

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

Trabalho de Conclusão de Curso

**Análise Comparativa entre Métodos MCDA na Seleção de
Doadores de Células Tronco Hematopoéticas**

Larissa da Silva Brito

Campina Grande - PB

Agosto de 2024

Larissa da Silva Brito

Análise Comparativa entre Métodos MCDA na Seleção de Doadores de Células Tronco Hematopoéticas

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Coordenaria de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Grau de Engenharia Eletricista.

Universidade Federal de Campina Grande - UFCG

Centro de Engenharia Elétrica e Informática - CEEI

Departamento de Engenharia Elétrica - DEE

Coordenação de Graduação em Engenharia Elétrica - CGEE

Edmar Candeira Gurjão, Dr.

(Orientador)

Campina Grande - PB

Agosto de 2024

Larissa da Silva Brito

Análise Comparativa entre Métodos MCDA na Seleção de Doadores de Células Tronco Hematopoéticas

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Coordenaria de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Grau de Engenheira Eletricista.

Aprovado em ____ / ____ / ____

Professor Avaliador

Universidade Federal de Campina Grande
Avaliador

Edmar Candeira Gurjão

Universidade Federal de Campina Grande
Orientador

Campina Grande - PB

Agosto de 2024

"Dedico este trabalho aos meus pais, Josenildo Rodrigues e Jissandra Saionara , por todo amor, apoio e ensinamentos que me proporcionaram ao longo da vida. Ao meu amado marido, Pedro Eder, pela paciência, compreensão e constante incentivo nos momentos mais desafiadores."

Agradecimentos

Agradeço, em primeiro lugar, a Deus, fonte inesgotável de sabedoria e amor, por guiar meus passos ao longo desta jornada acadêmica. Sua graça e misericórdia foram luzes que iluminaram meu caminho, proporcionando-me força e determinação para superar os desafios e alcançar a conclusão deste trabalho.

À minha família, expresso minha profunda gratidão. Aos meus pais Josenildo e Jissandra, também ao meu avô Arlindo e sua esposa Fátima, minha amada avó Gorette e meu avô Aurélio cujo apoio incondicional foi meu alicerce em Campina Grande, agradeço por cada sacrifício, pelo investimento emocional e financeiro, e por serem fontes inesgotáveis de inspiração. Ao meu amado marido Pedro Eder, agradeço por sua paciência, compreensão e incentivo constante à distância. Seu apoio foi fundamental para que eu pudesse me dedicar aos meus estudos e ir até o fim.

Aos amigos e colegas que estiveram ao meu lado, compartilhando risos, desafios e momentos memoráveis, meu sincero agradecimento. Em especial Bruno Marques, Samuel Cesarino, Leiry Marques, Eduardo Sátiro, Caio Rodrigues, Gabriel Marques e Nathália. Suas palavras de encorajamento, amizade, trocas de ideias e colaboração foram elementos essenciais ao longo dessa jornada. Cada conversa, cada contribuição, moldou positivamente o meu percurso acadêmico.

Agradeço a todos que fazem e fizeram parte do meu desenvolvimento acadêmico, em especial a professora Raquel Aline, por seu carisma e pelos incontáveis momentos de conversas e conselhos. Também sou muito grata ao meu estimado professor e orientador Edmar Candeia que tem sido meu maior incentivador na UFCG por todo apoio, amizade e conhecimento transmitido nas minhas pesquisas e nos trabalhos desenvolvidos oriundos do Lapsi e Labmet.

Enfim, agradeço a todos que, de forma direta ou indireta, passaram pela minha vida e contribuíram para que eu pudesse me tornar a pessoa que eu sou hoje.

*“Confia no Senhor de todo o teu coração e não te estribes no teu próprio entendimento.”,
(Provérbios 3.5)*

Resumo

Este trabalho apresenta uma análise comparativa entre dois métodos de decisão multicritério (MCDA), AHP (*Analytic Hierarchy Process*) e DEX (*Decision Expert*), aplicados à seleção de doadores de células-tronco hematopoéticas. O estudo investiga as diferenças metodológicas, o tempo de desenvolvimento dos modelos e a facilidade de interpretação dos resultados. Ambos os métodos baseiam-se na decomposição hierárquica de critérios. O AHP é um método quantitativo que utiliza uma matriz de importância relativa de critérios e uma matriz de comparação relativa de opções. Já o DEX é um método qualitativo que emprega modelos com variáveis de valores descritivos e funções de utilidade expressas por regras de decisão. Uma comparação é realizada observando dois exemplos hipotéticos de avaliação de doadores de células-tronco hematopoéticas. Os objetivos principais do trabalho foram: avaliar a eficiência e a precisão de ambos os métodos, analisar a complexidade do processo de modelagem e identificar as vantagens e desvantagens de cada abordagem. Os resultados mostraram que, embora o AHP permita ajustes mais detalhados por meio de matrizes de comparação, o DEX oferece uma maior clareza nos resultados através de regras de decisão qualitativas. O tempo de desenvolvimento do modelo foi menor com o AHP, embora a descrição das opções foi mais didática com o DEX.

Palavras-chave: Métodos de Decisão Multicritério, MCDA, AHP, DEX, Seleção de Doadores, Células-Tronco Hematopoéticas, Modelagem de Decisão, Comparação de Métodos.

Abstract

This work presents a comparative analysis between two multicriteria decision analysis (MCDA) methods, AHP (Analytic Hierarchy Process) and DEX (Decision Expert), applied to the selection of hematopoietic stem cell donors. The study investigates the methodological differences, the model development time, and the ease of interpreting the results. Both methods are based on the hierarchical decomposition of criteria. AHP is a quantitative method that uses a relative importance matrix of criteria and a relative comparison matrix of options. On the other hand, DEX is a qualitative method that employs models with descriptive value variables and utility functions expressed by decision rules. A comparison is made by observing two hypothetical examples of evaluating hematopoietic stem cell donors. The main objectives of the work were: to assess the efficiency and accuracy of both methods, analyze the complexity of the modeling process, and identify the advantages and disadvantages of each approach. The results showed that, although AHP allows for more detailed adjustments through comparison matrices, DEX offers greater clarity in the results through qualitative decision rules. The model development time was shorter with AHP, although the description of the options was more didactic with DEX.

Keywords: Multicriteria Decision Methods, MCDA, AHP, DEX, Donor Selection, Hematopoietic Stem Cells, Decision Modeling, Method Comparison.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Hierarquia de Critérios	19
Figura 2 – Descrição dos Critérios	20
Figura 3 – Árvore de Decisão no DEXi	21
Figura 4 – Árvore de atributos e funções	22
Figura 5 – Esquema de funcionalidade de "Options"do Dexi	23
Figura 6 – Regras de Decisão	23
Figura 7 – Matriz de comparação par-a-par: HLA Compatibilidade	25
Figura 8 – Matriz de comparação de Critérios por pares	25
Figura 9 – Exemplo 1: Escala de Critérios dos Doadores	27
Figura 10 – Gráfico da Função de Utilidade do critério “Relacionados ao HLA e idade”	28
Figura 11 – Avaliação dos Doadores com Base na Idade e Compatibilidade HLA	29
Figura 12 – Exemplo 01: Gráfico de Barras	30
Figura 13 – Exemplo 01: Gráfico de Dispersão	30
Figura 14 – Exemplo 2: Escala de Critérios dos Doadores	31
Figura 15 – Exemplo 2: Gráfico de Barras	32
Figura 16 – Exemplo 2: Gráfico de Dispersão	33

Lista de tabelas

Tabela 1 – Tabela de Avaliação Qualitativa DEX	12
Tabela 2 – Tabela de Regras de Decisão DEX	12
Tabela 3 – Avaliação Global dos Carros no Modelo DEX	12
Tabela 4 – Escala de Saaty para comparações em pares	15
Tabela 5 – Significado dos elementos da matriz de comparação.	16
Tabela 6 – Matriz de Comparação para o Critério Conforto	16
Tabela 7 – Matriz de Comparação para o Critério Segurança	16
Tabela 8 – Matriz de Comparação para o Critério Valor	17
Tabela 9 – Pontuação Total das Alternativas	17
Tabela 10 – Escala de Saaty para Comparações Par-a-Par no Método AHP	24
Tabela 11 – Tabela de Comparação Par-a-Par para os Doadores para HLA Compa- tibilidade	34
Tabela 12 – Tabela de Comparação Par-a-Par para os Doadores para os demais critérios	34
Tabela 13 – Matriz Normalizada para o Critério HLA Compatibilidade	34
Tabela 14 – Matriz Normalizada para os Demais Critérios	35
Tabela 15 – Matriz de Comparação de Critérios por Pares	35
Tabela 16 – Matriz Normalizada dos Critérios por Pares	36
Tabela 17 – Resultado Final da Ponderação dos Doadores	36

Lista de abreviaturas e siglas

ABO	Sistema de Agrupamento Sanguíneo
AHP	<i>Analytic Hierarchy Process</i>
CMV	<i>Cytomegalovirus</i>
CT	Centro de Transplante
DECH	Doença Enxerto Contra Hospedeiro
DEX	<i>Decision Expert</i>
GVHD	<i>Graft Versus Host Disease</i>
HLA	<i>Human Leukocyte Antigens</i>
HSCT	<i>Hematopoietic Stem Cell Transplantation</i>
IC	Índice de Consistência
MCDA	<i>Multi-Criteria Decision Analysis</i>
MCDM	<i>Multi Criteria Decision Making</i>
MSD	<i>Matched Sibling Donor</i>
MUD	<i>Matched Unrelated Donor</i>
NMDP	<i>National Marrow Donor Program</i>
PRCA	Anemia Aplásica Pura
RC	Razão de Consistência
RI	<i>Random Consistency Index</i>
SSSC	<i>Static Synchronous Series Compensator</i>
TCTH	Transplante Alogênico de Células-Tronco Hematopoéticas
TMO	Transplante de Medula Óssea
TNC	Total de Células Nucleadas
TOPSIS	<i>Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution</i>
MAUT	<i>Multi-Attribute Utility Theory</i>

Sumário

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Objetivo Geral	2
1.2	Objetivos Específicos	3
1.3	Organização do Trabalho	3
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	5
2.1	Transplante de Células-Tronco Hematopoéticas (TCTH)	5
2.2	Crerios para Seleção de Doadores	6
2.3	Análise de decisão multicrerio (MCDA)	9
2.3.1	Decision Expert (DEX)	10
2.3.2	Processo de Hierarquia Analítica (AHP)	12
2.3.2.1	Matriz de Comparação em Pares	13
2.3.2.2	Vetor de Prioridade (Pesos)	14
2.3.2.3	Índice de Consistência (IC)	14
2.3.2.4	Razão de Consistência (RC)	14
2.3.2.5	Cálculo da Pontuação Global	15
3	METODOLOGIA	18
3.1	Identificação e Organização dos Atributos	18
3.2	<i>Decision Expert</i>	19
3.3	AHP	24
4	RESULTADOS	26
4.1	Resultados do <i>Decision Expert</i>	26
4.2	Resultados do AHP	33
5	CONCLUSÕES	37
5.1	Perspectivas para o Futuro	38
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39

1 Introdução

O transplante de medula óssea (TMO), também conhecido como Transplante Alogênico de Células-Tronco Hematopoéticas (TCTH), é usado para tratar uma variedade de distúrbios hematológicos malignos e não malignos, além de certos distúrbios do sistema imunológico. Esse procedimento inovador consiste na transferência de células-tronco hematopoéticas de um doador saudável para o paciente, após uma terapia de condicionamento ajustada conforme a natureza da doença. Características como sexo, idade, raça e etnia influenciam na disponibilidade e tomada de decisão dos doadores. Além disso, o tempo entre o diagnóstico, tomada de decisão e o transplante afeta significativamente os resultados dos pacientes, sendo crucial reduzir esse intervalo (LI et al., 2020).

No contexto do transplante de células-tronco hematopoéticas, o estágio da doença emerge como um fator crítico para determinar o sucesso do procedimento. Pacientes com doenças de alto risco se beneficiam significativamente de transplantes realizados de forma rápida e eficiente. Para otimizar esse processo, é essencial realizar uma avaliação ágil da viabilidade de encontrar um doador não aparentado, além de garantir que os médicos forneçam orientações claras aos coordenadores de busca (DEHN et al., 2019).

A compatibilidade histológica entre doador e receptor é uma das variáveis mais importantes no transplante alogênico de células-tronco hematopoéticas (allo-HCT). Um doador irmão com HLA idêntico é geralmente considerado a melhor opção para esse tipo de transplante; contudo, menos de um terço dos pacientes encontra um doador irmão disponível, sendo essa proporção fortemente influenciada pelo tamanho da família. Decisões sobre o tipo de doador devem ser baseadas em considerações específicas do paciente, incluindo o risco da doença, a urgência no tempo para o transplante e a disponibilidade do doador, além de considerações essenciais como compatibilidade dos Antígenos Leucocitários Humanos (HLA), idade do doador e correspondência ABO. Uma vez que a tipagem HLA é fundamental para determinar o doador mais adequado para coleta de células-tronco (AYUK; BALDUZZI, 2019).

A escolha do melhor doador de células-tronco hematopoéticas é um processo complexo e desafiador, que envolve múltiplas considerações além da compatibilidade HLA. Fatores como a idade do doador, seu estado de saúde, a presença de anticorpos anti-HLA, e até a rapidez com que o transplante pode ser realizado são cruciais para a decisão. Este processo exige uma análise criteriosa e multidisciplinar, frequentemente necessitando de métodos de apoio à decisão que integrem aspectos clínicos, imunológicos e logísticos, visando maximizar as chances de sucesso do transplante e minimizar os riscos para o receptor (AYUK; BALDUZZI, 2019).

Para garantir decisões transparentes e eficazes na área da saúde, é essencial adotar uma abordagem sistemática na avaliação das tecnologias médicas. Problemas de decisão complexos exigem a consideração meticulosa de diversos critérios objetivos, permitindo a identificação da melhor alternativa disponível de maneira transparente e ótima. Os métodos de análise de decisão multicritério (MCDA) oferecem uma ferramenta valiosa para analisar e avaliar múltiplos desfechos clínicos, facilitando a tomada de decisões informadas e estruturadas na prática médica (MÜHLBACHER; KACZYNSKI, 2016).

No contexto do transplante de células-tronco hematopoéticas, além das considerações sobre estágio da doença e características do paciente, a utilização de métodos como Análise de Decisão Multicritério (MCDA) e o Método de Análise Hierárquica (AHP) pode oferecer uma abordagem estruturada e sistemática para a seleção do doador ideal. O MCDA permite a avaliação ponderada de múltiplos critérios relevantes, como idade do doador, compatibilidade HLA e correspondência ABO, enquanto o AHP facilita a hierarquização desses critérios com base na importância relativa atribuída por médicos especialistas e pacientes. Ferramentas de decisão que integram custos e benefícios de inovações médicas de diversas perspectivas beneficiam pacientes, pagadores e a indústria de forma sistemática (WAHLSTER et al., 2015). Essas metodologias não apenas auxiliam na tomada de decisão mais informada e transparente, mas também têm o potencial de reduzir a incerteza e minimizar os atrasos no processo de transplante, promovendo melhores resultados clínicos para os pacientes.

