_i é neutra”. Também são definidas as quantidades de pena como se segue: p_i é a quantidade de pena parcial correspondente a c_i ; $\lambda_{\min}$ é o limite mínimo da quantidade de pena; $\lambda_{\max}$ é o limite máximo da quantidade de pena; T é a quantidade de pena total preliminar de reclusão na primeira fase do cálculo da pena, isso é, a quantidade de pena total cujas relações entre as partes de que provém ainda são indeterminadas; e F é a quantidade de pena total final da primeira fase do cálculo da pena, distinguindo-se de T na medida em que já se encontra determinada quanto às relações matemáticas entre seus elementos; F e T serão ainda, como será exposto a seguir, identificadas em termos de sua posição no processo judicial por um índice $j \in N$ como T_j e F_j .

Definidas as variáveis, procede-se à observação das relações a serem representadas matematicamente. Primeiramente, nota-se a totalidade da conduta valorada, isso é, a conduta como

⁸A partir deste ponto, em 21 de março de 2025, foi realizada uma retificação da numeração de equações e expressões matemáticas cujos caracteres ficaram equivocados na versão final.

Uno, à qual corresponderá uma quantidade de penal total T na primeira fase do cálculo da pena. Também se nota a conduta como uma coisa de muitas propriedades, composta pelas diversas circunstâncias judiciais c_i , de modo que a cada c_i corresponde uma quantidade de pena p_i . Assim, deve-se determinar as relações quantitativas entre, de um lado, T e $\lambda_{\min}$ e, de outro lado, entre p_i e $\lambda_{\min}$.

A primeira relação estabelece-se na diferença entre T e $\lambda_{\min}$, a qual determina a quantidade de pena acima do limite mínimo, isto é, uma quantidade de pena supra, Δ .

$$T - \lambda_{\min} = \Delta \quad (1)$$

Logo,

$$T = \lambda_{\min} + \Delta \quad (2)$$

Porém, a quantidade de pena supra é a própria relação entre as diversas quantidades de pena parciais denotadas por p_i , devendo-se determinar a relação entre cada quantidade de pena parcial, isso é, definir qual é operação que deve relacionar tais quantidades bem como o conjunto numérico ao qual pertence cada p_i .

Por um lado, uma vez que se admite valorações jurídicas capazes de aumentar, de reduzir e de manter a quantidade de pena, é necessária a existência de elementos simétricos para todos os elementos do conjunto numérico em questão. Por outro lado, observa-se que as circunstâncias judiciais são tomadas cada uma para si dentro da totalidade, mantendo-se as demais intocadas. Também é indiferente a ordem dos termos da relação das quantidades de pena, valendo-se a propriedade comutativa.

Portanto, a relação entre as quantidades de pena parciais é determinada em uma estrutura matemática reconhecida como grupo abeliano⁹. Considerando as operações usuais de adição e de multiplicação, a multiplicação pode ser definida em termos da adição, de tal modo que, dados a um número real e $n \geq 1$ um número inteiro, a soma de n parcelas de valor a é dada por:

$$\underbrace{a + a + \dots + a}_{n \text{ parcelas}} = n \cdot a \quad (3)$$

Assim, para uma quantidade de pena $p_1 = 3$, e uma outra quantidade de pena p_2 , por exemplo, podemos escrever:

$$p_1 \cdot p_2 = 3 \cdot p_2 = p_2 + p_2 + p_2 \quad (4)$$

Na operação multiplicativa das duas quantidades, se mantém somente uma delas. Assim,

