

Aplicação do Problema de Dieta para atletas da região de Belo Horizonte

Daniel Augusto C. de Paula, Julia S. Machado, Vitor B. C. Lima, *Engenharia de Sistemas, UFMG*

Abstract– Este artigo apresenta a aplicação de Programação Linear Inteira Mista para a formulação e solução do problema de dieta de atletas de alto rendimento. O modelo desenvolvido visa otimizar o custo e atender às restrições nutricionais estabelecidas. Utilizamos o solver Gurobi no ambiente Python para a implementação do algoritmo e validação dos resultados.

Index Terms– Otimização, Programação Linear, Dieta, Nutrição Esportiva.

I. INTRODUÇÃO

O problema da dieta, voltado para a otimização de custo e cumprimento de restrições nutricionais, possui relevância significativa no campo da nutrição e no gerenciamento da saúde pública e bem-estar. Em especial, atletas de alto rendimento, que realizam atividades físicas intensas, requerem um planejamento alimentar rigoroso que atenda às suas elevadas necessidades energéticas e nutricionais. Neste trabalho, abordamos o caso de um atleta masculino de 25 anos que treina de 3 a 5 horas diariamente, cuja dieta é ajustada para maximizar seu desempenho, mantendo o custo dos alimentos minimizado. Utilizamos a programação linear inteira mista para selecionar os alimentos mais adequados, respeitando uma série de restrições nutricionais, de porções e de frequência de consumo.

A diversidade alimentar é crucial para garantir a ingestão de um espectro completo de nutrientes essenciais, evitando as deficiências que dietas restritivas podem causar. A programação linear inteira é aplicada para integrar variados grupos alimentares e assegurar que todas as recomendações nutricionais sejam satisfeitas. Este método é particularmente relevante no contexto esportivo, onde cada nutriente desempenha um papel chave nos processos metabólicos que sustentam atividades de alta intensidade e duração.

O modelo desenvolvido visa não apenas cumprir os requisitos mínimos de cada nutriente, mas também otimizá-los em termos de custo e variedade alimentar. Esta personalização na nutrição esportiva não só fornece uma ferramenta poderosa para nutricionistas e treinadores, como também introduz uma metodologia replicável e eficiente, adaptável para diferentes perfis e necessidades de atletas. A modelagem do problema, a implementação do algoritmo, os testes realizados e a análise dos resultados obtidos serão apresentados nas seções a seguir.

II. REVISÃO DA LITERATURA

Diversos estudos aplicaram a técnica de otimização para resolver problemas relacionados ao custo mínimo de uma dieta balanceada. Uma aplicação notável foi realizada por Danilo Oliveira, Ana Clara Borges e Vinycius Vieira [1], que usaram o problema da dieta para encontrar o menor custo de refeições diárias para idosos na cidade de Monte Carmelo - MG. Os autores utilizaram programação linear para determinar a combinação de alimentos que atendessem às necessidades nutricionais mínimas e máximas, considerando custos e limitações alimentares locais. O software utilizado para resolver o modelo foi o LINGO, e os resultados foram satisfatórios. A dieta proposta apresentou um custo diário de R\$6,92, o que foi considerado muito abaixo do valor de refeições médias na cidade. Entretanto, não foi incluída nenhuma restrição que considere variedade alimentar e limites de repetição de alimentos, o que pode levar a dieta a ficar monótona.

Com um foco um pouco diferente, o trabalho de Rafaela Priscila Cruz Moreira, sob orientação da Profª Drª. Elizabeth Fialho Wanner [2], propõe modelos de programação linear para a geração de cardápios escolares alinhados às diretrizes do PNAE, utilizando o IBM CPLEX Optimizer como ferramenta de solução. Foram desenvolvidos dois modelos: um para 5 dias e outro para n dias, ambos com restrições nutricionais e qualitativas como composição, cor, consistência e limites de carboidratos, proteínas e sódio, além da promoção de alimentos minimamente processados. Os resultados mostraram cardápios nutricionalmente adequados, economicamente viáveis e culturalmente alinhados, atendendo ao Índice de Qualidade da Coordenação de Segurança Alimentar Nutricional (IQ COSAN). A pesquisa se destaca pela contribuição ao planejamento sistemático de refeições escolares, otimizando custos e qualidade, embora a complexidade das restrições e a necessidade de bases de dados atualizadas possam representar desafios na aplicação prática.