O estudo sobre transplante de células-tronco hematopoéticas não apenas destaca a importância crucial desse procedimento para o tratamento de distúrbios hematológicos, mas também enfatiza a necessidade de uma abordagem sistemática e informada na seleção do doador ideal. Ao integrar métodos como Análise de Decisão Multicritério (MCDA) e o Método de Análise Hierárquica (AHP), busca-se não apenas melhorar os resultados clínicos e minimizar atrasos no processo de transplante, mas também oferecer uma base sólida para decisões transparentes e eficazes na prática médica. Essas metodologias representam um avanço significativo na abordagem da saúde, proporcionando uma estrutura robusta para a avaliação criteriosa de critérios essenciais como compatibilidade HLA, correspondência ABO e características do paciente.

1.1 Objetivo Geral

Este trabalho visa explorar e aplicar métodos de Análise de Decisão Multicritério (MCDA) no contexto do transplante de células-tronco hematopoéticas (TCTH), com o objetivo de otimizar a seleção do doador ideal. A pesquisa busca fornecer uma estrutura sistemática para a avaliação criteriosa de critérios como compatibilidade HLA, correspondência ABO, idade do doador e outros fatores relevantes, utilizando os métodos *Decision*

Expert (DEX) e *Analytic Hierarchy Process* (AHP) e visando melhorar os resultados clínicos e minimizar atrasos no processo de transplante.

1.2 Objetivos Específicos

Como forma de mapear e organizar as etapas necessárias para atingir o objetivo geral proposto, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Realizar uma revisão integrativa da literatura para identificar os critérios essenciais na seleção do melhor doador de células-tronco hematopoéticas, organizando-os hierarquicamente por sua relevância clínica;
- Explorar as teorias de decisão multicritério (*MCDA*) e os métodos *Decision Expert* (DEX) e *Analytic Hierarchy Process* (AHP), contextualizando sua aplicação na escolha de doadores de células-tronco hematopoéticas;
- Aplicar o método *Decision Expert* (DEX) para hierarquizar os critérios de seleção do doador de células-tronco hematopoéticas, visando identificar os mais relevantes para a tomada de decisão clínica e otimização do processo de transplante;
- Aplicar o método *Analytic Hierarchy Process* (AHP) para hierarquizar os critérios de seleção do doador de células-tronco hematopoéticas, visando identificar os mais relevantes para a tomada de decisão clínica e otimização do processo de transplante;
- Comparar os resultados dos métodos *Decision Expert* (DEX) e *Analytic Hierarchy Process* (AHP) para avaliar e analisar as alternativas de decisão, utilizando análise das escolhas e resultados.

1.3 Organização do Trabalho

O presente trabalho está organizado em cinco capítulos. No Capítulo 1, é feita uma introdução ao trabalho, onde são apresentados os objetivos gerais e específicos.

No Capítulo 2, é realizada a fundamentação teórica, caracterizando o transplante de células-tronco hematopoéticas TCTH e identificando hierarquicamente os critérios essenciais na seleção do melhor doador de medula óssea com base em sua relevância clínica.

No Capítulo 3, é detalhada a metodologia adotada para explorar e aplicar os Métodos de Decisão Multicritério MCDA, especificamente o *Decision Expert* (DEX) e o *Analytic Hierarchy Process* (AHP), na hierarquização dos critérios de seleção do doador de medula óssea, identificando os mais relevantes para a tomada de decisão clínica e otimização do processo de transplante.

No Capítulo 4, são apresentados e discutidos os resultados obtidos utilizando o *Decision Expert* (DEX) e o *Analytic Hierarchy Process* (AHP), comparando-os entre si e avaliando as escolhas e resultados.

Por fim, no Capítulo 5, são discutidas as conclusões do trabalho realizado e propostas direções futuras para complementar e aprimorar as atividades desenvolvidas.

2 Fundamentação Teórica

Este capítulo tem como objetivo fornecer as bases teóricas necessárias para compreender os métodos de Análise de Decisão Multicritério MCDA e os métodos *Decision Expert* (DEX) e *Analytic Hierarchy Process* (AHP) no contexto da seleção de doadores de células-tronco hematopoéticas TCTH. A fundamentação teórica abordará conceitos essenciais do transplante de células-tronco, os princípios e aplicações de MCDA, DEX e AHP, além da identificação e hierarquização dos critérios relevantes para a escolha dos doadores.

2.1 Transplante de Células-Tronco Hematopoéticas (TCTH)

O transplante de células-tronco hematopoéticas (TCTH) é um procedimento utilizado para infundir células progenitoras hematopoéticas em pacientes com distúrbios hematológicos malignos ou não malignos. Ele visa restabelecer a função normal do sistema hematopoético e imunológico, sendo uma opção potencialmente curativa para certos tipos de câncer hematológico e um suporte vital durante tratamentos agressivos como a quimioterapia de alta dose. O TCTH auxilia na regeneração da medula óssea e no fortalecimento do sistema imunológico, melhorando as chances de recuperação e sobrevivência dos pacientes.

O TCTH pode ser classificado em duas categorias principais: autólogo e alogênico. O transplante autólogo utiliza as próprias células-tronco do paciente, colhidas antes de um tratamento agressivo como a quimioterapia de alta dose. Este tipo de transplante é frequentemente utilizado em casos de mieloma múltiplo e linfomas, devido à menor probabilidade de rejeição pelo organismo. Por outro lado, o TCTH alogênico envolve a infusão de células-tronco de um doador compatível, geralmente um irmão ou um doador não aparentado compatível com antígeno leucocitário humano (HLA). Este método é crucial no tratamento de doenças hematológicas graves como leucemias e síndromes mielodisplásicas, oferecendo uma chance de cura através da substituição do sistema hematopoético doente por células saudáveis do doador (SAAD et al., 2023).

Após o regime de pré-condicionamento mieloablativo, que prepara o corpo do paciente para receber novas células-tronco, existem três principais tipos de doadores para o HSCT: o doador haploidêntico, o doador irmão compatível (MSD) e o doador não relacionado compatível (MUD). O doador haploidêntico, que compartilha metade dos antígenos HLA com o paciente, geralmente é um parente próximo como pai, mãe ou filho, sendo uma opção viável na ausência de um doador totalmente compatível. O doador irmão compatível (MSD) oferece a maior compatibilidade possível e menor risco de complicações, uma vez que possui um conjunto idêntico de antígenos HLA. Por fim, o

doador não relacionado compatível (MUD) é encontrado através de registros internacionais de doadores voluntários e também pode proporcionar a compatibilidade necessária para o sucesso do transplante (ASHOURI et al., 2024b).

Após o Transplante de Células-Tronco Hematopoiéticas (TCTH), os pacientes podem enfrentar diversas complicações que requerem monitoramento e gestão cuidadosa. Além das já conhecidas doenças enxerto versus hospedeiro (GVHD), que ocorre quando as células do doador atacam os tecidos do paciente, e as infecções oportunistas devido à imunossupressão, outros desafios significativos emergem. A GVHD pode se manifestar de forma aguda ou crônica, afetando órgãos como pele, fígado e trato gastrointestinal, sendo a forma crônica particularmente debilitante apesar de associada a maior sobrevida. Por isso, a compreensão e o tratamento adequado da GVHD, tanto aguda quanto crônica, juntamente com o suporte para os desafios emocionais e físicos, são fundamentais para o sucesso a longo prazo do TCTH (MALARD et al., 2023).

2.2 Critérios para Seleção de Doadores

HLA, ou antígeno leucocitário humano, é um grupo de genes localizados no cromossomo 6 que codificam proteínas responsáveis pela regulação do sistema imunológico em humanos. Essas proteínas são encontradas na superfície das células e desempenham um papel crucial no reconhecimento de “próprio” e “não próprio” pelo sistema imunológico. A compatibilidade HLA é fundamental em transplantes de órgãos e tecidos. Quando um órgão ou tecido é transplantado de um doador para um receptor, o sistema imunológico do receptor pode reconhecer as proteínas HLA do doador como estranhas, desencadeando uma resposta imune que pode levar à rejeição do transplante. Portanto, quanto maior a compatibilidade HLA entre doador e receptor, menor é o risco de rejeição.

Embora a compatibilidade HLA permaneça sendo o principal critério para a seleção de doadores, fatores não relacionados ao HLA também são frequentemente considerados (PETERSDORF et al., 2001). Esses fatores não-HLA que influenciam os resultados do transplante de células-tronco hematopoiéticas (TCTH) estão relacionados a características do paciente (como idade, sexo, tipagem sanguínea ABO, sorologia para CMV, diagnóstico e estágio da doença), características do doador (como idade, sexo, tipagem ABO, sorologia para CMV) e aspectos do próprio transplante (como o regime de condicionamento, profilaxia da doença enxerto contra hospedeiro (DECH), a fonte das células-tronco e a composição dessa fonte) (POLOMENI et al., 2019).

Estudos demonstram que a juventude do doador está associada a menores taxas de complicações e melhores índices de sobrevivência pós-transplante. Doadores haploidenticos mais jovens proporcionam melhores resultados, uma tendência que reflete a evolução nas práticas de seleção nos centros de transplante. Esse avanço nas práticas de seleção tem

sido impulsionado pelos esforços do Programa Nacional de Doadores de Medula (NMDP) e dos registros internacionais, que priorizam o recrutamento de doadores mais jovens. Essa abordagem não só aumenta a disponibilidade de doadores compatíveis, mas também maximiza a eficácia e a segurança dos transplantes, melhorando significativamente os desfechos clínicos para os receptores (ASHOURI et al., 2024a).

Estudos recentes indicam que outros fatores, como o status sorológico para o citomegalovírus (CMV), também desempenham um papel crucial na sobrevivência dos pacientes transplantados. O CMV é um vírus comum que pode permanecer latente no corpo humano. Em pacientes imunocomprometidos, como aqueles que passam por TCTH, a reativação do CMV pode causar complicações severas. Portanto, a compatibilidade do CMV entre doador e receptor tem sido objeto de investigação para entender melhor seu impacto nos resultados dos transplantes.

A incompatibilidade de CMV entre doadores e receptores está associada a uma menor taxa de sobrevivência pós-transplante. Um estudo revelou que pacientes transplantados com doadores CMV-positivos para receptores CMV-negativos apresentaram um risco aumentado de complicações e menor sobrevivência em comparação com pares compatíveis em relação ao CMV (SHAW et al., 2017). Esses achados indicam que a correspondência do status de CMV deve ser considerada na seleção de doadores para TCTH, especialmente quando existem múltiplos doadores HLA-compatíveis disponíveis.

A inclusão do status de CMV no processo de seleção pode ajudar a mitigar riscos e melhorar os resultados clínicos dos pacientes. Assim, a consideração do CMV na seleção de doadores pode ser vista como uma prática complementar à análise de compatibilidade HLA, potencializando a segurança e a eficácia do TCTH.

O sexo do doador e do receptor é um aspecto relevante, mas frequentemente negligenciado. O estudo de Kim et al. (2016) analisou 11.797 pacientes transplantados entre 2008 e 2010, revelando diferenças significativas nos desfechos dependendo do sexo dos envolvidos. Os dados mostraram que 37% dos transplantes foram realizados de doadores masculinos para receptores masculinos, 21% de doadoras femininas para receptores masculinos, 25% de doadores masculinos para receptoras femininas e 17% de doadoras femininas para receptoras femininas.

Os receptores masculinos apresentaram uma sobrevida global e livre de progressão inferiores em comparação às mulheres, independentemente do sexo do doador. Receptores masculinos com doadores masculinos tiveram um risco 12% maior de recidiva em comparação com receptoras femininas com doadores masculinos e receptores masculinos com doadoras femininas. Receptores masculinos com doadoras femininas apresentaram um risco 19% maior de mortalidade sem recidiva em comparação com receptores masculinos com doadores masculinos e um risco 22% maior em comparação com receptoras femininas com doadores masculinos. Esses receptores também mostraram um risco 21% maior de

desenvolver doença crônica do enxerto versus hospedeiro em comparação com receptoras femininas com doadores masculinos. Para receptoras femininas, o sexo do doador não teve impacto significativo nos resultados do transplante, sugerindo que o sexo do receptor é um fator prognóstico importante.

A correspondência ABO é um fator significativo a ser considerado na seleção de doadores para transplante de células-tronco hematopoéticas (TCTH). Embora a incompatibilidade ABO não seja uma barreira intransponível, conforme defendido por [Shokrgozar e Tamaddon \(2018\)](#), suas consequências podem impactar negativamente os resultados do transplante. Pacientes com incompatibilidade maior correm alto risco de hemólise imediata, enxerto tardio e anemia aplásica pura (PRCA), necessitando de mais transfusões de hemácias. Além disso, a incompatibilidade ABO está associada a uma menor sobrevida global e a um maior risco de doença enxerto contra hospedeiro (GVHD) aguda. Medidas preventivas, como a depleção de hemácias do enxerto e a redução do título de anticorpos, são recomendadas para minimizar esses riscos. Portanto, a compatibilidade ABO deve ser cuidadosamente considerada na seleção de doadores para melhorar os desfechos pós-transplante e reduzir complicações potenciais.

Além disso, a escolha de um doador não se limita apenas à compatibilidade de antígenos HLA ou à correspondência ABO; a saúde geral e a aptidão médica do doador são igualmente importantes para garantir um processo de doação seguro e eficaz. Mesmo com uma ampla disponibilidade de doadores adultos e unidades de sangue de cordão, a aptidão médica do doador pode afetar a pontualidade e a viabilidade do processo de busca e doação. Problemas de saúde preexistentes, condições médicas subjacentes ou descobertas clínicas durante a avaliação do doador podem atrasar ou até impedir a doação, comprometendo o cronograma e a eficácia do TCTH. Portanto, é essencial que os centros de transplante considerem a aptidão médica dos doadores durante o processo de seleção para garantir resultados ótimos para os receptores ([DEHN et al., 2019](#)).

O peso corporal do doador é um fator significativo na seleção de doadores para transplante de células-tronco hematopoéticas (TCTH), pois influencia diretamente a quantidade de células nucleadas totais (TNC) que podem ser colhidas e transplantadas. Estudos demonstram que a proporção de peso entre o doador e o receptor tem uma correlação forte com o rendimento de TNC por quilograma de peso do receptor. Uma análise de 687 doadores consecutivos mostrou que uma proporção de peso doador-receptor de pelo menos 0,8 é necessária para garantir que o rendimento de TNC atinja os níveis ótimos de $3-5 \times 10^8$ células por quilograma de peso do receptor, o que é crucial para o sucesso do enxerto e a sobrevivência do receptor. Assim, doadores com peso corporal significativamente menor do que o do receptor podem não fornecer um número suficiente de células-tronco, resultando em menor eficácia do transplante. Portanto, a consideração do peso corporal do doador é essencial para otimizar os resultados do TCTH ([RENNERT](#)

et al., 2021).