⁹Um grupo abeliano é “um sistema matemático constituído de um conjunto não vazio G e uma operação $x, y \rightarrow x \cdot y$ sobre G ” se, para quais quer $a, b, c \in G$, satisfaz os axiomas: 1) da associatividade, $a \cdot b \cdot c = a \cdot b \cdot c$; 2) existência de elemento neutro, $\exists e \in G : a \cdot e = e \cdot a = a$; e 3) existência de simétricos, $\exists a \in G : a \cdot a = a \cdot a = e$. E um grupo é abeliano quando também satisfaz a comutatividade, isto é, $a \cdot b = b \cdot a$ (DOMINGUES; IEZZI, 2003, p. 138-139)

para as 8 quantidades de pena p_i

$$\Delta = \sum_{i=1}^8 p_i \quad (5)$$

Considerando, portanto, o grupo aditivo $(\mathbb{R}, +)$ como relação das quantidades de pena parciais é obtida quantidade de penal total T como:

$$T = \lambda_{\min} + \sum_{i=1}^8 p_i \quad (6)$$

À relação entre a unidade das quantidades parciais de pena e o limite mínimo também incide a formulação via multiplicação. No caso em que não há ainda a quantidade de pena total, o que determinaria o aumento da pena acima do mínimo? Considerando-se que a quantidade de pena associada pela multiplicação ao limite mínimo deve determinar um aumento, essa quantidade a ser inserida deve ser maior do que 1. Assim, com a multiplicação usual e a quantidade de pena inserida (ou quantidade de pena inserta) $\ddot{I}$, determina-se a quantidade de pena total T :

$$T = \lambda_{\min} \cdot \ddot{I} = \ddot{I} \cdot \lambda_{\min} \quad (\text{pela propriedade comutativa}) \quad (7)$$

$$T = \underbrace{\lambda_{\min} + \lambda_{\min} + \dots + \lambda_{\min}}_{\ddot{I} \text{ parcelas}} \quad (8)$$

Isso significa que se utiliza o limite mínimo da pena para determinar a pena individual. Entretanto, entra em jogo o princípio do *ne bis in idem*, segundo o qual não se pode incriminar e, portanto, penalizar alguém mais de uma vez pela mesma conduta (BRASIL, 2021). O limite mínimo de pena é determinado abstratamente para um tipo penal, o qual já corresponde à punição da conduta em geral. Ao operar com a multiplicação usual, a quantidade de pena supra será determinada pelo limite mínimo, isto é, o aumento da pena será determinado pela pena já cominada. Com efeito, tal aumento é determinado também pela conduta em geral, quando deveria ter em sua base somente as particularidades do caso. A multiplicação usual incide em *bis in idem*, penalizando o réu mais de uma vez pela prática do crime em geral. Logo, a relação entre o limite mínimo e a quantidade de pena inserta deve ser a adição usual:

$$T = \lambda_{\min} + \ddot{I} \quad (9)$$

Logo

$$\ddot{I} = \Delta = \sum_{i=1}^8 p_i \quad (10)$$

$$T = \lambda_{\min} + \sum_{i=1}^8 p_i \quad (11)$$

Tomada a operação de adição, esta determina a representação matemática das valorações jurídicas da quantidade de pena com referência ao elemento neutro da operação, ou seja, o zero.

Logo, $\forall i$

$$d_i \rightarrow p_i > 0 \quad (12.1)$$

$$f_i \rightarrow p_i < 0 \quad (12.2)$$

$$n_i \rightarrow p_i = 0 \quad (12.3)$$

Não se pode olvidar do princípio do duplo grau de jurisdição como princípio implícito do ordenamento jurídico brasileiro, mas corporificado nos diversos recursos, como a apelação, o recurso especial e o recurso extraordinário. Com a possibilidade de mais de uma sentença sobre a quantidade de pena, considera-se a situação em que duas decisões judiciais sucessivas são comparadas, sendo uma sentença e um acórdão de apelação da mesma sentença, por exemplo. Introduce-se o índice $j \in N$ nas notações já definidas para distinguir a qual decisão cada elemento pertence, seguindo-se a ordem temporal das decisões a ordem sucessiva dos números naturais. Por exemplo, a quantidade de pena p_{i_j} será determinada como p_{i_1} se pertencer à primeira decisão (sentença) e como p_{i_2} se pertencer à segunda decisão (acórdão):

$$T_j = \lambda_{mín} + \sum_{i=1}^8 p_{i_j} \quad (13)$$

Por fim, no Brasil, não tem sentido uma quantidade de pena de reclusão negativa, bem como ainda não é pacífico na jurisprudência nacional uma pena abaixo do limite mínimo. Também a quantidade de pena não deve ultrapassar o limite máximo de pena previsto em lei. Portanto, a quantidade de pena total final da primeira fase do cálculo da pena, F_j será:

$$F_j = \begin{cases} \lambda_{máx}, & T_j \geq \lambda_{máx} \\ T_j, & 0 \leq T_j \leq \lambda_{máx} \\ \lambda_{mín}, & T_j \leq \lambda_{mín} \end{cases} \quad (14)$$