O artigo "A Mathematical Programming System for Preference and Compatibility Maximized Menu Planning and Scheduling", de Balintfy et al. [3], propõe um modelo de programação matemática não linear separável para o planejamento e agendamento de cardápios, com o objetivo de maximizar as preferências alimentares e a compatibilidade dos itens, respeitando restrições nutricionais e de custo. O sistema utiliza um algoritmo de branch and bound, com relaxação lagrangiana, para resolver o problema de agendamento e alocação de itens às refeições. Os resultados demonstraram que o modelo é eficaz na criação de cardápios balanceados e agradáveis, otimizando a satisfação dos consumidores e a eficiência operacional. No

entanto, a complexidade do modelo e a necessidade de dados precisos sobre preferências e valores nutricionais podem representar desafios para a implementação prática, além da alta demanda computacional necessária para resolver problemas de programação inteira e não linear, limitando a aplicabilidade em contextos com grandes volumes de dados ou restrições adicionais.

III. DESCRIÇÃO DO PROBLEMA E MODELAGEM

O modelo de dieta balanceada proposto neste estudo refere-se a uma dieta balanceada que deve ser planejada considerando uma série de restrições nutricionais e de consumo de alimentos. O objetivo é criar uma alimentação para um atleta em um período de 7 dias, distribuindo as porções de alimentos de maneira que atendam aos requisitos diários de nutrientes, respeitando as quantidades máximas de porções e garantindo a minimização do custo total.

As informações nutricionais sobre os alimentos foram retiradas da Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO) [4], uma fonte amplamente reconhecida para dados nutricionais dos alimentos brasileiros. Os preços dos alimentos foram obtidos no site do Carrefour Hipermercado [5] e no site do hortifrúti Instafruta [6]. As necessidades nutricionais do atleta foram determinadas com base em documentos especializados, como o “Plano Nacional de Formação de Treinadores”, do Instituto Português do Desporto e Juventude [7] e “Nutrição, Exercício Físico e Desempenho: recomendações nutricionais para uma prática saudável” [8].

Os requisitos nutricionais estabelecidos para o modelo são os seguintes:

Calorias: 3.000 a 5.000 kcal/dia
Carboidratos: 450–900 g/dia
Proteínas: 120–150 g/dia
Gorduras: 70–120 g/dia
Ferro: 8-18 mg/dia
Magnésio: 400-420 mg/dia
Vitamina C: 75-90 mg/dia
Zinco: 11-16 mg/dia
Sódio: 1.500-6.000 mg/dia

Aspectos Principais:

- **Planejamento Nutricional:** O modelo precisa atender aos limites de consumo diário de diversos nutrientes, como calorias, carboidratos, proteínas, gorduras, ferro, magnésio, vitamina C, zinco e sódio. Estes limites estão definidos dentro de intervalos mínimos e máximos.
- **Distribuição das Refeições:** O modelo também precisa alocar porções de alimentos dentro de 4 refeições diárias durante 7 dias. Isso implica na escolha de alimentos para garantir que em cada refeição ao menos uma porção seja consumida, além de garantir a quantidade mínima e máxima de alimentos de cada grupo alimentar (ex.: frutas, laticínios, carne, etc.).

- **Restrições de Quantidade e Diversidade:** Além das restrições nutricionais, o modelo lida com restrições de quantidade de alimentos consumidos ao longo da semana, como a limitação de porções máximas de cada alimento por dia, o número máximo de dias que um alimento pode ser consumido e a distribuição desses alimentos em até 2 refeições diárias.

O modelo utiliza Programação Linear Inteira Mista para otimizar a escolha de alimentos. A seguir, é apresentado o modelo matemático para este problema.