Além do peso corporal, a raça, nacionalidade e a etnia do doador também influenciam na seleção. Disparidades raciais e étnicas podem afetar a disponibilidade de doadores compatíveis, visto que certas populações podem ter maior dificuldade em encontrar correspondências ideais devido a diferenças genéticas. Por exemplo, pacientes de minorias étnicas, como negros, hispânicos e asiáticos, frequentemente enfrentam maiores desafios para encontrar doadores compatíveis, resultando em acesso desigual ao TCTH e diferenças nas taxas de sucesso do transplante (LANDRY, 2021).

Critérios logísticos, como a experiência do centro transplantador e/ou de coleta, a distância do doador até o centro transplantador e/ou de coleta, e a atualização dos contatos e termos de consentimento, também são cruciais na seleção de doadores. A experiência do centro de transplante pode impactar significativamente os resultados, uma vez que centros com maior expertise tendem a ter melhores taxas de sucesso e menores complicações. A distância entre o doador e o centro transplantador pode influenciar na viabilidade das células colhidas, uma vez que o tempo de transporte pode afetar a qualidade do enxerto. Além disso, a manutenção atualizada dos contatos dos doadores e a obtenção de termos de consentimento válidos são fundamentais para garantir a disponibilidade e a prontidão dos doadores quando necessário.

Diante de tantas possibilidades, critérios e variáveis a serem avaliadas, cada um com seu grau de importância e relevância clínica, a capacidade humana depara-se com um problema de decisão complexo: a tarefa da escolha do melhor doador de medula óssea se torna uma atividade extremamente desafiadora. Este processo, se realizado manualmente e apenas com trabalho humano, exige um tempo significativo e uma análise detalhada, muitas vezes superando as capacidades racionais e operacionais dos profissionais de saúde. A diversidade de fatores, desde a compatibilidade HLA, peso corporal, nacionalidade e etnia, até critérios logísticos como a experiência do centro transplantador e a distância do doador, compõem um cenário que necessita de uma abordagem sistemática e eficiente.

Para superar essas limitações e otimizar a seleção do melhor doador, a integração de metodologias de tomada de decisão multicritério, como MCDA (Análise de Decisão Multicritério) e AHP (Processo de Hierarquia Analítica), se torna essencial. Essas ferramentas permitem a análise de grandes volumes de dados de maneira estruturada, identificando e priorizando doadores com base em múltiplos critérios simultaneamente.

2.3 Análise de decisão multicritério (MCDA)

A Análise de Decisão Multicritério (MCDA), também conhecida por suas siglas em inglês como MCDM (*Multi Criteria Decision Making*), é uma técnica que integra resultados qualitativos e quantitativos para produzir soluções compactas em decisões que

envolvem múltiplas alternativas e critérios. Esta metodologia, que teve seu desenvolvimento iniciado nas décadas de 1940 e 1950 com contribuições significativas de Von Neumann e Morgenstern através da teoria da utilidade, evoluiu consideravelmente ao longo dos anos, incorporando desde então uma variedade de métodos como AHP, TOPSIS e MAUT, entre outros (BHOLE; DESHMUKH, 2018).

O MCDA serve para estruturar e resolver problemas de decisão e planejamento caracterizados pela necessidade de considerar vários critérios, muitas vezes conflitantes. Utilizado em uma variedade de campos, desde a engenharia até a gestão de políticas públicas, o MCDA é particularmente benéfico na área da saúde, onde a decisão de alocação de recursos, escolha de tratamentos e priorização de pacientes para procedimentos médicos são cruciais. Um exemplo de sua aplicação é na seleção de doadores de órgãos, onde a compatibilidade de tecidos, a condição de saúde do doador e urgência do paciente são avaliados simultaneamente (PHILLIPS; COSTA, 2007).

Os métodos MCDM são classificados em diversas categorias, como métodos determinísticos, estocásticos e baseados em lógica fuzzy, cada um adaptado para lidar com diferentes graus de incerteza e subjetividade nas decisões (Bhole e Deshmukh, 2020). A aplicação desses métodos na saúde tem demonstrado aumentar a transparência e eficiência na tomada de decisões, tratando desde a seleção de localizações para instalações de saúde até a gestão de tratamentos e monitoramento de condições de saúde.

A relevância do MCDA em contextos complexos como o da saúde é evidenciada pela sua capacidade de integrar e avaliar múltiplos critérios de forma sistemática, o que contribui para decisões mais informadas e justificadas. Além disso, a flexibilidade na escolha dos métodos permite que decisores ajustem as ferramentas às necessidades específicas de cada caso, tornando o MCDA uma ferramenta essencial na gestão moderna de saúde (TIL et al., 2008).

2.3.1 Decision Expert (DEX)

O método DEX é um sistema de apoio à decisão que se destaca por adotar uma abordagem qualitativa. Em vez de utilizar números, ele emprega escalas qualitativas compostas por valores simbólicos, como "ruim", "médio" e "bom" (BOHANEK et al., 2013; TRDIN; BOHANEK, 2014). Esses valores são organizados de acordo com uma ordem de preferência, mas sem seguir uma lógica numérica estrita. Essa característica confere ao método DEX uma flexibilidade significativa, permitindo sua aplicação em contextos onde os critérios de avaliação são subjetivos e difíceis de quantificar com precisão.

Os modelos DEX são organizados de forma hierárquica para refletir a decomposição do problema de decisão em diferentes níveis de atributos. Essa hierarquia estabelece uma relação de dependência entre os atributos, onde os atributos superiores dependem dos

inferiores para sua avaliação. Os atributos de nível mais básico, que são diretamente observáveis nas alternativas, são chamados de atributos de entrada. Já os atributos que são resultados de combinações ou agregações desses atributos básicos são conhecidos como atributos agregados. No topo dessa hierarquia está a raiz, que geralmente representa o principal resultado ou objetivo da avaliação. Essa estrutura hierárquica permite uma análise sistemática e detalhada, desde os componentes mais simples até a conclusão global do processo decisório.

No método DEX, a agregação dos valores dos atributos é realizada através de regras de decisão. Cada atributo agregado tem uma função de agregação definida por uma tabela de decisão, que especifica os resultados para todas as combinações possíveis dos valores dos atributos filhos. Essas tabelas são criadas conforme as preferências do decisor, garantindo que o modelo reflita as especificidades e prioridades do problema em análise (BOHANEK et al., 2013).

A avaliação das alternativas no DEX segue uma abordagem de baixo para cima. Primeiramente, os valores dos atributos de entrada são coletados diretamente das alternativas. A partir desses valores, a avaliação progride pelos níveis superiores da hierarquia, aplicando as funções de agregação em cada etapa para calcular os valores dos atributos agregados, permitindo assim uma análise completa da alternativa (BOHANEK, 2017).

O método DEX é implementado no software DEXi, que facilita a construção interativa dos modelos de decisão e das alternativas (TRDIN; BOHANEK, 2014). O DEXi auxilia na definição e verificação das regras de decisão, assegurando sua completude e consistência, além de oferecer diversas ferramentas analíticas para uma análise detalhada das avaliações e alternativas. Por exemplo, o software permite que o usuário examine cada valor computado com base na regra de decisão aplicada, fornecendo uma explicação detalhada de como cada avaliação foi obtida.

Entre as ferramentas analíticas disponíveis no DEXi estão: a análise de sensibilidade "mais-menos-1", que verifica o impacto de pequenas alterações nos valores dos atributos de entrada; a "explicação seletiva", que identifica os pontos fortes e fracos de cada alternativa; a comparação de alternativas com base em atributos específicos; e a visualização gráfica, que cria diagramas de utilidade para facilitar a análise comparativa (TRDIN; BOHANEK, 2014).

Para ilustrar a aplicação do modelo Decision EXpert (DEX) na avaliação de carros, considera-se o exemplo simples de tomada de decisão para escolha de um carro entre quatro carros (Carro A, Carro B, Carro C e Carro D), avaliando-se três critérios (conforto, segurança e valor). O modelo DEX utiliza uma abordagem qualitativa, onde cada critério é avaliado em uma escala simbólica, como "Ruim", "Médio" e "Bom". A seguir, apresenta-se uma tabela DEX para comparar os carros com base nesses critérios e uma tabela de classificação qualitativa.

Carro	Conforto	Segurança	Valor
Carro A	Ruim	Bom	Bom
Carro B	Bom	Médio	Bom
Carro C	Médio	Médio	Médio
Carro D	Bom	Bom	Ruim

Tabela 1 – Tabela de Avaliação Qualitativa DEX

Conforto	Segurança	Valor	Avaliação Global
Bom	Bom	Bom	Excelente
Bom	Médio	Médio	Médio
Ruim	Bom	Bom	Muito Bom
Médio	Médio	Médio	Médio
Ruim	Médio	Bom	Bom
Ruim	Médio	Ruim	Ruim

Tabela 2 – Tabela de Regras de Decisão DEX

No modelo DEX utilizado, o critério "valor" possui a maior importância, seguido por "segurança" e, por último, "conforto". Isso significa que, se o critério "valor" for classificado como "ruim" para qualquer carro, a avaliação global desse carro será automaticamente considerada "ruim", independentemente das classificações dos demais critérios. Essa priorização reflete a importância atribuída ao custo-benefício na decisão final, destacando que um valor inadequado pode anular as boas avaliações em outros critérios, tal como a Tabela 3 ilustra.

Carro	Avaliação Global
Carro A	Muito Bom
Carro B	Bom
Carro C	Médio
Carro D	Ruim

Tabela 3 – Avaliação Global dos Carros no Modelo DEX

Portanto, os resultados da Tabela 3 indicam que o Carro A obteve a melhor avaliação global, sendo classificado como "Muito Bom".

2.3.2 Processo de Hierarquia Analítica (AHP)

O Método de Análise Hierárquica (AHP), desenvolvido por Thomas L. Saaty nos anos 70, é uma técnica poderosa e flexível para tomada de decisões complexas, especialmente útil quando as decisões envolvem múltiplos critérios conflitantes. O AHP é usado para decompor um problema de decisão em uma hierarquia de subproblemas mais simples, que podem ser analisados de forma independente (SAATY, 1996).

O Método de Análise Hierárquica (AHP) demonstra sua versatilidade sendo aplicado em uma ampla gama de contextos. Na gestão ambiental, o AHP é aplicado para classificar

e priorizar os fatores causadores do risco de incêndio na área de estudo (HASHJIN et al., 2012). Na indústria, por exemplo, o AHP é utilizado para determinar a localização ideal de um dispositivo SSSC (*Static Synchronous Series Compensator*) em um sistema de energia elétrica (K. Padma e K. Vaisakh, 2016). Na área da saúde, o AHP tem sido crucial na decisão entre tratamentos médicos, ajudando a ponderar opções baseadas em eficácia, efeitos colaterais e custos, como visto na pesquisa de Liberatore e Nydick (2008), que discute o uso do AHP na seleção de terapias para pacientes com condições crônicas.

A aplicação do AHP inicia-se com a definição do problema e a decomposição do mesmo em uma hierarquia de critérios e subcritérios. Após essa etapa, os decisores avaliam a importância relativa desses critérios através de comparações em pares, usando uma escala numérica que reflete quão mais importante um elemento é em relação ao outro dentro do mesmo nível hierárquico. Essas comparações são utilizadas para calcular pesos, que são proporcionalidades ou prioridades, que indicam a contribuição relativa de cada elemento na decisão final.

No método de Análise Hierárquica de Processo (AHP), são utilizados vários cálculos matemáticos para determinar os pesos dos critérios e as pontuações das alternativas. A seguir, são apresentadas as principais fórmulas e passos necessários para o cálculo das matrizes no AHP.

2.3.2.1 Matriz de Comparação em Pares

A matriz de comparação em pares \mathbf{A} é construída a partir das avaliações dos decisores, onde cada elemento a_{ij} da matriz representa a importância do critério i em relação ao critério j .

Cada elemento a_{ij} da matriz de comparação é dividido pela soma dos elementos da coluna correspondente, para normalizar a matriz conforme a Eq 2.1.:

$$a_{ij}^{\text{norm}} = \frac{a_{ij}}{\sum_{k=1}^n a_{kj}} \quad (2.1)$$

Onde:

- a_{ij} é o valor original da comparação do critério i em relação ao critério j .
- a_{ij}^{norm} é o valor normalizado da comparação do critério i em relação ao critério j .
- $\sum_{k=1}^n a_{kj}$ é a soma dos valores da coluna j .
- n é o número total de critérios.

2.3.2.2 Vetor de Prioridade (Pesos)

Os pesos são calculados tirando a média dos elementos normalizados de cada linha de acordo com a Eq. 2.2:

$$w_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{ij}^{\text{norm}} \quad (2.2)$$

onde w_i é o peso do critério i e n é o número de critérios.

Para garantir que as comparações são consistentes, calcula-se o autovalor máximo λ_{\max} da matriz de comparação em pares.

2.3.2.3 Índice de Consistência (IC)

Em seguida, para garantir a validade e a confiabilidade das comparações feitas na matriz AHP, é essencial verificar a consistência das avaliações. Este passo assegura que as comparações em pares realizadas são logicamente coerentes e que os resultados derivados são robustos e confiáveis. A verificação de consistência envolve o cálculo de um índice específico, que mede a consistência das respostas dos decisores. O índice de consistência é calculado com a Eq. 2.3:

$$IC = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (2.3)$$

2.3.2.4 Razão de Consistência (RC)

Após o cálculo do índice de consistência (IC), é necessário determinar o quão aceitável é essa consistência. Para isso, utiliza-se a razão de consistência (RC), que compara o índice de consistência com um valor de referência conhecido como índice de consistência aleatória (RI). O RI é um valor que varia conforme o número de critérios n e representa a consistência esperada de uma matriz de comparação preenchida aleatoriamente. A razão de consistência (Eq. 2.4) é determinada dividindo o índice de consistência pelo índice de consistência aleatória RI , que depende do número de critérios n :

$$RC = \frac{IC}{RI} \quad (2.4)$$

Após calcular os pesos dos critérios, são feitas comparações em pares das alternativas para cada critério. O mesmo processo de normalização e cálculo dos vetores de prioridade é aplicado para determinar os pesos das alternativas em relação a cada critério.

2.3.2.5 Cálculo da Pontuação Global

Por fim, a pontuação global (Eq. 2.5) para cada alternativa é calculada multiplicando os pesos das alternativas pelos pesos dos critérios e somando os resultados:

$$\text{Pontuação Global}_i = \sum_{j=1}^n w_j \times w_{ij} \quad (2.5)$$

onde w_j é o peso do critério j e w_{ij} é o peso da alternativa i em relação ao critério j .

Para realizar essas comparações em pares de maneira sistemática, utiliza-se a tabela de classificação de Saaty, que proporciona uma escala de 1 a 9 para quantificar a importância relativa entre dois elementos. Nessa escala, o valor 1 indica que os dois elementos comparados são igualmente importantes, enquanto o valor 9 indica que um elemento é extremamente mais importante que o outro. Os valores intermediários (2, 3, 4, etc.) permitem gradações de importância entre esses extremos.