Ou seja:

$$F_j = \begin{cases} \lambda_{máx}, & \text{se } \lambda_{mín} + \sum_{i=1}^8 p_{i_j} \geq \lambda_{máx} \\ \lambda_{mín} + \sum_{i=1}^8 p_{i_j}, & \text{se } 0 \leq \lambda_{mín} + \sum_{i=1}^8 p_{i_j} \leq \lambda_{máx} \\ \lambda_{mín}, & \text{se } \lambda_{mín} + \sum_{i=1}^8 p_{i_j} \leq \lambda_{mín} \end{cases} \quad (15)$$

Obtém-se, então, um modelo matemático da primeira fase do cálculo da pena do sistema jurídico-penal brasileiro:

$$F_j = \begin{cases} \lambda_{máx}, & \text{se } \lambda_{mín} + \sum_{i=1}^8 p_{i_j} \geq \lambda_{máx} \\ \lambda_{mín} + \sum_{i=1}^8 p_{i_j}, & \text{se } 0 \leq \lambda_{mín} + \sum_{i=1}^8 p_{i_j} \leq \lambda_{máx} \\ \lambda_{mín}, & \text{se } \sum_{i=1}^8 p_{i_j} \leq 0 \end{cases} \quad (16)$$

6 A MODELAGEM MATEMÁTICA EM AÇÃO: O CASO DO ROUBO

Retomando a situação do roubo apresentada no Processo nº 0000859-19.2012.8.14.0070 supracitado (BRASIL, 2014) e que é agora objeto de análise a partir do modelo construído, nota-se que não foi valorado juridicamente de modo explícito o comportamento da vítima, no entanto, como será visto adiante no acórdão, será considerado como desfavorável ao réu, totalizando quatro circunstâncias desfavoráveis implicando nas quantidades de pena p_2 , p_5 , p_7 e p_8 , nenhuma favorável e quatro neutras, influenciando p_1 , p_3 , p_4 , p_6 . Assim, do CP art. 157 já citado, tem-se que $\lambda_{\min} = 4$ anos e $\lambda_{\max} = 10$ anos e da sentença, ocorrem:

$$n_{1_1} \text{ e } d_{2_1} \text{ e } n_{3_1} \text{ e } n_{4_1} \text{ e } d_{5_1} \text{ e } n_{6_1} \text{ e } d_{7_1} \text{ e } d_{8_1}. \quad (17)$$

Além disso,

$$F_1 = 8,75 \text{ anos} \quad (18)$$

Pode-se determinar, então, a quantidade de pena acima do limite mínimo:

$$8,75 = 4 + \sum_{i=1}^8 p_{i_1} \quad (19)$$

$$\sum_{i=1}^8 p_{i_1} = 4,75 \quad (20)$$

$$p_{2_1} + p_{5_1} + p_{7_1} + p_{8_1} = 4,75 \quad (21)$$

No caso, somente o réu recorreu da sentença para o Tribunal de Justiça, requerendo redução da quantidade da pena de reclusão. O tribunal decidiu conforme trecho da decisão a seguir:

Ementa: Apelação Penal. Roubo qualificado pelo emprego de arma e em concurso de pessoas. Art. 157, §2º, incisos I e II, do CPB. Sentença condenatória. Dosimetria. Redução da pena-base no mínimo legal. Antecedentes valorados negativamente pelo Juízo a quo de forma errônea. Exclusão. Súmula nº 444 do STJ. Impossibilidade de minoração da reprimenda. Existência de outras circunstâncias desfavoráveis ao apelante, tais como, motivos, consequências do crime e comportamento da vítima. Ação audaciosa perpetrada pelo apelante e seu comparsa. Elevada quantia subtraída que não foi recuperada. Valor de R\$ 35.000,00 reais. Relevância. Pena justa, correta e proporcional à prevenção e repressão do crime. Modificação do regime de cumprimento de pena do inicial fechado para o semiaberto. Quantum da reprimenda inalterado. Art. 33, §2º, alínea a, do CPB. Manutenção do regime mais gravoso. Recurso conhecido e improvido. Decisão unânime. 1. **Das circunstâncias consideradas desfavoráveis ao réu, apenas uma é passível de correção, qual seja, os antecedentes criminais, estando equivocada a valoração negativa procedida pelo Magistrado sentenciante**, eis que inquéritos policiais ou ações penais em andamento não podem ser considerados para fins de exasperação da reprimenda-base, seja a título de maus antecedentes, conduta social ou personalidade, em obediência à Súmula nº 444 do STJ, que assim dispõe: É vedada a utilização de inquéritos policiais e ações penais em curso para agravar a pena-base. 2. O

Magistrado sentenciante, porém, só está autorizado a estabelecer a pena no mínimo legal, caso todas as circunstâncias judiciais sejam favoráveis ao réu, não sendo esta a hipótese dos autos, onde persistem como desfavoráveis os motivos, as consequências do crime e o fato de a vítima não ter contribuído para o crime, devendo permanecer intocado o quantum da pena, fixado acima do mínimo legal, em razão da violência empregada na ação criminosa e o grande temor que causou na vítima. A reprimenda atende, portanto, os critérios da proporcionalidade, sendo necessária e suficiente à reprovação e prevenção do crime. (BRASIL, 2024-03-25, Tribunal de Justiça do Pará. Apelação 2014.04505852-37, 131.015, Rel. Vânia Lúcia Silveira, Órgão Julgador 1ª TURMA DE DIREITO PENAL, Julgado em 2014-03-21, publicado em 2014-03-25 – grifos dos autores)

Da fundamentação contida no acórdão, tem-se que ocorrem:

$$n_{1_2} \text{ e } n_{2_2} \text{ e } n_{3_2} \text{ e } n_{4_2} \text{ e } d_{5_2} \text{ e } n_{6_2} \text{ e } d_{7_2} \text{ e } d_{8_2} \quad (21.1)$$

$$F_2 = 8,75 \text{ anos} \quad (21.2)$$

Logo:

$$8,75 = 4 + \sum_{i=1}^8 p_{i_2} \quad (22)$$

$$\sum_{i=1}^8 p_{i_2} = 4,75 \quad (23)$$

$$p_{5_2} + p_{7_2} + p_{8_2} = 4,75 \quad (24)$$

Dado que somente a defesa recorreu da sentença, então a pena não pode ser aumentada em razão do *non reformatio in pejus*. Logo, as quantidades de pena das duas situações devem ser comparadas. À primeira vista, conforme o acórdão, deve-se verificar a igualdade:

$$F_1 = F_2 \quad (25)$$

De fato, por (20) e (23),

$$4,75 = 4,75 \quad (26)$$

Verifica-se que (26) é uma proposição verdadeira, então o CPP, art. 617 não estaria violado. No entanto, se o tribunal alterou d_2 para n_2 de modo que $p_{2_2} = 0$, a quantidade de pena em F_1 não deveria ter sido reduzida? A isso pode-se responder com outra questão: o CP, art. 617 faz referência a que pena? A F_1 ou a cada p_i ? Se se referir a F_1 , então não houve ilegalidade por parte do tribunal. Se se referir a p_i , deve-se verificar a partir do modelo o que ocorre com as quantidades de pena fracionárias. Nesse sentido, por (21.1), (24) e (25), tem-se:

$$p_{2_1} + p_{5_1} + p_{7_1} + p_{8_1} = p_{5_2} + p_{7_2} + p_{8_2} \quad (27)$$