Variáveis de Decisão:

- $x_{i,j,k}$: Quantidade de porções do alimento i consumidas na refeição k do dia j .

$$x_{i,j,k} \geq 0 \quad \forall i, \forall j \in \{1, \dots, 7\}, \forall k \in \{1, \dots, 4\} \quad (1)$$

- $y_{i,j}$: Variável binária que indica se o alimento i foi consumido no dia j .

$$y_{i,j} = \begin{cases} 1, & \text{se o alimento } i \text{ foi consumido no dia } j \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases} \quad (2)$$

- $z_{i,j,k}$: Variável binária que indica se o alimento i foi consumido na refeição k do dia j .

$$z_{i,j,k} = \begin{cases} 1, & \text{se o alimento } i \text{ foi consumido no dia } j \\ & \text{na refeição } k \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases} \quad (3)$$

Parâmetros:

- C_i : Custo unitário do alimento i
- $N_{i,p}$: Quantidade do nutriente p presente no alimento i .
- $N_{p,min}$ e $N_{p,max}$: Quantidade mínima e máxima diária do nutriente p .
- $A_{i,g}$: Indica se o alimento i pertence ao grupo g .
- $G_{g,min}$: Quantidade mínima de porções que deve ser consumida de cada grupo alimentar g por dia.
- $P_{i,max}$: Quantidade máxima de porções do alimento i que pode ser consumida no dia j .
- $D_{i,max}$: Quantidade máxima de dias na semana em

que o alimento i pode ser consumido.

- I : Número total de alimentos disponíveis para compor a dieta.
- K : Número total de refeições por dia (no caso, 4 refeições: café da manhã, almoço, lanche e jantar).
- J : Número total de dias na semana (7 dias).

Função objetivo:

A função objetivo é minimizar o custo total da dieta semanal. O custo total é a soma do custo de cada alimento i multiplicado pela quantidade de porções consumidas $x_{i,j,k}$ em cada refeição k do dia j .

$$\text{Minimizar } \sum_i \sum_j \sum_k c_i \cdot x_{i,j,k} \quad (4)$$

Restrições:

- 1) Restrições de nutrientes: A quantidade de cada nutriente p consumido no dia j deve estar dentro dos limites mínimo e máximo definidos para esse nutriente.

$$\sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K N_{i,p} \cdot X_{i,j,k} \geq N_{p,min}, \quad \forall j \in \{1, \dots, 7\}, \quad \forall p \in \{1, \dots, 9\} \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K N_{i,p} \cdot X_{i,j,k} \leq N_{p,max}, \quad \forall j \in \{1, \dots, 7\}, \quad \forall p \in \{1, \dots, 9\} \quad (6)$$

- 2) Restrições de porções por grupo alimentar: A quantidade mínima de porções consumidas de cada grupo alimentar g deve ser atendida.

$$\sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K X_{i,j,k} \geq G_{g,min}, \quad \forall j \in \{1, \dots, 7\}, \quad \forall g \in \{1, \dots, G\} \quad (7)$$

- 3) Limite de porções de alimento por dia: O alimento i não pode ser consumido em mais do que $P_{i,max}$ porções no dia j , se for consumido nesse dia.

$$\sum_{k=1}^K X_{i,j,k} \leq Y_{i,j} \cdot P_{i,max}, \quad \forall i \in \{1, \dots, I\}, j \in \{1, \dots, 7\} \quad (8)$$

- 4) Limite de dias de consumo de alimento por semana: O alimento i pode ser consumido no máximo em $D_{i,max}$ dias da semana.

$$\sum_{j=1}^7 Y_{i,j} \leq D_{i,max}, \quad \forall i \in \{1, \dots, I\} \quad (9)$$

- 5) Limite de refeições por dia para consumo de alimento: O alimento i pode ser consumido no máximo em 2 refeições no mesmo dia, se for consumido nesse dia.

$$\sum_{k=1}^4 Z_{i,j,k} \leq 2 \cdot Y_{i,j}, \quad \forall i \in \{1, \dots, I\}, j \in \{1, \dots, 7\} \quad (10)$$

- 6) Limite de alimentos por dia: 5 kg de alimento (50 porções) é o limite de ingestão diária total, considerando todas refeições desse dia

$$\sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^4 X_{i,j,k} \leq 50, \quad \forall j \in \{1, \dots, 7\} \quad (11)$$

- 7) Restrição de consumo mínimo por refeição: Em cada refeição k de um dia j , deve ser consumida pelo menos uma porção de alimento, ou seja, não pode haver refeições sem alimentos.