Por exemplo, se ao comparar dois critérios, um decisor julga que o critério A é moderadamente mais importante que o critério B, ele pode atribuir o valor 3 nessa comparação. Da mesma forma, se o critério B é considerado muito mais importante que o critério A, ele poderia receber um valor de 7. Essas comparações são organizadas em uma matriz de comparação, onde cada entrada a_{ij} da matriz representa a importância do elemento i em relação ao elemento j . A reciprocidade é mantida na matriz, ou seja, $a_{ji} = 1/a_{ij}$.

A seguir, é apresentada uma tabela que exemplifica a escala de Saaty e logo abaixo uma tabela simplificada retirada de Špendl, Bohanec e Rajkovič (2003).

Intensidade de Importância	Definição
1	Igual importância
2	Importância ligeira
3	Importância moderada
4	Importância moderada mais
5	Importância forte
6	Importância forte mais
7	Importância muito forte
8	Importância muito forte mais
9	Importância extrema

Tabela 4 – Escala de Saaty para comparações em pares

Para ilustrar a aplicação prática do Método de Análise Hierárquica (AHP), é apresentado a seguir um exemplo de matriz de comparação envolvendo quatro carros (Carro A, Carro B, Carro C e Carro D). Este exemplo considera três critérios principais

Intensidade de Importância	Definição
1	Critérios i e j são igualmente importantes
3	O critério i é moderadamente mais importante que o j
5	O critério i é fortemente mais importante que o j
7	O critério i é muito fortemente mais importante que o j
9	O critério i é extremamente mais importante que o j

Tabela 5 – Significado dos elementos da matriz de comparação.

de avaliação: conforto, segurança e valor. Cada critério é comparado individualmente para determinar a importância relativa entre os carros.

No critério de conforto, os carros são comparados em pares para avaliar qual deles oferece maior conforto. Por exemplo, se o Carro A é julgado como moderadamente mais confortável que o Carro B, é atribuído um valor de 3 a essa comparação. Comparações semelhantes são feitas para todos os pares de carros em relação ao conforto.

Para o critério de segurança, utiliza-se o mesmo processo de comparação em pares. Se o Carro C é considerado muito mais seguro que o Carro D, é atribuído um valor de 7 a essa comparação. Assim, cria-se uma matriz que reflete a importância relativa dos carros em termos de segurança.

No critério de valor, avalia-se o custo-benefício de cada carro, novamente através de comparações em pares. Por exemplo, se o Carro B oferece um valor significativamente melhor em comparação ao Carro A, é atribuído um valor de 5 a essa comparação.

Essas comparações são organizadas em matrizes de comparação para cada critério. A partir dessas matrizes, são calculados os pesos relativos de cada carro em relação a cada critério, auxiliando na determinação de qual carro é a melhor escolha considerando os critérios definidos.

	Carro A	Carro B	Carro C	Carro D
Carro A	1	1/3	3	5
Carro B	3	1	5	7
Carro C	1/3	1/5	1	3
Carro D	1/5	1/7	1/3	1

Tabela 6 – Matriz de Comparação para o Critério Conforto

	Carro A	Carro B	Carro C	Carro D
Carro A	1	3	1/5	1
Carro B	1/3	1	1/7	1/3
Carro C	5	7	1	3
Carro D	1	3	1/3	1

Tabela 7 – Matriz de Comparação para o Critério Segurança

	Carro A	Carro B	Carro C	Carro D
Carro A	1	5	3	7
Carro B	1/5	1	1/3	3
Carro C	1/3	3	1	5
Carro D	1/7	1/3	1/5	1

Tabela 8 – Matriz de Comparação para o Critério Valor

Após a criação das matrizes de comparação, o próximo passo no Método de Análise Hierárquica (AHP) é o cálculo dos vetores próprios ou autovetores das matrizes, que fornecem os pesos relativos de cada critério e alternativa. Esses pesos indicam a importância relativa de cada elemento na matriz em relação ao critério analisado. O procedimento envolve normalizar as matrizes de comparação e calcular a média dos valores normalizados de cada linha, resultando nos vetores de prioridade. Esses vetores representam a contribuição relativa de cada critério e alternativa para o objetivo geral da decisão. Em seguida, realiza-se uma verificação de consistência das matrizes para garantir que as comparações feitas são coerentes. O índice de consistência (IC) e a razão de consistência (RC) são calculados, e se a RC for menor que 0,1, a matriz é considerada consistentemente aceitável. Finalmente, os pesos obtidos são combinados para formar uma hierarquia global de prioridades, permitindo a avaliação e a seleção da melhor alternativa com base nos critérios definidos.

Carro	Conforto (0.4)	Segurança (0.3)	Valor (0.3)	Pontuação Total
Carro A	0.369	0.200	0.300	0.269
Carro B	0.842	0.100	0.200	0.284
Carro C	0.141	0.500	0.400	0.274
Carro D	0.062	0.200	0.100	0.116

Tabela 9 – Pontuação Total das Alternativas

Após a combinação dos vetores de prioridade para cada critério com os pesos atribuídos a esses critérios, a pontuação total das alternativas é calculada. Analisando a Tabela 9, observa-se que o Carro B apresenta a maior pontuação total, com um valor de 0.284. Isso indica que, considerando os critérios de conforto, segurança e valor com os pesos definidos (0.4, 0.3 e 0.3, respectivamente), o Carro B é a melhor escolha entre as opções avaliadas. Portanto, a metodologia AHP permitiu decompor o problema de decisão em partes menores, facilitando a avaliação comparativa e a agregação das preferências dos decisores.

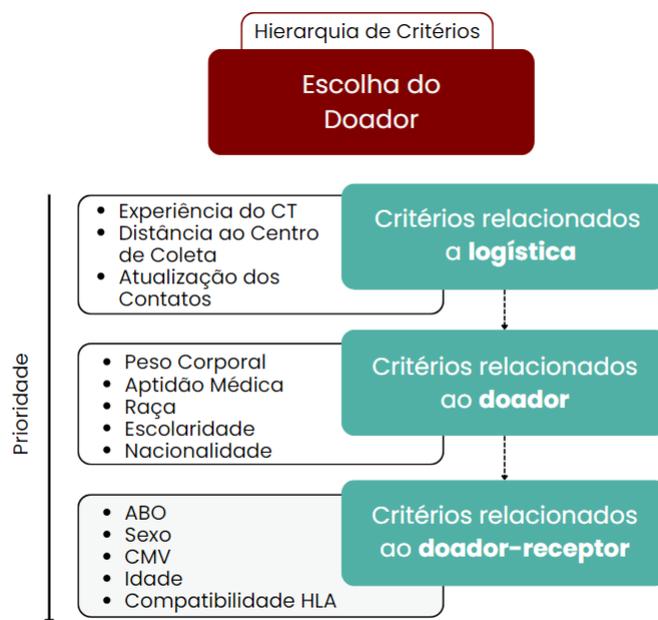
3 Metodologia

Este capítulo apresenta a metodologia adotada para o estudo, estruturada de maneira a atingir os objetivos propostos. A organização deste capítulo visa fornecer uma descrição clara e detalhada dos métodos e procedimentos utilizados, garantindo a validade e a confiabilidade dos resultados obtidos. O capítulo está dividido em seções específicas, começando com a hierarquização dos atributos necessários para implementar os métodos escolhidos. Em seguida, são apresentados o método *Decision Expert* (DEX) e o método AHP (*Analytic Hierarchy Process*). Posteriormente, no capítulo subsequente, os resultados obtidos serão comentados e comparados entre si, permitindo uma análise abrangente das metodologias aplicadas.

3.1 Identificação e Organização dos Atributos

A hierarquia dos atributos foi estabelecida com base em uma revisão bibliográfica abrangente, visando identificar os critérios mais relevantes para a seleção de doadores de células-tronco hematopoéticas. A literatura revisada destacou a importância crítica do critério compatibilidade HLA, que foi, portanto, posicionado como o atributo de maior prioridade. Em seguida, a idade do doador foi selecionada como um critério significativo devido à sua influência nos resultados do transplante. Outros atributos, como CMV, sexo, e compatibilidade ABO, foram hierarquizados conforme sua relevância clínica e impacto nos resultados do TCTH. Atributos adicionais, como nacionalidade, escolaridade, raça, aptidão, peso corporal, experiência do CT, distância ao centro de coleta, e atualização dos contatos, foram também considerados e ordenados de acordo com a sua importância relativa. Esta estrutura hierárquica assegura uma avaliação criteriosa e abrangente dos doadores, refletindo as melhores práticas e recomendações da literatura científica. A Figura 1 apresenta a hierarquia dos critérios utilizados na avaliação de doadores hipotético.

Figura 1 – Hierarquia de Critérios



Fonte: Elaborado Pela Autora.

3.2 *Decision Expert*

Após revisão da literatura e aquisição de conhecimento sobre o assunto, o método Decision Expert foi construído utilizando o software DEXi. Este software é livre e suporta modelos qualitativos hierárquicos. O processo de implementação foi dividido em quatro etapas:

- Identificação e Organização dos Atributos;
- Definição de escalas qualitativas para cada atributo;
- Definição de tabelas agregativas que sintetizam o impacto das combinações de atributos para determinar a intensidade final;
- Cálculo dos pesos dos atributos para resumir a influência de cada um no resultado final.

Identificação e Organização dos Atributos

O programa DEXi é um exemplo de ferramenta que apoia, mas não substitui, a tomada de decisão, oferecendo métodos e ferramentas para desenvolver modelos de decisão e analisar as opções disponíveis. Em especial, a Análise de Decisão e o DEXi se concentram em problemas de decisão complexos, caracterizados pela novidade, incerteza,

múltiplos objetivos, decisões em grupo e recursos limitados. Esses problemas requerem uma elaboração cuidadosa para definir claramente os objetivos e as opções, bem como avaliar as possíveis consequências das decisões tomadas.

O DEX tem como princípio básico a simplificação, ou seja, o modelo se baseia na divisão do problema de decisão em partes menores e menos complexas. Essa divisão é feita de acordo com uma hierarquia de atributos, previamente definidos pelos participantes do processo. De acordo com (BOHANEK et al., 2013), os modelos DEX incluem os seguintes elementos:

- **Atributos:** variáveis que representam características básicas e o valor estimado de cada alternativa de decisão;
- **Escala de atributos:** qualitativa, composta por um conjunto de termos como "bom" e "ruim", geralmente ordenados por preferências;
- **Hierarquia dos atributos:** representa a decomposição dos problemas de decisão e a relação entre os atributos, onde os atributos de nível superior dependem dos de nível inferior;
- **Regras de decisão:** tabelas que mapeiam as regras de relacionamento entre atributos.

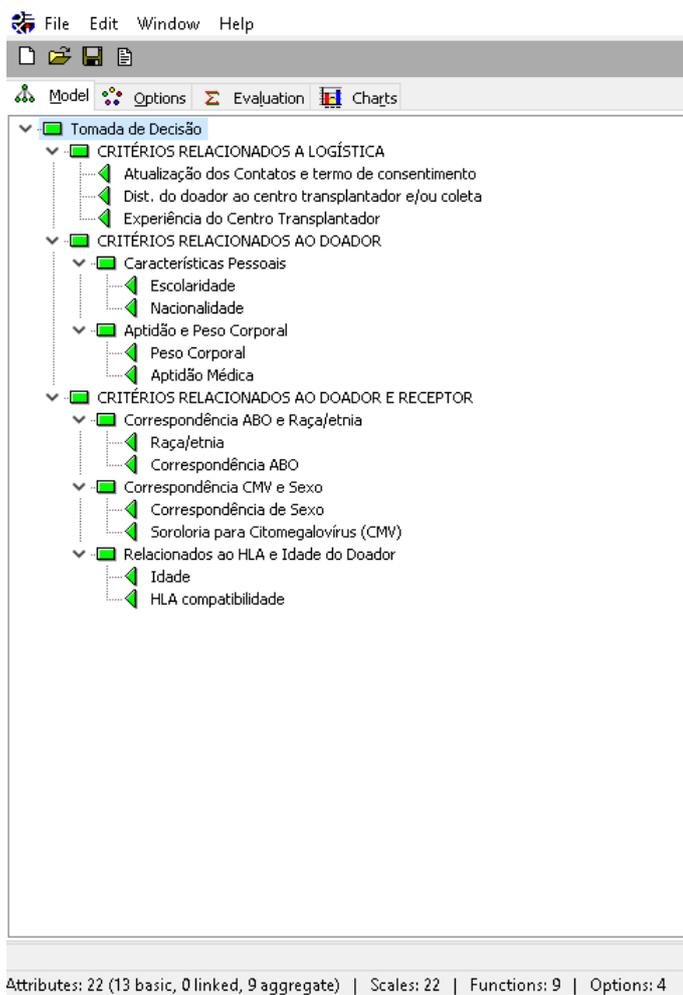
Nas Figuras 2 e 3 é possível visualizar a árvore de atributos com base na hierarquia definida do processo de decisão.

Figura 2 – Descrição dos Critérios

Atributo	Descrição
Tomada de Decisão	Melhor doador de medula óssea
CRITÉRIOS RELACIONADOS A LOGÍSTICA	
- Atualização dos Contatos e termo de consentimento	Data de atualização de meios de contatos e aceite
- Dist. do doador ao centro transplantador e/ou coleta	Distância entre doador e o local do transplante e/ou coleta
- Experiência do Centro Transplantador (CT)	Experiência do CT em transplante alogênico
CRITÉRIOS RELACIONADOS AO DOADOR	
- Características Pessoais	
- Escolaridade	Grau de instrução
- Nacionalidade	Pais de nascimento
- Aptidão e Peso Corporal	
- Peso Corporal/IMC	Peso e Índice de Massa Corpórea
- Aptidão Médica	Comorbidades
CRITÉRIOS RELACIONADOS AO DOADOR E RECEPTOR	
- Correspondência ABO e Raça/etnia	
- Raça/etnia	Avaliação de grupos raciais/étnicos
- Correspondência ABO	Compatibilidade dos grupos sanguíneos A, B, AB e O entre o doador e o receptor
- Correspondência CMV e Sexo	
- Correspondência de Sexo	Correspondência de sexo entre doador e receptor
- Sorologia para Citomegalovirus (CMV)	Correspondência sorológica de CMV (associação com mortalidade e morbidade ao receptor)
- Relacionados ao HLA e Idade do Doador	
- Idade	Idade (correlação com celularidade e impacto na sobrevida global do receptor)
- Compatibilidade HLA	Antígenos Leucocitários Humanos (em inglês, Human Leukocyte Antigens)

Fonte: Elaborado Pela Autora.

Figura 3 – Árvore de Decisão no DEXi



Fonte: Elaborado Pela Autora.