Segundo o acórdão, não houve quaisquer alterações em p_{5_1} , em p_{7_1} nem em p_{8_1} . Por-

tanto:

$$p_{5_1} = p_{5_2} \quad (28.1)$$

$$p_{7_2} = p_{7_1} \quad (28.2)$$

$$p_{8_1} = p_{8_2} \quad (28.3)$$

De (27), (28.1), (28.2) e (28.3) decorre que:

$$p_{2_1} = 0 \quad (29)$$

No entanto, a partir de (12.1), (12.3) e (17), pode-se afirmar que:

$$p_{2_1} > 0 \quad (30)$$

Entra-se em uma contradição entre (29) e (30). O que significa esse impasse? A comparação feita pelo art. 617 do CPP pressupõe a primeira decisão para avaliar a legalidade da segunda decisão, então significa que o problema está no acórdão, não na sentença. Dada a ordem das decisões, o tribunal não poderia ter afirmado (29), isto é, que a sentença recorrida teria valorado os antecedentes como neutro (n_{2_1}), visto que não pode alterar o fato de o juiz sentenciante ter valorado desfavoravelmente os antecedentes. Então significa que algo no acórdão é falso.

Presumindo-se verdadeiro que $F_2 = 8,75$, qual ou quais seriam as situações em que se pode chegar à conclusão de (25), ou seja, na manutenção da pena no mesmo patamar apesar de alterar o valor jurídico dos antecedentes de desfavorável para neutro?

Na medida em que $p_{2_1} > 0$, para que (27) seja verdadeira, tem-se que:

$$p_{5_1} + p_{7_1} + p_{8_1} < p_{5_2} + p_{7_2} + p_{8_2} \quad (31)$$

Portanto, pelo menos uma das igualdades das premissas (28.1), (28.2) e (28.3) é falsa, ou seja, pelo menos uma c_i deve ter seu valor alterado. Supondo $p_{5_1} = p_{5_2}$ falsa e as demais verdadeiras, então:

$$p_{5_1} < p_{5_2} \quad (32)$$

Analogamente, se $p_{7_1} = p_{7_2}$ é falsa e as demais verdadeiras, então $p_{7_1} < p_{7_2}$; e, se $p_{8_1} = p_{8_2}$ é falsa e as demais verdadeiras, então $p_{8_1} < p_{8_2}$. Supondo $p_{5_1} = p_{5_2}$ verdadeira e as demais falsas:

$$p_{7_1} + p_{8_1} < p_{7_2} + p_{8_2} \quad (33)$$

Analogamente, se $p_{7_1} = p_{7_2}$ é verdadeira e as demais falsas, ou se $p_{8_1} = p_{8_2}$ é verdadeira e as demais falsas, tem-se que: $p_{5_1} + p_{8_1} < p_{5_2} + p_{8_2}$ ou $p_{5_1} + p_{7_1} < p_{5_2} + p_{7_2}$, respectivamente. Não é possível saber qual destas possibilidades é a verdadeira. Porém, para que $F_1 = F_2$ seja

satisfeita, pelo menos uma delas deve ser verdadeira. Isso significa que a retirada da quantidade de pena referente aos antecedentes na sentença precisa ser “compensada” com o aumento em pelo menos uma das quantidades de pena das outras circunstâncias judiciais no acórdão. Presumindo-se verdadeiras as premissas expressas em (28.1), (28.2) e (28.3), do acórdão, de (21) decorre que:

$$p_{2_1} + p_{5_2} + p_{7_2} + p_{8_2} = 4,75 \quad (34.1)$$

$$p_{2_1} + \sum_{i=1}^8 p_{i_2} = 4,75 \quad (34.2)$$

$$(\lambda_{\min}) + \sum_{i=1}^8 p_{i_2} = (\lambda_{\min}) + 4,75 - p_{2_1} \quad (34.3)$$

$$\lambda_{\min} + \sum_{i=1}^8 p_{i_2} = 4 + 4,75 - p_{2_1} \quad (34.4)$$

$$F_2 = 8,75 - p_{2_1} \quad (34.5)$$

Como, por (30), $p_{2_1} > 0$, tem-se que:

$$F_2 < 8,75 \quad (35)$$

Nesse caso, confirma-se a primeira suspeita de que a pena deveria ter sido reduzida no acórdão, caso contrário, alguma das circunstâncias judiciais desfavoráveis do acórdão teria quantidade maior do que à correspondente da sentença. Com efeito, se se entende que o art. 617 do CPP se refere também às quantidades de pena fracionárias, aquelas correspondentes a cada circunstância judicial, então o acórdão analisado violou o *non reformatio in pejus*, sendo uma decisão ilegal. Tal conclusão apoia-se na explicitação de premissas necessárias da decisão de segunda instância – a de que pelo menos uma circunstância jurídica teria seu quantum majorado – mediante: o uso do modelo matemático desenvolvido no presente artigo a partir da análise da conduta em diversas circunstâncias, considerando-se aquelas expressas no art. 59 do CP; os princípios jurídicos, principalmente os da proporcionalidade, do *ne bis in idem*, do duplo grau de jurisdição e do *non reformatio in pejus*; o modelo normativo da Teoria Garantista Penal de Ferrajoli (2010); e a lógica matemática expressa nas operações matemáticas. Por outro lado, uma vez determinadas as relações matemáticas e sendo o modelo vigente, o uso deste explicita em que momentos da fundamentação da decisão judicial o juiz passa a efetuar operações matemáticas ao longo da dosimetria da pena. Essa não é constituída puramente de relações matemáticas; contém também uma margem de discricionariedade relacionada a juízos de valor a cargo do magistrado. Porém, as relações entre as quantidades parciais e os limites de pena como relações quantitativas – que, por exemplo, $2 > 2$ é falso ou que $4,75 = 4,75$ é verdadeiro – exigem atenção à lógica matemática, sob pena de se admitir que essa, no âmbito de um processo judicial, está sob o arbítrio do juiz. Em vista disso, o que é evidenciado pelo uso do modelo é o fato de a lógica matemática não dizer respeito à atribuição de valores absolutos às quantidades

de pena parciais, o que está sob a discricionariedade do juiz, mas sim à relação entre elas na quantidade de pena total quando é necessário aumentá-la ou reduzi-la. Portanto, opõe-se ao argumento de que, para negar a análise dos aspectos formais matemáticos do cálculo da pena, esse não seria “mera operação aritmética” que atribuisse valores absolutos a cada uma das circunstâncias judiciais¹⁰, exatamente porque a lógica matemática não corresponde à atribuição de tais valores, mas às relações quantitativas entre estes. Dessa feita, a lógica matemática aparece como limite da discricionariedade judicial na dosimetria da pena. O modelo proposto, então, serve à análise do aspecto formal matemático utilizado na fundamentação jurídica do cálculo da pena.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir de princípios do sistema jurídico-penal brasileiro à luz da Teoria Garantista do Direito Penal de Ferrajoli (2010), propôs-se um modelo matemático para a primeira fase do cálculo da pena de reclusão para identificar limites da discricionariedade do juiz, analisando-se uma situação particular de uma ação penal sobre crime de roubo. O modelo matemático construído leva em consideração as circunstâncias indicadoras de quantidades de pena e simplificações, bem como propriedades e regras matemáticas.

A modelagem matemática na perspectiva sociocrítica tem papel fundamental no desenvolvimento de conhecimentos reflexivos acerca da relação entre a realidade social – extramatemática – e a matemática. A modelagem enquanto mediação entre a realidade e a matemática, de um lado, põe as decisões tomadas socialmente sob a ponderação matemática e, de outro lado, põe a matemática sob a crítica social. O modelo matemático aqui proposto situa-se preponderantemente na primeira crítica na medida em que a decisão judicial sobre o cálculo da pena é posta em apreciação pela matemática. A modelagem teve como objetivo a determinação das relações quantitativas na reprodução ideal da primeira fase do cálculo da pena, constituindo-se uma teoria do cálculo da pena no sistema jurídico-penal brasileiro¹¹, para, evidenciando-se os limites da discricionariedade, isso é, da subjetividade do juiz, submeter a escrutínio as decisões deste, não somente pelo modelador, mas, principalmente, pelos interessados diretos, ou seja, pelos réus e seus advogados.