$$\sum_{i=1}^I X_{i,j,k} \geq 1, \quad \forall j \in \{1, \dots, 7\}, \quad \forall k \in \{1, \dots, 4\} \quad (12)$$

- 8) Amarração entre x e y : A variável binária $y_{i,j}$ é ativada somente se houver uma quantidade positiva de porções de alimento i consumidas no dia j .

$$\sum_{k=1}^K X_{i,j,k} \geq Y_{i,j}, \quad \forall i \in \{1, \dots, I\}, \quad \forall j \in \{1, \dots, 7\} \quad (13)$$

- 9) Garantir consistência entre z e x : Se a quantidade de porções de um alimento $x_{i,j,k}$ for maior que zero, a variável binária $z_{i,j,k}$ deve ser ativada, garantindo a consistência entre as variáveis de porções e de consumo binário.

$$M \cdot Z_{i,j,k} \geq X_{i,j,k}, \quad \forall i \in \{1, \dots, I\}, \quad \forall j \in \{1, \dots, 7\}, \quad \forall k \in \{1, \dots, 4\} \quad (14)$$

- 10) Amarração entre x e z : Garantir que $z_{i,j,k}$ seja zero se $x_{i,j,k}$ for zero

$$x_{i,j,k} \geq z_{i,j,k}, \quad \forall i \in \{1, \dots, I\}, \quad \forall j \in \{1, \dots, 7\}, \quad \forall k \in \{1, \dots, K\} \quad (15)$$

IV. DESCRIÇÃO DO ALGORITMO

O modelo foi implementado usando a biblioteca Gurobi em Python, um solver especializado para problemas de otimização combinatória, devido ao seu desempenho superior em resolver problemas de otimização combinatória de grande porte, oferecendo suporte a variáveis binárias e inteiras, além de apresentar recursos robustos de análise de viabilidade e

diagnóstico de restrições conflitantes.

Inicialmente, os dados alimentares, incluindo informações nutricionais e restrições de consumo, foram importados de uma planilha Excel. Cada alimento contém valores associados à calorias, carboidratos, proteínas, gorduras, ferro, magnésio, vitamina C, zinco e sódio, bem como o custo por porção, o número máximo de porções diárias, a quantidade máxima de dias de consumo semanal, e o grupo alimentar a qual pertence. Utilizou-se as ferramentas disponibilizadas pela biblioteca juntamente com conhecimentos básicos da linguagem python para criar um código flexível e iterativo que preenche rapidamente todas as restrições e executa o modelo. O grande benefício dessa abordagem é que podemos testar diferentes casos de testes apenas alterando a planilha importada, sem precisar alterar linhas de código.

A validação do modelo foi realizada em duas etapas principais:

1. Testes de Consistência e Viabilidade:

O modelo foi executado inicialmente com um subconjunto reduzido de alimentos e restrições relaxadas para verificar se soluções factíveis poderiam ser obtidas.

2. Teste com Dados Reais:

Posteriormente, o modelo foi testado com o conjunto completo de dados de alimentos, respeitando os valores nutricionais e de custo obtidos de fontes verificadas.

O algoritmo adotado neste estudo emprega uma estratégia de otimização baseada em Programação Linear Inteira Mista (MIP), utilizando o método Branch and Cut, que é implementado internamente pelo Solver Gurobi. Este método é especialmente eficaz para lidar com a complexidade combinatória de problemas MIP, permitindo uma exploração eficiente do espaço de soluções factíveis. O critério de parada do modelo foi definido por um MIPGap de 4% ou por um limite de tempo de execução de uma hora.

Ao final da execução, os resultados são exportados para um arquivo de texto, detalhando os critérios de parada, a quantidade de porções consumidas por refeição, os dias e refeições em que cada alimento foi utilizado e o valor total do custo obtido.

V. RESULTADOS E ANÁLISE

O modelo de programação linear desenvolvido visou minimizar o custo total da dieta, ao mesmo tempo que atendia a rigorosas restrições nutricionais e alimentares. Ao final da execução de um dos casos de teste com 77 alimentos, o custo semanal total calculado para a dieta foi de 191,673 reais. O tempo total de execução foi de 3600.11 segundos, e o modelo apresentou um MIPGap de 6.54%. Este MIPGap, embora relativamente baixo, reflete a complexidade do problema e a qualidade da solução obtida dentro do limite de tempo estipulado, indicando que a solução encontrada estava próxima do ótimo global, considerando as limitações computacionais e a complexidade do problema de dieta para atletas.