Observa-se que a estrutura da árvore está dividida em várias categorias e subcategorias de critérios que são relevantes para a tomada de decisão. A estrutura hierárquica é utilizada para decompor o problema de seleção de doadores em critérios específicos e mensuráveis, facilitando a avaliação e a tomada de decisão. Cada critério possui subcritérios que detalham ainda mais os aspectos a serem considerados, e esses critérios são avaliados qualitativamente através de regras de decisão.

Na Figura 3 ainda é possível observar no canto inferior a quantidade de atributos totais que são 22, 9 atributos agregados, 9 funções e 22 escalas. Os atributos básicos representam critérios fundamentais e independentes que não podem ser divididos em subcritérios. Os atributos agregados, por outro lado, são aqueles que combinam vários atributos básicos para formar critérios compostos, refletindo uma visão holística dos fatores de decisão. A árvore utiliza 22 escalas diferentes para medir os valores dos atributos e 9 funções que agregam esses valores, permitindo uma avaliação integrada das alternativas. Além disso, há 4 opções distintas consideradas no processo de decisão, cada uma representando uma

alternativa ou cenário possível.

A Figura 4 representa uma tabela de regras dos atributos usada na tomada de decisão para a seleção de doadores, onde o problema principal é dividido em subproblemas menos complexos. Esta tabela ilustra como os critérios de seleção de doadores são organizados e avaliados no software Dexi. Mostra a estrutura hierárquica dos critérios, a quantidade de regras utilizadas e os valores atribuídos a cada critério.

Figura 4 – Árvore de atributos e funções

Funções	Atributos	Regras Definido	Determinados	Valores
	Tomada de Decisão	45/45 100,00%	100,00%	pior doador:7,ruim doador:10,mediano doador:11,bom doador:8,melhor doador:9
	CRITÉRIOS RELACIONADOS A LOGÍSTICA	12/12 100,00%	100,00%	pior doador:3,mediano doador:5,melhor doador:4
	Atualização dos Contatos e termo de consentimento			
	Dist. do doador ao centro transplantador e/ou coleta			
	Experiência do Centro Transplantador (CT)			
	CRITÉRIOS RELACIONADOS AO DOADOR	6/6 100,00%	100,00%	pior doador:2,mediano doador:2,melhor doador:2
	Características Pessoais	6/6 100,00%	100,00%	pior doador:3,melhor doador:3
	Escolaridade			
	Nacionalidade			
	Aptidão e Peso Corporal	6/6 100,00%	100,00%	pior doador:2,mediano doador:2,melhor doador:2
	Peso Corporal/IMC			
	Aptidão Médica			
	CRITÉRIOS RELACIONADOS AO DOADOR E RECEPTOR	45/45 100,00%	100,00%	pior doador:9,ruim doador:9,mediano doador:9,bom doador:9,melhor doador:9
	Correspondência ABO e Raça/etnia	6/6 100,00%	100,00%	pior doador:2,mediano doador:2,melhor doador:2
	Raça/etnia			
	Correspondência ABO			
	Correspondência CMV e Sexo	9/9 100,00%	100,00%	pior doador:3,mediano doador:3,melhor doador:3
	Correspondência de Sexo			
	Sorologia para Citomegalovirus (CMV)			
	Relacionados ao HLA e Idade do Doador	20/20 100,00%	100,00%	pior doador:4,ruim doador:6,mediano doador:3,bom doador:5,melhor doador:2
	Idade			
	Compatibilidade HLA			

Fonte: Elaborado Pela Autora.

As regras definidas para cada atributo e suas determinações são apresentadas com porcentagens de completude e valores qualitativos categorizados, como "pior doador" e "melhor doador". A função utilidade no DEXi serve para quantificar e agregar atributos qualitativos na avaliação de opções de decisão e são definidas por regras de decisão que mapeiam combinações de valores de atributos para uma categoria de utilidade agregada, permitindo a transformação de dados qualitativos em uma forma sistematicamente analisável. A função utilidade utiliza um modelo hierárquico onde atributos básicos são combinados em atributos agregados até formar a decisão final. Embora nativamente não use pesos, é possível introduzi-los de forma aproximada para refletir a importância relativa dos diferentes atributos. Esse mecanismo facilita a análise comparativa de opções de decisão com base em múltiplos critérios qualitativos, oferecendo uma avaliação estruturada e compreensível.

A Figura 5 apresenta a seção de *options* do software Dexi, que permite simular diferentes contextos de doadores para melhor seleção do doador ideal.

Figura 5 – Esquema de funcionalidade de "Options" do Dexi

Option	Doador A	Doador B	Doador C	Doador D
Atualização dos Contatos e termo de consentimento	melhor doador	melhor doador	melhor doador	melhor doador
Dist. do doador ao centro transplantador e/ou coleta	melhor doador	melhor doador	melhor doador	melhor doador
Experiência do Centro Transplantador	melhor doador	melhor doador	melhor doador	melhor doador
Escolaridade	melhor doador	melhor doador	melhor doador	melhor doador
Nacionalidade	melhor doador	melhor doador	melhor doador	melhor doador
Peso Corporal	melhor doador	melhor doador	melhor doador	melhor doador
Aptidão Médica	melhor doador	melhor doador	melhor doador	melhor doador
Raça/etnia	melhor doador	melhor doador	melhor doador	melhor doador
Correspondência ABO	melhor doador	melhor doador	melhor doador	melhor doador
Correspondência de Sexo	melhor doador	melhor doador	melhor doador	melhor doador
Soroloria para Citomegalovírus (CMV)	melhor doador	melhor doador	melhor doador	melhor doador
Idade	melhor doador	melhor doador	melhor doador	melhor doador
HLA compatibilidade	pioor doador	pioor doador	melhor doador	pioor doador

Fonte: Elaborado Pela Autora.

Observa-se que na tabela da Figura 5, cada linha representa um critério de avaliação, enquanto as colunas correspondem a diferentes doadores (Doador A, Doador B, Doador C e Doador D).

A figura 6 das regras de decisão (*Decision Rules*) detalha como os critérios foram estabelecidos e aplicados, mostrando o processo de avaliação dos doadores.

Figura 6 – Regras de Decisão

CRITÉRIOS RELACIONADOS A LOGÍSTICA	CRITÉRIOS RELACIONADOS AO DOADOR	CRITÉRIOS RELACIONADOS AO DOADOR E RECEPTOR	Tomada de Decisão
17%	26%	57%	
1 <=mediano	pioor doador	pioor doador	pioor doador
2 mediano	<=mediano doador	pioor doador	pioor doador
3 melhor	melhor doador	pioor doador	pioor doador
4 pioor	pioor doador	ruim doador:mediano doador	ruim doador
5 pioor	*	ruim doador	ruim doador
6 <=mediano	<=mediano doador	ruim doador	ruim doador
7 *	pioor doador	ruim doador	ruim doador
8 pioor	>=mediano doador	<=ruim doador	ruim doador
9 <=mediano	melhor doador	pioor doador	ruim doador
10 melhor	pioor doador	<=ruim doador	ruim doador
11 melhor	<=mediano doador	pioor doador	ruim doador
12 melhor	melhor doador	ruim doador	ruim doador
13 pioor	pioor doador	>=bom doador	mediano doador
14 pioor	<=mediano doador	bom doador	mediano doador
15 <=mediano	pioor doador	melhor doador	mediano doador
16 pioor	mediano doador	mediano doador:bom doador	mediano doador
17 pioor	>=mediano doador	mediano doador	mediano doador
18 *	mediano doador	mediano doador	mediano doador
19 >=mediano	<=mediano doador	mediano doador	mediano doador
20 mediano	melhor doador	ruim doador	mediano doador
21 melhor	*	mediano doador	mediano doador
22 melhor	mediano doador	ruim doador:mediano doador	mediano doador
23 pioor	>=mediano doador	melhor doador	bom doador
24 pioor	melhor doador	>=bom doador	bom doador
25 *	melhor doador	bom doador	bom doador
26 >=mediano	*	bom doador	bom doador
27 mediano	melhor doador	mediano doador:bom doador	bom doador
28 melhor	<=mediano doador	>=bom doador	bom doador
29 mediano	>=mediano doador	melhor doador	melhor doador
30 >=mediano	melhor doador	melhor doador	melhor doador

Fonte: Elaborado Pela Autora.

Na figura apresentada, cada doador é avaliado com base em critérios específicos divididos em três categorias principais: Logística, Doador, e Doador e Receptor. Cada critério possui regras de decisão que determinam a classificação do doador. Por exemplo, para os "Critérios Relacionados à Logística", a regra 1 estabelece que se a atualização dos contatos e o termo de consentimento do doador forem avaliados como "mediano" ou pior, o doador será classificado como "pior doador". Similarmente, a regra 3 indica que se o critério for avaliado como "melhor", o doador será classificado como "melhor doador". Estas regras são aplicadas de forma sequencial e cumulativa para cada critério, permitindo uma avaliação detalhada.

Sendo assim, cada uma dessas categorias possui um conjunto de regras que determinam a classificação dos doadores com base nos critérios especificados. As porcentagens no topo de cada coluna (17%, 26% e 57%) representam o peso ou a importância relativa de cada grupo de critérios no processo geral de decisão, indicando a contribuição de cada categoria para a decisão final.

3.3 AHP

A estrutura da decisão usando o método AHP foi definida com base em um objetivo principal: selecionar o melhor doador de medula óssea. Para alcançar este objetivo, foram considerados os mesmos critérios abordados anteriormente. A tabela a seguir apresenta a escala de Saaty, que é utilizada no método AHP para realizar comparações par-a-par entre critérios ou alternativas:

Intensidade de Importância	Definição
1	Importância igual
3	Importância moderada
5	Importância forte
7	Importância muito forte
9	Importância extrema

Tabela 10 – Escala de Saaty para Comparações Par-a-Par no Método AHP

Sendo assim, o primeiro passo foi criar matrizes de comparação par-a-par para cada critério, utilizando a escala de Saaty, que varia de 1 (igual importância) a 9 (importância extrema de um critério sobre o outro) no Excel. Essas matrizes como podem ser vistas na Figura 7 foram então normalizadas, dividindo cada elemento pelo somatório de sua respectiva coluna, resultando em valores normalizados.

Figura 7 – Matriz de comparação par-a-par: HLA Compatibilidade

ATRIBUTO: HLA COMPATIBILIDADE									
	Doador A	Doador B	Doador C	Doador D	Matriz Normalizada				Média
Doador A	1	1/3	1/9	1/3	0,0625	0,0313	0,0833	0,0250	0,05052
Doador B	3	1	1/9	3	0,1875	0,0938	0,0833	0,2250	0,1474
Doador C	9	9	1	9	0,5625	0,8438	0,7500	0,6750	0,70781
Doador D	3	1/3	1/9	1	0,1875	0,0313	0,0833	0,0750	0,09427
SOMA	16,00	10,67	1,33	13,33					

Fonte: Elaborado Pela Autora.

Após preencher todas as comparações, o próximo passo é a normalização da matriz. Isso é feito dividindo cada entrada de uma coluna pelo total da coluna, resultando em uma matriz normalizada onde as somas das colunas são iguais a 1. A média dos valores de cada linha da matriz normalizada é então calculada para determinar o peso relativo de cada critério. Esses pesos representam a importância relativa dos critérios na decisão final.

Posteriormente, foi realizada a avaliação dos doadores de medula óssea, onde cada doador foi avaliado em relação aos critérios estabelecidos, gerando matrizes de comparação par-a-par para cada critério conforme é possível observar na Figura 8.

Figura 8 – Matriz de comparação de Critérios por pares

MATRIZ DE COMPARAÇÃO DE CRITÉRIOS POR PARES																		
	HLA	IDADE	CMV	SEXO	RAÇA/ET.	APTIDÃO	PESO	NACION.	ESCOL.	EXP.	DIST.	ATUALIZ.	Matriz Normalizada				Média	
HLA	1,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	
IDADE	0,1	1,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	1	1	1	1	1	
CMV	0,2	0,2	1,0	3,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	1	1	1	1	1	
SEXO	0,1	0,2	0,3	1,0	3,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	1	1	1	1	1	
RAÇA/ET.	0,1	0,2	0,2	0,3	1,0	3,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	1	1	1	1	1	
APTIDÃO	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	1,0	3,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	0,339367	0,255973	0,205479	0,205479	0,251575	
PESO	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	1,0	3,0	5,0	5,0	5,0	5,0	0,339367	0,255973	0,205479	0,172414	0,243308	
NACION.	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	1,0	3,0	5,0	5,0	5,0	0,20362	0,255973	0,205479	0,172414	0,209371	
ESCOL.	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	1,0	3,0	5,0	5,0	3	3	1,666667	1	2,166667	
EXP.	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	1,0	3,0	5,0	1,666667	3	3	1,666667	2,333333	
DIST.	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	1,0	3,0	1	1,666667	3	3	2,166667	
ATUALIZ.	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	1,0	0,013575	0,010239	0,013699	0,034483	0,017999	
SOMA	0,78	12,00	1,40	1,40	1,53	2,33	5,13	9,93	14,73	19,53	24,33	29,00						

Fonte: Elaborado Pela Autora.

Portanto, os valores atribuídos a cada doador foram normalizados e multiplicados pelos pesos relativos dos critérios, resultando em um escore ponderado para cada doador. Os escores ponderados foram somados para obter o valor total de cada doador, refletindo sua adequação em relação aos critérios de seleção.

4 Resultados

Este capítulo apresenta os resultados obtidos a partir da aplicação dos métodos de Análise de Decisão Multicritério (MCDA) DEX (*Decision Expert*) e AHP (*Analytic Hierarchy Process*) na seleção de doadores de células-tronco hematopoéticas utilizando dados fictícios. Inicialmente, são descritos os dados e cenários de teste elaborados para a simulação. Em seguida, são detalhados os resultados específicos de cada método, comparando o desempenho e a eficácia na seleção dos doadores. A análise comparativa permite identificar pontos fortes e limitações de ambos os métodos, proporcionando uma visão abrangente de suas aplicações práticas. Por fim, são discutidas as implicações dos resultados e as possíveis limitações do estudo.

4.1 Resultados do *Decision Expert*

Para a análise dos resultados utilizando o software DEXi (Decision Expert), foram realizadas simulações com dois exemplos distintos. No primeiro exemplo, a variação foi feita exclusivamente no critério de HLA Compatibilidade, com o objetivo de testar a capacidade do DEXi em tomar decisões hierárquicas com base em um critério altamente prioritário. Esse teste permitiu observar a influência direta da compatibilidade HLA na seleção dos melhores doadores. No segundo exemplo, diferentes critérios foram variados de maneira aleatória para demonstrar a aplicação prática do processo de tomada de decisão do DEXi. Esse exemplo ilustrou como o software pode integrar múltiplos fatores de avaliação para chegar a uma decisão final abrangente e bem fundamentada, refletindo as complexidades reais encontradas na seleção de doadores de medula óssea.

Exemplo 01

A Figura 9 apresenta uma avaliação comparativa de quatro doadores de medula óssea (A, B, C e D) com base em diversos critérios organizados em uma árvore de atributos no software DEXi. A árvore de atributos é estruturada de maneira hierárquica, facilitando a análise detalhada de cada critério e subcritério relevante para a decisão final.