A análise crítica de uma decisão judicial emanada em sede de ação penal concernente a um crime de roubo resultou na divergência entre o modelo construído no presente artigo e o cálculo efetuado na realidade de um tribunal de justiça brasileiro. Conforme exposto, tal divergência é um reflexo das premissas do modelo conceitual do sistema jurídico-penal brasileiro adotadas, de um lado, pelos autores e, de outro lado, pelos juízes. Nesse sentido, um dos principais resultados não diz respeito exatamente à conclusão acerca da validade da decisão, mas sim à identificação de premissas nela implícitas, o que se torna possível quando se toma a totalidade

¹⁰“A ponderação das circunstâncias judiciais não constitui mera operação aritmética, em que se atribui pesos absolutos a cada uma delas, mas sim exercício de discricionariedade vinculada”. (BRASIL, 2014, ementa)

¹¹“A **teoria** é, para Marx, é a **reprodução ideal do movimento real do objeto pelo sujeito de pesquisa**: pela teoria, o sujeito reproduz em seu pensamento a estrutura e a dinâmica de seu objeto de pesquisa” (NETTO, 2011, p. 21, grifo nosso)

da modelagem em vez do modelo como seu resultado.

O modelo matemático construído, embora apoiado na premissas e hipóteses relativas ao objeto real, só se torna a estrutura sistêmica que precisa ser a partir das operações e das regras da matemática. Assim, ele se torna, na verdade, um objeto-modelo, uma representação não arbitrária, mas aproximada da realidade, conforme sugere Bunge (1985).

O seu uso na situação da realidade tem sua verificação em termos de tendências e contratendências, pois a realização das finalidades é mediada por sujeitos, os quais não são indiferentes ao modelo e se encontram em uma posição favorável ou desfavorável a ele. Nesse sentido, as premissas e pressupostos adotados tanto no modelo conceitual da realidade quanto no modelo matemático exercem papel preponderante nas análises da realidade social mediante modelos matemáticos, como se observou na análise da decisão judicial.

Com efeito, nesse âmbito, precisa-se tomar a totalidade, isto é, o modelo matemático junto com o seu desenvolvimento, sob pena de a análise da realidade social tornar-se morta, estática, sem saber de onde veio nem para onde vai¹². A crítica encontra-se, portanto, não no modelo matemático, mas no todo da modelagem.

O outro lado da crítica aqui proposta, mais recatado e exposto somente no problema da quantificação das muitas propriedades de conduta, não compete ao escopo deste artigo, encontrando-se mais em terreno filosófico, mas não menos caro à modelagem matemática, pois a legítima: a legalidade da lógica matemática no plano jurídico; ou, de modo geral, a legitimidade da lógica matemática como parâmetro de racionalidade – tópico a ser investigado em trabalhos posteriores.

¹²“[...] a Coisa mesma não se esgota em seu **fim**, mas em sua **atualização**; nem o **resultado** é o todo **efetivo**, mas sim o resultado junto com o seu vir-a-ser. O fim para si é o universal sem vida, como a tendência é o mero impulso ainda carente de sua efetividade; o resultado nu é o cadáver que deixou atrás de si a tendência”. (HEGEL, 2014, p. 24, grifo nosso).