Os resultados obtidos para cada dia da semana são apresentados e analisados a seguir, para cada dia, serão

apresentadas tabelas que detalham os tipos de alimentos consumidos e as quantidades de cada alimento.

TABELA I
Nutrientes Resultantes Para Cada Dia Da Semana

	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6	Dia 7
Calorias	3037	3504	3406	3020	3163	3192	3504
Carboidratos	454.4	490.5	464.4	450.7	467.8	473.1	490.5
Proteínas	130.5	149	146.6	134.8	146.4	148.1	149
Gorduras	72.8	98	110	76.6	73.6	75.2	98
Ferro	14	17.8	14.7	15.7	17.1	16.4	17.8
Magnésio	410	402	419	415	418	407	402
Vitamina c	76.5	89.9	79.3	89	76.5	83.1	89.9
Zinco	12.3	15	13.5	14.8	13.6	14.3	15
Sódio	1596	1538	1729	1583	1621	1619	1538

TABELA II
Alimentos correspondentes ao dia 1

Refeição	Alimento	Porções
1	mandioca	3
2	canjica	3
2	ovo	6
3	arroz	1
3	ovo	1
4	palmito	1
4	melancia	3

TABELA III
Alimentos correspondentes ao dia 2

Refeição	Alimento	Porções
1	beterraba	1
1	melão	2
2	mandioca	2

2	ovo	9
3	milho	3
3	ovo	1
4	arroz	1
4	mandioca	1
4	mexerica	1

TABELA IV
Alimentos correspondentes ao dia 3

Refeição	Alimento	Porções
1	macarrão	4
1	abóbora	2
1	ovo	2
2	melão	2
3	macarrão	1
3	palmito	1
3	ovo	3
4	limão	1
4	amendoim	1

TABELA V
Alimentos correspondentes ao dia 4

Refeição	Alimento	Porções
1	pera	2
2	arroz	1
2	batata inglesa	4
2	limão	1
2	ovo	6
3	cereais	2
3	ovo	1
4	arroz	1
4	abóbora	4

TABELA VI
Alimentos correspondentes ao dia 5

Refeição	Alimento	Porções
1	mandioca	3
1	feijão	1
1	ovo	1
2	ovo	1
3	melancia	3
4	macarrão	4
4	palmito	1

TABELA VII
Alimentos correspondentes ao dia 6

Refeição	Alimento	Porções
1	mandioca	1
1	palmito	1
1	ovo	6
2	arroz	1
2	abóbora	1
2	limão	1
2	ovo	1
3	macarrão	4
3	melancia	1
4	melancia	1

TABELA VIII
Alimentos correspondentes ao dia 7

Refeição	Alimento	Porções
1	mandioca	3
2	beterraba	1
3	milho	3
3	mexerica	1
4	arroz	1
4	melão	2
4	ovo	10

A análise detalhada dos macronutrientes evidencia que o modelo foi capaz de atender consistentemente às necessidades diárias de nutrientes do atleta, que estão dentro das faixas recomendadas para indivíduos com alta demanda energética. As calorias diárias variaram de 3020 a 3504 kcal, carboidratos de 450.7 a 490.5 gramas, proteínas de 130.5 a 149 gramas, e gorduras de 72.8 a 110 gramas por dia. Além disso, é evidente que todas as restrições que evitam repetições de alimentos durante os dias e refeições também foram respeitadas. Este equilíbrio nutricional é crucial não apenas para manter o desempenho atlético ótimo, mas também para garantir uma recuperação eficaz após treinamentos intensos.

O modelo proposto selecionou uma ampla variedade de alimentos, assegurando uma dieta equilibrada e rica em diferentes grupos alimentares. Foram incluídos cereais, frutas, vegetais e fontes de proteína, cada um contribuindo com nutrientes essenciais diferentes. Detalhadamente, as saídas do modelo especificaram as porções exatas de cada alimento consumido em cada dia e refeição, oferecendo uma visão clara de como a dieta foi estruturada ao longo da semana. Além de atender às necessidades nutricionais, a diversidade dos alimentos selecionados ajuda a tornar a dieta mais agradável e menos repetitiva, o que é vital para manter o compromisso do atleta com seu plano alimentar a longo prazo.