Figura 9 – Exemplo 1: Escala de Critérios dos Doadores

	Doador A	Doador B	Doador C	Doador D
Tomada de Decisão	pio r doador	pio r doador	mel hor doador	pio r doador
CRITÉRIOS RELACIONADOS A LOGÍSTICA	<i>melhor</i>	<i>melhor</i>	<i>melhor</i>	<i>melhor</i>
—Atualização dos Contatos e termo de consentimento	<i>melhor</i>	<i>melhor</i>	<i>melhor</i>	<i>melhor</i>
—Dist. do doador ao centro transplantador e/ou coleta	<i>melhor doador</i>	<i>melhor doador</i>	<i>melhor doador</i>	<i>melhor doador</i>
—Experiência do Centro Transplantador	<i>melhor</i>	<i>melhor</i>	<i>melhor</i>	<i>melhor</i>
CRITÉRIOS RELACIONADOS AO DOADOR	<i>melhor doador</i>	<i>melhor doador</i>	<i>melhor doador</i>	<i>melhor doador</i>
Características Pessoais	<i>melhor doador</i>	<i>melhor doador</i>	<i>melhor doador</i>	<i>melhor doador</i>
—Escolaridade	<i>melhor doador</i>	<i>melhor doador</i>	<i>melhor doador</i>	<i>melhor doador</i>
—Nacionalidade	<i>melhor doador</i>	<i>melhor doador</i>	<i>melhor doador</i>	<i>melhor doador</i>
Aptidão e Peso Corporal	<i>melhor doador</i>	<i>melhor doador</i>	<i>melhor doador</i>	<i>melhor doador</i>
—Peso Corporal	<i>melhor doador</i>	<i>melhor doador</i>	<i>melhor doador</i>	<i>melhor doador</i>
—Aptidão Médica	<i>melhor doador</i>	<i>melhor doador</i>	<i>melhor doador</i>	<i>melhor doador</i>
CRITÉRIOS RELACIONADOS AO DOADOR E RECEPTOR	pio r doador	pio r doador	mel hor doador	pio r doador
Correspondência ABO e Raça/etnia	<i>melhor doador</i>	<i>melhor doador</i>	<i>melhor doador</i>	<i>melhor doador</i>
—Raça/etnia	<i>melhor doador</i>	<i>melhor doador</i>	<i>melhor doador</i>	<i>melhor doador</i>
—Correspondência ABO	<i>melhor doador</i>	<i>melhor doador</i>	<i>melhor doador</i>	<i>melhor doador</i>
Correspondência CMV e Sexo	<i>melhor doador</i>	<i>melhor doador</i>	<i>melhor doador</i>	<i>melhor doador</i>
—Correspondência de Sexo	<i>melhor doador</i>	<i>melhor doador</i>	<i>melhor doador</i>	<i>melhor doador</i>
—Sorologia para Citomegalovírus (CMV)	<i>melhor doador</i>	<i>melhor doador</i>	<i>melhor doador</i>	<i>melhor doador</i>
Relacionados ao HLA e Idade do Doador	pio r doador	pio r doador	mel hor doador	pio r doador
—Idade	<i>melhor doador</i>	<i>melhor doador</i>	<i>melhor doador</i>	<i>melhor doador</i>
—HLA compatibilidade	pio r doador	pio r doador	mel hor doador	pio r doador

Fonte: Elaborado pela Autora.

A avaliação global dos doadores é refletida na "Tomada de Decisão". Sob os "Critérios Relacionados à Logística", todos os doadores foram classificados como "melhor" indicando que estão com informações atualizadas e consentimento em ordem. Em relação à distância do doador ao centro transplantador/coleta, todos foram classificados como "melhor doador", mostrando que a proximidade é ideal para todos. No que diz respeito à experiência do centro transplantador, todos foram classificados como "melhor", indicando que todos os centros têm a experiência necessária.

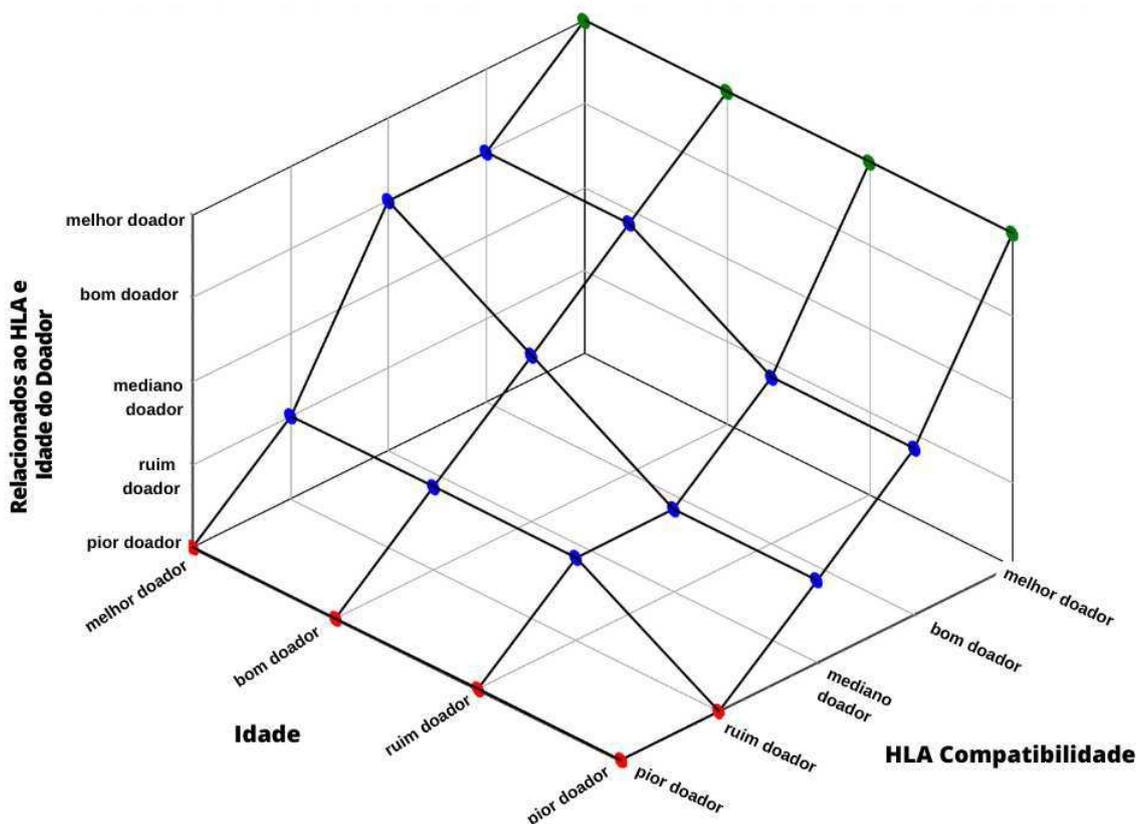
Nos "Critérios Relacionados ao Doador", todos os doadores foram classificados como "melhor doador" tanto para características pessoais, incluindo escolaridade e nacionalidade, quanto para aptidão e peso corporal, que abrange peso corporal e aptidão médica. E também, nos "Critérios Relacionados ao Doador e Receptor", todos os doadores foram classificados como "melhor doador" para a correspondência ABO, raça/etnia, CMV e sexo, indicando compatibilidade ideal em termos de grupo sanguíneo e etnia. No entanto, o critério mais determinante foi o relacionado ao HLA. Aqui, o Doador C foi classificado como "melhor doador" devido à sua compatibilidade HLA superior, enquanto os outros foram classificados como "pio

r doador". A decisão de deixar todos os demais critérios como "melhor doador" e variar apenas o critério de compatibilidade HLA tinha como objetivo analisar a influência da prioridade deste critério em relação aos demais no contexto do transplante de células-tronco hematopóéticas (TCTH). A compatibilidade HLA é um fator crítico para o sucesso do

transplante, pois uma boa correspondência pode reduzir significativamente o risco de rejeição e complicações pós-transplante.

Em vez de usar valores numéricos, os atributos são representados por categorias simbólicas como "melhor doador", "mediano doador" e "pior doador" tal como pode ser visualizado na Figura 10.

Figura 10 – Gráfico da Função de Utilidade do critério “Relacionados ao HLA e idade”



Fonte: Elaborado Pela Autora.

Observa-se na Figura 10 um gráfico tridimensional que avalia a qualidade dos doadores com base em dois atributos principais: Idade e Compatibilidade HLA. Os eixos X e Y representam diferentes níveis de qualidade para cada atributo, variando de "pior doador" a "melhor doador", enquanto o eixo Z mostra a classificação combinada desses atributos. Pontos vermelhos, azuis e verdes indicam níveis de qualidade, conectados por linhas que demonstram a relação entre idade e compatibilidade HLA na avaliação dos doadores.

A tabela apresentada na Figura 11 é uma análise detalhada da avaliação dos doadores com base em dois critérios principais: Idade e HLA compatibilidade. Esses critérios são agrupados em um atributo agregado denominado "Relacionados ao HLA e Idade do Doador". A tabela mostra a ponderação de cada critério e como diferentes combinações de valores para esses critérios impactam a classificação geral do doador. A

ponderação é de 19% para Idade e 81% para HLA compatibilidade, indicando que a compatibilidade HLA tem um peso significativamente maior na avaliação global do que a idade.

Figura 11 – Avaliação dos Doadores com Base na Idade e Compatibilidade HLA

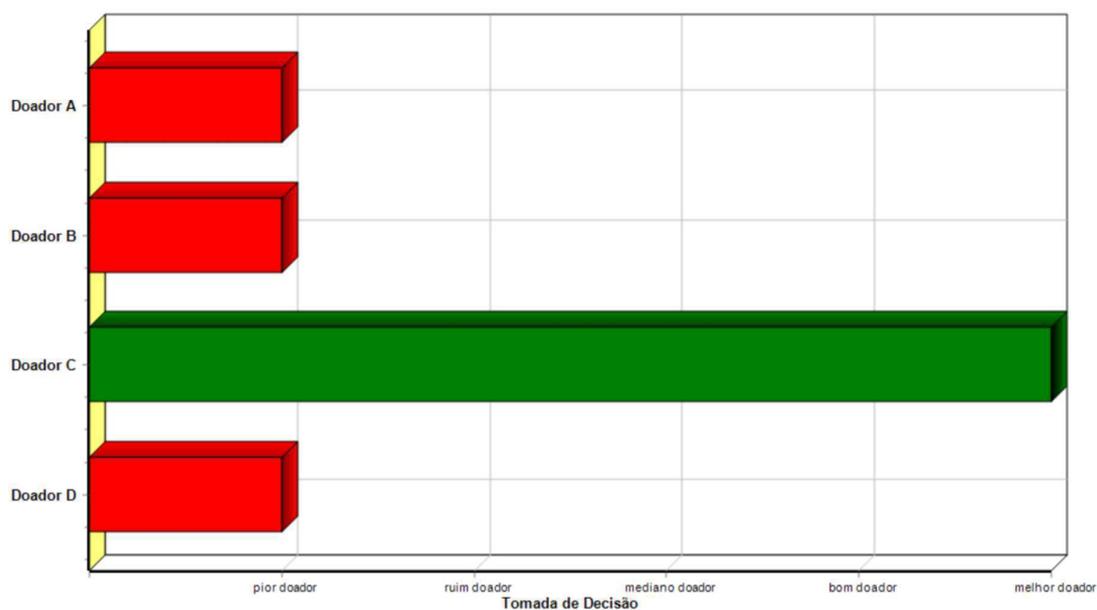
Idade	HLA compatibilidade	Relacionados ao HLA e Idade do Doador
19%	81%	
1 *	pior doador	pior doador
2 <=ruim doador	ruim doador:mediano doador	ruim doador
3 *	ruim doador	ruim doador
4 <=ruim doador	bom doador	mediano doador
5 bom doador	mediano doador	mediano doador
6 >=bom doador	bom doador	bom doador
7 melhor doador	mediano doador:bom doador	bom doador
8 *	melhor doador	melhor doador

Fonte: Elaborado pela Autora.

Cada linha da tabela representa uma combinação específica de valores para Idade e HLA compatibilidade, e a avaliação resultante para o critério agregado. Quando a compatibilidade HLA é "pior doador", a idade não é considerada relevante, resultando diretamente em uma avaliação geral negativa.

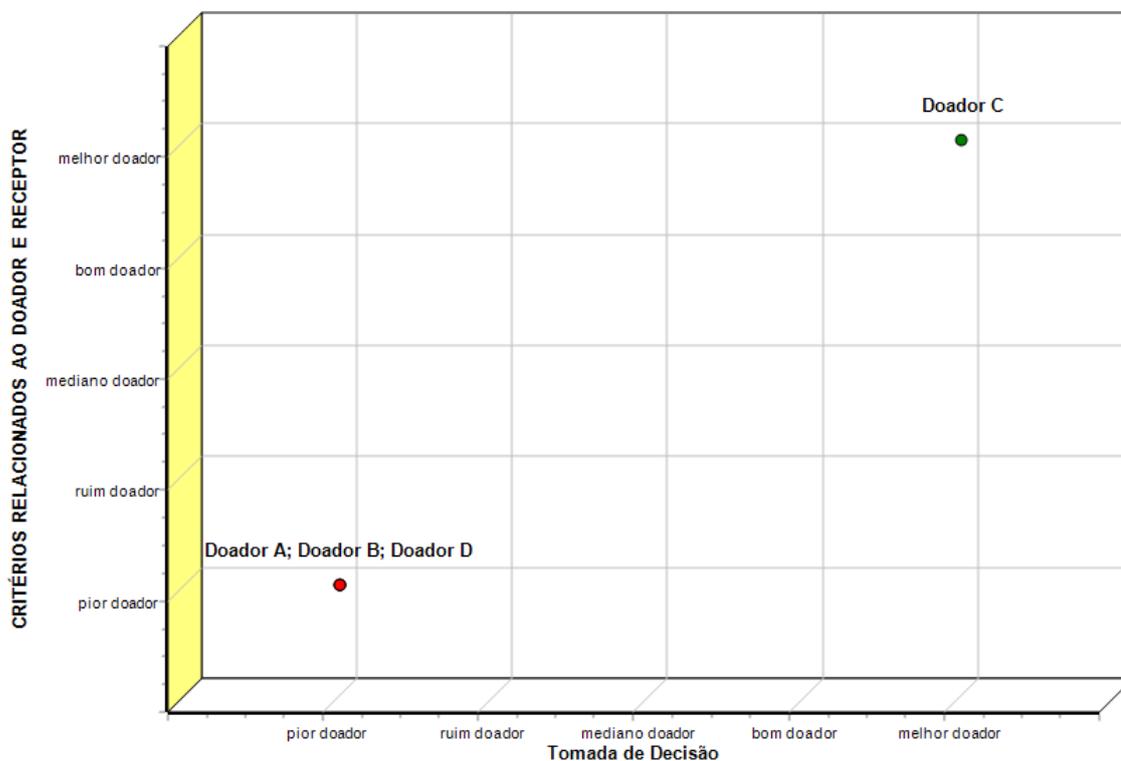
Assim, a avaliação final (Fig.13, Fig.12) determina que o Doador C é o "melhor doador" devido à sua compatibilidade HLA superior, que é crucial para o sucesso do transplante. Embora os outros doadores tenham boas avaliações nos critérios logísticos e de características pessoais, a compatibilidade HLA foi decisiva para a classificação global. Esta análise detalhada e estruturada ilustra como o DEXi pode auxiliar na tomada de decisões complexas, assegurando que todos os critérios relevantes sejam considerados adequadamente.