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L. M. W. d. Uma abordagem didático-pedagógica da modelagem matemática. **VIDYA**, v. 42, n. 2, p. 121–145, dez. 2022.
- BARBOSA, J. Mathematical modelling in classroom: A socio-critical and discursive perspective. **ZDM**, v. 38, p. 293–301, 06 2006.
- BEAN, D. As premissas e os pressupostos na construção conceitual de modelos: *In*: seminário internacional de pesquisa em educação matemática. **Anais[...]**, SBEM, Petrópolis, Rio de Janeiro, v. 5, 2012.
- BRASIL, C. F. C. **Constituição Federal de 1988**. Brasília: [s.n.], 1988. Acesso em 27 Fev 2023. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm>.
- BRASIL, S. T. **Agravo Regimental no Recurso Especial 1392505/PR**. 2014. Acesso em: 09 Mar 2024. Disponível em: <https://processo.stj.jus.br/processo/revista/documento/mediado/?componente=ITA&sequencial=1351365&num_registro=201302309893&data=20140930&peticao_numero=201400186544&formato=PDF>.
- BRASIL, S. T. **Recurso Especial 1.847.488/SP**. embora não tenha previsão expressa na constituição federal de 1988, a garantia do ne bis in idem é um limite implícito ao poder estatal, derivada da própria coisa julgada (art. 5o, xxxvi) e decorrente de compromissos internacionais assumidos pelo Brasil (art. 5º, § 2º). isso porque a convenção americana de direitos humanos (art. 8º, n. 4) e o pacto internacional sobre direitos civis e políticos (art. 14, n. 7), incorporados ao direito brasileiro com status supralegal pelos decretos 678/1992 e 592/1992, respectivamente, instituem a vedação à dupla incriminação. relator: Ministro Ribeiro Dantas. In: . Relator: Ministro Ribeiro Dantas, 2021. n. 4. Acesso em 27 Fev 2023. Disponível em: <https://processo.stj.jus.br/SCON/GetInteiroTeorDoAcordao?num_registro=202000883871&dt_publicacao=25/11/2021>.
- BRASIL, T. d. J. d. P. Apelação 2014.04505852-37, 131.015, rel. vânia lúcia silveira, Órgão julgador 1ª turma de direito penal, julgado em 2014-03-21. **Apelação**, 2024–03–25. Acesso em: 09 Mar 2024. Disponível em: <<https://consultas.tjpa.jus.br/consultaunificada/consulta/principal?parametro=00008591920128140070>>.
- BUNGE, M. **Racionalidad y realismo**. Madrid: Alianza, 1985.
- CPP, C. P. **Decreto-Lei n.º 2848/40**. Brasília: [s.n.], 1940. Acesso em: 27 Fev 2023. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del2848.htm>.
- CPP, D.-L. . Código de P. P. **Decreto-lei 3689/19**. Brasília: [s.n.], 1941. Acesso em: 27 Fev 2023. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del3689.htm>.
- DOMINGUES, H.; IEZZI, G. **Álgebra moderna**. 4. ed. São Paulo: Atual, 2003.
- FERRAJOLI, L. **Direito e razão: teoria do garantismo penal**. 3. ed. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2010.
- GEIGER, V. *et al.* Developing a task design and implementation framework for fostering mathematical modelling competencies. **Educational Studies in Mathematics**, v. 109, n. 2, p. 313–336, 2022.
- HEGEL, G. **Fenomenologia do espírito**. 9. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2014.

HESTENES, D. Modeling theory for math and science education. In: LESH, R. (Ed.). **Modeling Students' Mathematical Modeling Competencies: ICTMA 13**. Nova York: Springer, 2010.

KAISER, G.; SRIRAMAN, B. A global survey of international perspectives on modeling in mathematics education. **ZDM**, v. 38, n. 3, p. 302–310, 2006.

KELSEN, H. **Teoria pura do direito**. 8. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2009.

LESH, R. Principles for developing thought-revealing activities for students and teachers. In: LESH, R.; KELLY, A. (Ed.). **Handbook of research design in mathematics and science education**. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum, 2000. p. 591–646.

MACCORMICK, N. **Argumentação jurídica e teoria do direito**. São Paulo: Martins Fontes, 2006.

NETTO, J. **Introdução ao estudo do método em Marx**. São Paulo: Expressão Popular, 2011.

NISS, M. A. Prescriptive modelling: Challenges and opportunities. In: STILLMAN, G. A.; BLUM, W.; BIEMBENGUT, M. S. (Ed.). **Mathematical Modelling in Education Research and Practice: Cultural, social and cognitive influences**. Heidelberg: Springer, 2015. p. 67–79.

PRADO JUNIOR, C. **Dialética do conhecimento**, Editora Brasiliense, São Paulo, 1952.

SKOVSMOSE, O. **Educação matemática crítica: a questão da democracia**. 6. ed. Campinas/SP: Papirus, 2001.