VI. CONCLUSÕES

Este estudo demonstrou a eficácia da programação linear inteira mista, utilizando o solver Gurobi, para resolver o problema da dieta de atletas de alto rendimento. O modelo desenvolvido destacou-se por sua capacidade de integrar múltiplas restrições nutricionais e econômicas, fornecendo uma ferramenta prática para o planejamento alimentar. A otimização realizada permitiu atender às demandas nutricionais do atleta enquanto minimizava o custo total da dieta, oferecendo uma solução viável e adaptável a diferentes contextos.

Embora o modelo tenha cumprido com sucesso as restrições de nutrientes e as necessidades diárias, a análise revelou que parâmetros específicos, como limites de dias de consumo de alimentos ou faixas de porções mínimas e máximas, exercem uma influência direta na viabilidade do problema. Restrições excessivamente rígidas podem inviabilizar o modelo, evidenciando a importância de calibrar os dados de entrada e as restrições com base em cenários realistas.

A flexibilidade do modelo foi outra contribuição notável, permitindo adaptações para diferentes perfis de atletas, necessidades específicas ou até mesmo mudanças nos dados de entrada, como preços ou disponibilidade de alimentos. Além disso, o crescimento exponencial da complexidade causado por restrições adicionais destacou a importância de critérios de parada, como limites de tempo e tolerância de MIPGap. Esses ajustes foram essenciais para garantir que o modelo permanecesse operacional em cenários mais complexos, possibilitando soluções viáveis em tempos computacionais aceitáveis.

Por fim, este estudo contribui para a aplicação de métodos de otimização na área de nutrição, com potencial para ser expandido a outros contextos, como dietas de populações

específicas, programas de alimentação escolar ou planejamento alimentar para diferentes modalidades esportivas. Apesar das limitações, como a dependência de dados precisos, realistas e atualizados, os resultados mostram que o modelo proposto é uma abordagem eficiente para o planejamento alimentar equilibrado, efetivo e com custo mínimo.

VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Oliveira, D., Borges, A. C., & Vieira, V. (2020). O uso da programação linear para otimização do custo de refeições diárias para idosos em Monte Carmelo - MG. 2020. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/11443/9551>. Acesso em: 26 dez. 2024.
- [2] Moreira, R. P. C., & Wanner, E. F. (n.d.). Modelos de programação linear para a geração de cardápios escolares alinhados às diretrizes do PNAE. Disponível em: <https://sig.cefetmg.br/sigaa/verArquivo?idArquivo=4307091&key=b92444f4c785d39194b3e65a05bc61ca>. Acesso em: 26 dez. 2024.
- [3] Balintfy, J. L., et al. (1978). A Mathematical Programming System for Preference and Compatibility Maximized Menu Planning and Scheduling. 1978. Acesso em: 26 dez. 2024.
- [4] Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO). *Tabela TACO - Composição de Alimentos*. Disponível em: <http://www.nepa.unicamp.br>. Acesso em: 3 jan. 2025.
- [5] Carrefour. (n.d.). Disponível em: <https://mercado.carrefour.com.br>. Acesso em: 3 jan. 2025.
- [6] Instafruta. (n.d.). Disponível em: <https://instafruta.com.br/>. Acesso em: 3 jan. 2025.
- [7] Instituto Português do Desporto e Juventude. (2016). Manual de curso de treinadores de desporto: grau II. Lisboa: Instituto Português do Desporto e Juventude, 2016. Disponível em: https://www.kufunda.net/publicdocs/GrauII_08_Nutricao.pdf. Acesso em: 12 jan. 2025.
- [8] Negretti, M. (2022). Nutrição, exercício físico e desempenho: recomendações nutricionais para uma prática saudável. Bauru, 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) — UNESP, Orientador: Prof. Dr. Márcio Pereira da Silva. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/6faae93-9ea2-46c0-94a4-20ca76873876/content>. Acesso em: 12 jan. 2025.