Figura 12 – Exemplo 01: Gráfico de Barras



Fonte: Elaborado pela Autora.

Figura 13 – Exemplo 01: Gráfico de Dispersão



Fonte: Elaborado pela Autora.

No gráfico de dispersão, observa-se que o Doador C se destaca positivamente, posicionado na categoria de "melhor doador" tanto em termos de critérios relacionados ao

doador e receptor quanto na eficácia da tomada de decisão. Este doador é visualizado na parte superior direita do gráfico, sugerindo uma combinação ótima de atributos.

Por outro lado, os Doadores A, B e D estão agrupados na categoria de "pior doador" em ambos os eixos, situando-se na parte inferior esquerda do gráfico. Isto indica que esses doadores são menos adequados tanto pelos critérios relacionados quanto pela eficácia na tomada de decisão.

Exemplo 02

Para ilustrar ainda mais a aplicação da metodologia do DEXi no processo de avaliação de doadores de medula óssea, será apresentado outro exemplo (Fig. 14) utilizando uma combinação diferente de escalas para perfis distintos dos doadores A, B, C e D.

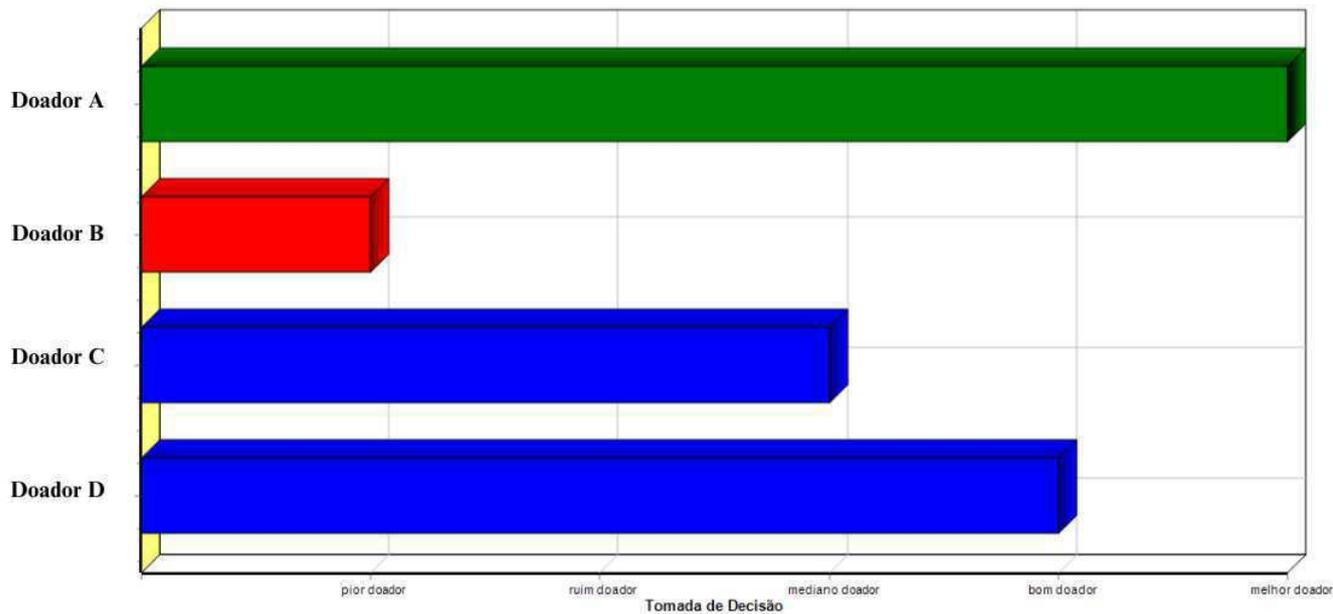
Figura 14 – Exemplo 2: Escala de Critérios dos Doadores

	Doador A	Doador B	Doador C	Doador D
Tomada de Decisão	<i>melhor doador</i>	<i>pior doador</i>	mediano doador	bom doador
CRITÉRIOS RELACIONADOS A LOGÍSTICA	<i>pior doador</i>	<i>melhor doador</i>	<i>melhor doador</i>	<i>melhor doador</i>
Atualização dos Contatos e termo de consentimento	<i>pior doador</i>	<i>melhor doador</i>	<i>melhor doador</i>	<i>melhor doador</i>
Dist. do doador ao centro transplantador e/ou coleta	<i>pior doador</i>	<i>pior doador</i>	<i>melhor doador</i>	<i>pior doador</i>
Experiência do Centro Transplantador (CT)	<i>melhor</i>	<i>melhor</i>	<i>melhor</i>	<i>melhor</i>
CRITÉRIOS RELACIONADOS AO DOADOR	mediano doador	<i>melhor doador</i>	mediano doador	mediano doador
Características Pessoais	<i>melhor doador</i>	<i>melhor doador</i>	<i>pior doador</i>	<i>melhor doador</i>
Escolaridade	mediano doador	<i>melhor doador</i>	mediano doador	<i>pior doador</i>
Nacionalidade	<i>melhor doador</i>	<i>melhor doador</i>	<i>pior doador</i>	<i>melhor doador</i>
Aptidão e Peso Corporal	mediano doador	<i>melhor doador</i>	mediano doador	mediano doador
Peso Corporal/IMC	<i>melhor doador</i>	<i>pior doador</i>	<i>pior doador</i>	<i>pior doador</i>
Aptidão Médica	mediano doador	<i>melhor doador</i>	mediano doador	mediano doador
CRITÉRIOS RELACIONADOS AO DOADOR E RECEPTOR	<i>melhor doador</i>	<i>pior doador</i>	mediano doador	bom doador
Correspondência ABO e Raça/etnia	<i>melhor doador</i>	<i>melhor doador</i>	<i>melhor doador</i>	<i>melhor doador</i>
Raça/etnia	<i>pior doador</i>	<i>pior doador</i>	<i>melhor doador</i>	<i>melhor doador</i>
Correspondência ABO	<i>melhor doador</i>	<i>melhor doador</i>	<i>melhor doador</i>	<i>melhor doador</i>
Correspondência CMV e Sexo	<i>melhor doador</i>	<i>pior doador</i>	mediano doador	<i>melhor doador</i>
Correspondência de Sexo	mediano doador	mediano doador	mediano doador	mediano doador
Sorologia para Citomegalovirus (CMV)	<i>melhor doador</i>	<i>pior doador</i>	mediano doador	<i>melhor doador</i>
Relacionados ao HLA e Idade do Doador	<i>melhor doador</i>	<i>pior doador</i>	mediano doador	bom doador
Idade	bom doador	<i>melhor doador</i>	ruim doador	<i>pior doador</i>
Compatibilidade HLA	<i>melhor doador</i>	<i>pior doador</i>	bom doador	<i>melhor doador</i>

Fonte: Elaborado pela Autora.

O gráfico da Figura 15 indica que o Doador A foi selecionado como o "melhor doador", enquanto o Doador B foi classificado como o "pior doador". A seleção do Doador A foi influenciada por seu desempenho superior em vários critérios críticos, como "Critérios Relacionados à Logística", "Critérios Relacionados ao Doador" e "Critérios Relacionados ao Doador e Receptor". O Doador A obteve consistentemente classificações positivas, destacando-se em subcritérios importantes como a atualização dos contatos, experiência do centro transplantador, características pessoais (escolaridade e nacionalidade), aptidão médica e compatibilidade HLA. Esta combinação de fatores positivos levou a uma avaliação geral muito favorável.

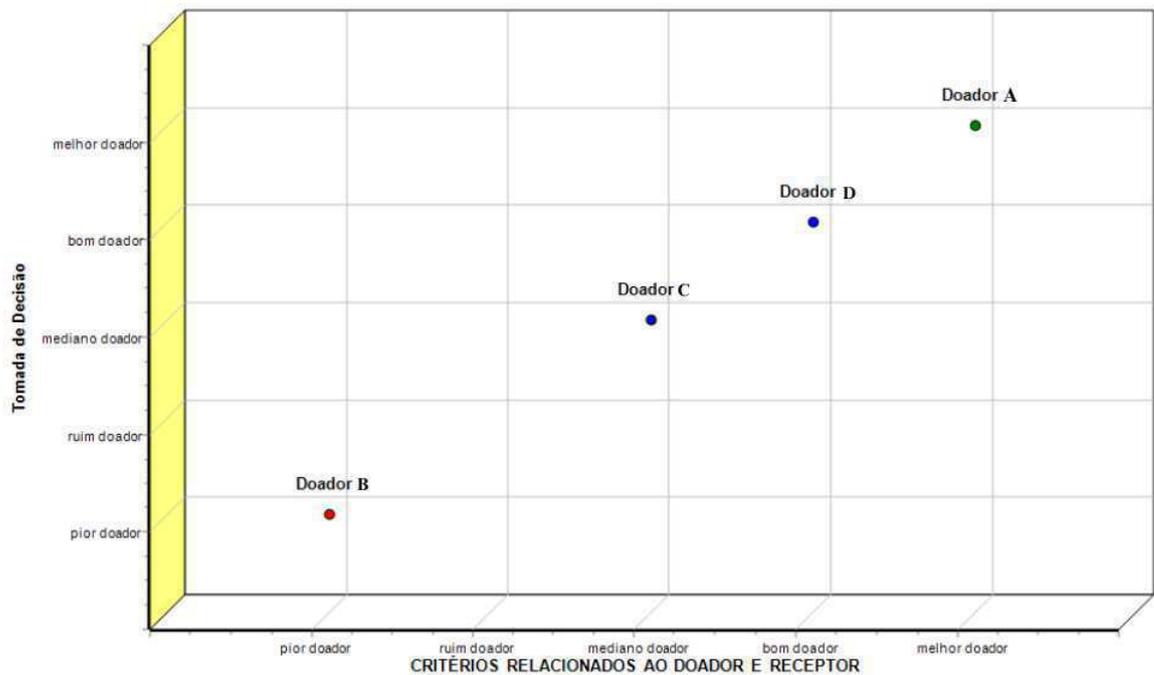
Figura 15 – Exemplo 2: Gráfico de Barras



Fonte: Elaborado pela Autora.

Por outro lado, o Doador B foi classificado como o "pior doador" devido a seu desempenho insatisfatório em vários critérios-chave. O Doador B obteve classificações negativas especialmente nos "Critérios Relacionados à Logística", onde foi avaliado como "pior doador" em múltiplos subcritérios, incluindo a distância ao centro transplantador e a experiência do centro. Além disso, o Doador B teve desempenhos fracos em critérios relacionados à aptidão médica e compatibilidade HLA, que são cruciais para a seleção de doadores. Essas avaliações negativas influenciaram significativamente a classificação final do Doador B conforme é ressaltado pelo gráfico de dispersão da Figura 16.

Figura 16 – Exemplo 2: Gráfico de Dispersão



Fonte: Elaborado pela Autora.

4.2 Resultados do AHP

Nesta seção, os resultados obtidos com a aplicação do método AHP (*Analytic Hierarchy Process*) usando o Excel são apresentados para a escolha do melhor doador de medula óssea. O AHP foi utilizado para avaliar e comparar diferentes doadores com base em critérios previamente estabelecidos, utilizando a escala de Saaty para as comparações par-a-par. Os resultados foram obtidos a partir da normalização das matrizes de comparação e do cálculo dos pesos dos critérios e das alternativas.

Comparação Par-a-Par

A tabela a seguir apresenta a comparação par-a-par do critério HLA Compatibilidade para quatro doadores (A, B, C, D) onde o Doador C possui importância extrema para o critério HLA Compatibilidade em relação aos demais doadores, utilizando a escala de Saaty:

Cada célula na tabela representa a importância relativa de um doador em relação a outro, onde valores maiores indicam maior compatibilidade. O Doador C é considerado extremamente mais compatível que os demais doadores, evidenciado pelos valores elevados (9) em suas comparações com os outros. A matriz é simétrica, com valores recíprocos

HLA Compatibilidade				
	Doador A	Doador B	Doador C	Doador D
Doador A	1	1/3	1/9	1/3
Doador B	3	1	1/9	3
Doador C	9	9	1	9
Doador D	3	1/3	1/9	1
Soma	16	10.67	1.33	13.33

Tabela 11 – Tabela de Comparação Par-a-Par para os Doadores para HLA Compatibilidade

para comparações inversas, e o valor 1 na diagonal principal, representando a comparação de um doador consigo mesmo. Para os demais dos critérios (Tabela 12), os valores na escala de Saaty não diferiram entre os quatro doadores. Isso ocorreu porque o objetivo principal era avaliar a importância do método de seleção com base no critério mais crucial: a Compatibilidade HLA. Portanto, foi atribuído um peso uniforme aos demais critérios, destacando a importância predominante do HLA na escolha do doador.

Demais Critérios				
	Doador A	Doador B	Doador C	Doador D
Doador A	1	1	1	1
Doador B	1	1	1	1
Doador C	1	1	1	1
Doador D	1	1	1	1
Soma	4	4	4	4

Tabela 12 – Tabela de Comparação Par-a-Par para os Doadores para os demais critérios

Matriz Normalizada e Cálculo das Médias

As tabelas normalizadas para os critérios "HLA Compatibilidade" e "Demais critérios" mostram as proporções relativas de importância dos doadores após a normalização das comparações par-a-par e inclui as médias calculadas para cada doador.

HLA Compatibilidade					
	Doador A	Doador B	Doador C	Doador D	Média
Doador A	0.0625	0.0313	0.0833	0.0250	0.0505
Doador B	0.1875	0.0938	0.0833	0.2250	0.1474
Doador C	0.5625	0.8438	0.7500	0.6750	0.7078
Doador D	0.1875	0.0313	0.0833	0.0750	0.0943

Tabela 13 – Matriz Normalizada para o Critério HLA Compatibilidade

No critério "HLA Compatibilidade", o Doador C apresenta a maior média (0.7078), indicando sua predominância em termos de compatibilidade HLA. Por outro lado, no critério "Idade do Doador", todos os doadores possuem igual importância com médias

Demais Critérios					
	Doador A	Doador B	Doador C	Doador D	Média
Doador A	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Doador B	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Doador C	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Doador D	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25

Tabela 14 – Matriz Normalizada para os Demais Critérios

de 0.2500, refletindo a ausência de preferência entre os doadores para este critério. Esses resultados ajudam a identificar o doador mais adequado com base nos critérios avaliados.

Matriz de Comparação de Critérios por Pares

A tabela a seguir apresenta a matriz de comparação de critérios por pares, utilizada para avaliar a importância relativa de diversos critérios na escolha do melhor doador de medula óssea. Cada célula na tabela contém um valor que representa a importância de um critério em relação a outro, conforme determinado pela escala de Saaty. Os critérios avaliados incluem HLA, Idade, CMV, Sexo, Raça/Etnia, Aptidão, Peso, Nacionalidade, Escolaridade, Experiência do CT, Distância do CT e Atualização do CT. A última linha da tabela mostra a soma dos valores de cada coluna, que é utilizada para a normalização dos dados e o cálculo dos pesos relativos de cada critério. Esta análise é fundamental para garantir uma escolha criteriosa e baseada em múltiplos fatores importantes.

	HLA	IDADE	CMV	SEXO	RAÇA/ET.	APTIDÃO	PESO	NACION.	ESCOL.	EXP.	DIST.	ATUALIZ.
HLA	1.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
IDADE	0.1	1.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
CMV	0.2	0.2	1.0	3.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
SEXO	0.1	0.2	0.3	1.0	3.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
RAÇA/ET.	0.1	0.2	0.2	0.3	1.0	3.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
APTIDÃO	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	1.0	3.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
PESO	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	1.0	3.0	5.0	5.0	5.0	5.0
NACION.	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	1.0	3.0	5.0	5.0	5.0
ESCOL.	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	1.0	3.0	5.0	5.0
EXP.	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	1.0	3.0	5.0
DIST.	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	1.0	3.0
ATUALIZ.	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	1.0
SOMA	0.78	12.00	1.40	1.40	1.53	2.33	5.13	9.93	14.73	19.53	24.33	29.00

Tabela 15 – Matriz de Comparação de Critérios por Pares

Matriz Normalizada e Médias

A tabela a seguir apresenta a matriz normalizada derivada da matriz de comparação de critérios por pares, junto com as médias calculadas para cada critério. A normalização foi realizada para permitir a comparação direta dos valores, ajustando-os para uma escala comum. Na última coluna, são mostradas as médias de cada linha, que representam a importância relativa de cada critério após a normalização.

Matriz Normalizada					Média
1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1
0.3394	0.2560	0.2055	0.2055	0.2516	0.2516
0.3394	0.2560	0.2055	0.1724	0.2433	0.2433
0.2036	0.2560	0.2055	0.1724	0.2094	0.2094
3	3	1.6667	1	2.1667	2.1667
1.6667	3	3	1.6667	2.3333	2.3333
1	1.6667	3	3	2.1667	2.1667
0.0136	0.0102	0.0137	0.0345	0.0180	0.0180

Tabela 16 – Matriz Normalizada dos Critérios por Pares

Por fim, a tabela 17 apresenta o resultado final da ponderação dos doadores, com base nos critérios previamente estabelecidos e ponderados.

	TOTAL
Doador A	2.94
Doador B	3.11
Doador C	4.12
Doador D	3.02

Tabela 17 – Resultado Final da Ponderação dos Doadores

Cada doador foi avaliado e os valores totais foram calculados, refletindo a adequação de cada um às necessidades do procedimento de doação de medula óssea. O Doador C destacou-se com o maior valor total, 4.12, indicando sua superioridade relativa em relação aos demais doadores. Este resultado é representado em negrito e com um fundo verde claro para fácil identificação. Os valores totais para os doadores A, B e D foram 2.94, 3.11 e 3.02, respectivamente. Portanto, após a aplicação da técnica AHP para avaliar e comparar os doadores de medula óssea, conclui-se que o Doador C é o melhor candidato.

5 Conclusões

Este trabalho teve como objetivo explorar e aplicar métodos de Análise de Decisão utilizando o software *Decision Expert* (DEX) e o Método de Análise Hierárquica (AHP) no contexto do transplante de células-tronco hematopoéticas (TCTH), buscando otimizar a seleção do doador ideal. O estudo forneceu uma estrutura sólida para a avaliação sistemática de critérios como compatibilidade HLA, correspondência ABO, idade do doador e outros fatores relevantes, visando melhorar os resultados clínicos e minimizar atrasos no processo de transplante. Uma revisão integrativa da literatura foi realizada previamente para identificar os critérios essenciais na seleção do melhor doador de medula óssea, organizando-os hierarquicamente por sua relevância clínica. Além disso, exploraram-se as teorias de decisão multicritério e o Método de Análise Hierárquica (AHP), contextualizando sua aplicação na escolha de doadores de medula óssea. O Método de Análise Hierárquica (AHP) foi aplicado para hierarquizar os critérios de seleção do doador de medula óssea, identificando os mais relevantes para a tomada de decisão clínica e otimização do processo de transplante.

Através deste trabalho, foi possível demonstrar a aplicação prática dos métodos de Análise de Decisão utilizando o software *Decision Expert* (DEX) e do Método de Análise Hierárquica (AHP) no contexto do transplante de células-tronco hematopoéticas (TCTH). A revisão integrativa da literatura permitiu identificar e organizar hierarquicamente os critérios essenciais para a seleção do doador ideal, destacando a importância de cada fator na otimização do processo de transplante. A compatibilidade HLA, a correspondência ABO e a idade do doador emergiram como critérios de destaque, refletindo sua relevância clínica e impacto nos resultados dos transplantes.

A aplicação do Método de Análise Hierárquica (AHP) possibilitou uma hierarquização clara e objetiva dos critérios de seleção, fornecendo uma base sólida para a tomada de decisão clínica. Através da análise hierárquica, foi possível identificar os critérios mais relevantes e priorizá-los de acordo com sua importância no contexto do TCTH. Este processo não só facilitou a seleção do doador ideal, mas também demonstrou a eficácia do AHP como ferramenta de suporte à decisão em ambientes clínicos complexos.

Ambos os métodos AHP e DEX utilizam a decomposição hierárquica para desenvolver modelos de decisão, mas aplicam técnicas distintas para descrever as opções e agregar os valores dos critérios. O AHP usa matrizes de comparação, enquanto o DEX se baseia em regras de decisão qualitativas. O desenvolvimento do modelo foi mais rápido com o AHP, necessitando apenas de matrizes de comparação, enquanto o DEX exigiu a definição de muitas regras.

Descrever opções foi mais simples com o DEX, pois só era necessário determinar os valores dos atributos. No AHP, foi necessário configurar múltiplas matrizes de comparação, o que aumentou significativamente a quantidade de comparações conforme o número de opções crescia.

Na avaliação dos resultados, o DEX forneceu resultados simbólicos claros (por exemplo, "melhor doador", "pior doador", "mediano doador"), enquanto o AHP produziu avaliações numéricas, tornando um pouco mais difícil a interpretação dos resultados. No entanto, com ajustes, ambos os métodos produziram resultados finais semelhantes, embora o DEX exigisse menos ajustes para se alinhar com as expectativas.

A principal crítica ao AHP foi a necessidade de ajustes contínuos para obter resultados esperados, questionando a objetividade do modelo tal como foi evidenciado também pelo trabalho de (SPENDL; BOHANEK; RAJKOVIC, 2003). Por outro lado, o DEX manteve a consistência e clareza durante todo o processo, com regras compreensíveis e verificáveis.

5.1 Perspectivas para o Futuro

Considerando os desafios encontrados para aprimorar o processo de tomada de decisão de melhor doador, com o avanço contínuo das tecnologias de decisão multicritério, as perspectivas para o futuro são promissoras. A seguir, alguns tópicos que podem ser abordados ao discutir essas perspectivas:

- **Uso de Inteligência Artificial:** Uso de algoritmos de aprendizado de máquina para automatizar a definição de critérios e regras de decisão.
- **Melhoria da Precisão:** Aplicação de IA para aumentar a precisão na agregação de valores e na interpretação dos resultados.
- **Desenvolvimento de Ferramentas de Interfaces de Usuário:** Criação de interfaces mais amigáveis para facilitar o uso de metodologias como AHP e DEX.
- **Visualização de Dados:** Ferramentas avançadas para a visualização clara e compreensível dos resultados de avaliações.

Referências Bibliográficas

- ASHOURI, K. et al. Donor matters: Donor selection impact on hematopoietic stem cell transplantation outcomes in hispanic patients with b-cell acute lymphocytic leukemia: Insights from a myeloablative hsct study. *Leukemia Research*, Elsevier, v. 141, p. 107501, 2024. Citado na página 7.
- ASHOURI, K. et al. Donor matters: Donor selection impact on hematopoietic stem cell transplantation outcomes in hispanic patients with b-cell acute lymphocytic leukemia: Insights from a myeloablative hsct study. *Leukemia Research*, v. 141, p. 107501, 2024. Citado na página 6.
- AYUK, F.; BALDUZZI, A. Donor selection for adults and pediatrics. p. 87–97, 2019. Citado na página 1.
- BHOLE, G. P.; DESHMUKH, T. Multi criteria decision making (mcdm) methods and its applications. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, v. 6, n. 5, p. 899–915, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.22214/ijraset.2018.5145>>. Citado na página 10.
- BOHANEC, M. Multi-criteria dex models: an overview and analysis. In: STIRN, L. Z. et al. (Ed.). *The 14th international symposium on operational research in Slovenia*. Ljubljana: Slovenian Society Informatika–Section for Operational Research, 2017. p. 155–160. Citado na página 11.
- BOHANEC, M. et al. Dex methodology: three decades of qualitative multi-attribute modeling. *Informatika*, v. 37, n. 1, 2013. Citado 3 vezes nas páginas 10, 11 e 20.
- DEHN, J. et al. Selection of unrelated donors and cord blood units for hematopoietic cell transplantation: Guidelines from the nmdp/cibmtr. *Blood*, v. 134, n. 12, p. 924–934, Jul 2019. Citado 2 vezes nas páginas 1 e 8.
- HASHJIN, S. S. et al. Forest fire hazard modeling using hybrid ahp and fuzzy ahp methods using modis sensor. In: *International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS)*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 931–934. ISBN 978-1-4673-1160-1. Citado na página 13.
- KIM, H. T. et al. Donor and recipient sex in allogeneic stem cell transplantation: What really matters. *Haematologica*, v. 101, n. 10, p. 1260–1266, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.3324/haematol.2016.147645>>. Citado na página 7.
- LANDRY, I. Racial disparities in hematopoietic stem cell transplant: A systematic review of the literature. *Stem Cell Investigation*, v. 8, p. 24–24, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.21037/sci-2021-058>>. Citado na página 9.
- LI, Y. et al. Predicting the availability of hematopoietic stem cell donors using machine learning. *Biology of Blood and Marrow Transplantation*, v. 26, n. 8, p. 1406–1413, Aug 2020. Disponível em: <[www.astctjournal.org/article/S1083-8791\(20\)30208-1/fulltext](http://www.astctjournal.org/article/S1083-8791(20)30208-1/fulltext)>. Citado na página 1.

LIBERATORE, M. J.; NYDICK, R. L. The analytic hierarchy process in medical and health care decision making: A literature review. *European Journal of Operational Research*, v. 189, n. 1, p. 194–207, Aug 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ejor.2007.05.001>>. Citado na página 13.

MALARD, F. et al. Acute graft-versus-host disease. *Nature Reviews. Disease Primers*, v. 9, n. 1, p. 27, 2023. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37291149/>>. Citado na página 6.

MüHLBACHER, A. C.; KACZYNSKI, A. Making good decisions in healthcare with multi-criteria decision analysis: the use, current research and future development of mcdm. *Applied health economics and health policy*, v. 14, p. 29–40, 2016. Citado na página 2.

PETERSDORF, E. W. et al. Effect of hla class ii gene disparity on clinical outcome in unrelated donor hematopoietic cell transplantation for chronic myeloid leukemia: the us national marrow donor program experience. *Blood, The Journal of the American Society of Hematology*, v. 98, n. 10, p. 2922–2929, 2001. Citado na página 6.

PHILLIPS, L. D.; COSTA, C. A. Bana e. Transparent prioritisation, budgeting and resource allocation with multi-criteria decision analysis and decision conferencing. *Annals of Operations Research*, v. 154, n. 1, p. 51–68, 2007. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10479-007-0183-3>>. Citado na página 10.

POLOMENI, A. et al. Related donors follow-up: guidelines from the francophone society of bone marrow transplantation and cellular therapy (sfgm-tc). *Bulletin du Cancer*, v. 107, n. 1S, p. S94–S103, 2019. Citado na página 6.

RENNERT, W. et al. The donor – recipient weight ratio is a reliable marker for cell yield in hematopoietic stem cell donations. *OBM Transplantation*, v. 5, n. 4, p. 1–1, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.21926/obm.transplant.2104156>>. Citado na página 9.

SAAD, A. et al. Nccn guidelines insights: Hematopoietic cell transplantation, version 3.2022: Featured updates to the nccn guidelines. *Journal of the National Comprehensive Cancer Network*, v. 21, n. 2, p. 108–115, 2023. Citado na página 5.

SAATY, T. L. *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*. Pittsburg, Pa.: Rws, 1996. Citado na página 12.

SHAW, B. E. et al. Recipient/donor hla and cmv matching in recipients of t-cell-depleted unrelated donor haematopoietic cell transplants. *Bone Marrow Transplantation*, v. 52, n. 5, p. 717–725, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1038/bmt.2016.352>>. Citado na página 7.

SHOKRGOZAR, N.; TAMADDON, G. Abo blood grouping mismatch in hematopoietic stem cell transplantation and clinical guides. *International Journal of Hematology-Oncology and Stem Cell Research*, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.18502/ijhoscr.v12i4.112>>. Citado na página 8.

TIL, J. A. V. et al. O uso de técnicas de elicitação de peso de análise de decisão multicritério em pacientes com comprometimento cognitivo leve: um estudo piloto. *The Patient: Patient-Centered Outcomes Research*, v. 1, p. 127–135, 2008. Citado na página 10.

TRDIN, N.; BOHANEĆ, M. New generation platform for multi-criteria decision making with method dex. In: *DSS 2.0—Supporting Decision Making with New Technologies, Supplemental Proceedings*. [S.l.]: IFIP Working Group 8.3 Digital Publications, 2014. p. 12. Citado 2 vezes nas páginas 10 e 11.

SPENDL, R.; BOHANEĆ, M.; RAJKOVIĆ, V. Comparative analysis of ahp and dex decision making methods. In: MRVAR, A.; FERLIGOJ, A. (Ed.). *Program and Abstracts of the International Conference on Methodology and Statistics*. [S.l.: s.n.], 2003. p. 65–66. Citado 2 vezes nas páginas 15 e 38.

WAHLSTER, P. et al. Balancing costs and benefits at different stages of medical innovation: A systematic review of multi-criteria decision analysis (mcda). *BMC Health Services Research*, v. 15, n. 1, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1186/s12913-015-0930-0>>. Citado na página 2.