



CARACTERIZAÇÃO ESPECTRAL RAMAN EM AMOSTRAS DE SORO SANGUÍNEO HUMANO NORMAL VISANDO DIAGNÓSTICO ONCOLÓGICO

Raíssa Monteiro de Siqueira¹; Dra. Ana Mara Ferreira Lima²; Prof. Dr. Pedro Luiz de Brito³; Prof. Dr. Landulfo Silveira Jr.⁴ (orientador)

Universidade Anhembi Morumbi
PPGEB, São José dos Campos/Cité

Introdução

O diagnóstico das neoplasias em pediátricas é desafiador devido aos sintomas inespecíficos e ao rápido desenvolvimento dos tumores (OLIVEIRA, 2021). Nesse contexto, a espectroscopia Raman surge como uma técnica promissora no diagnóstico e monitoramento de doenças, devido seu caráter não destrutivo, sua rapidez, e sua capacidade de fornecer informações moleculares detalhadas (SILVA, 2018).

Este estudo caracteriza o espectro Raman do soro de pacientes pediátricos saudáveis, criando um perfil de referência para a futura identificação de biomarcadores relacionados ao câncer infantil.

Objetivos

Caracterizar espectros Raman de soro sanguíneo de pacientes pediátricos saudáveis visando estabelecer uma referência espectral para o auxílio na comparação e identificação de biomarcadores específicos em pesquisas futuras na oncologia pediátrica.

Metodologia

O estudo foi submetido ao Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) da Universidade Anhembi Morumbi (UAM) (Processo CAAE Nº23457019.9.0000.5492). Foram incluídos pacientes pediátricos não oncológicos (0 a 17 anos e 11 meses) atendidos no Centro de Tratamento Infantojuvenil Fabiana Macedo de Morais (CFTM), Grupo de Assistência à Criança com Câncer (GACC), totalizando 72 amostras de soro. Após a coleta e centrifugação, o soro foi analisado por espectroscopia Raman utilizando um espectrômetro dispersivo no infravermelho próximo com laser de 830nm (modelo Dimension P1, Lambda Solutions Inc., MA, EUA). O tempo de exposição para a obtenção dos espectros foi de 3s com 10 acumulações por espectro, e cada amostra foi analisada entre três e cinco vezes.

Resultados

As amostras de soro apresentaram picos predominantes de proteínas séricas, principalmente albumina e globulinas, que compõem a maior fração do soro sanguíneo e definem o perfil espectral observado (Figura 1). Foram identificados picos característicos de aminoácidos, como fenilalanina, tirosina e triptofano, além de bandas atribuídas ao β-caroteno, biomarcador presente com intensidade em amostras saudáveis.

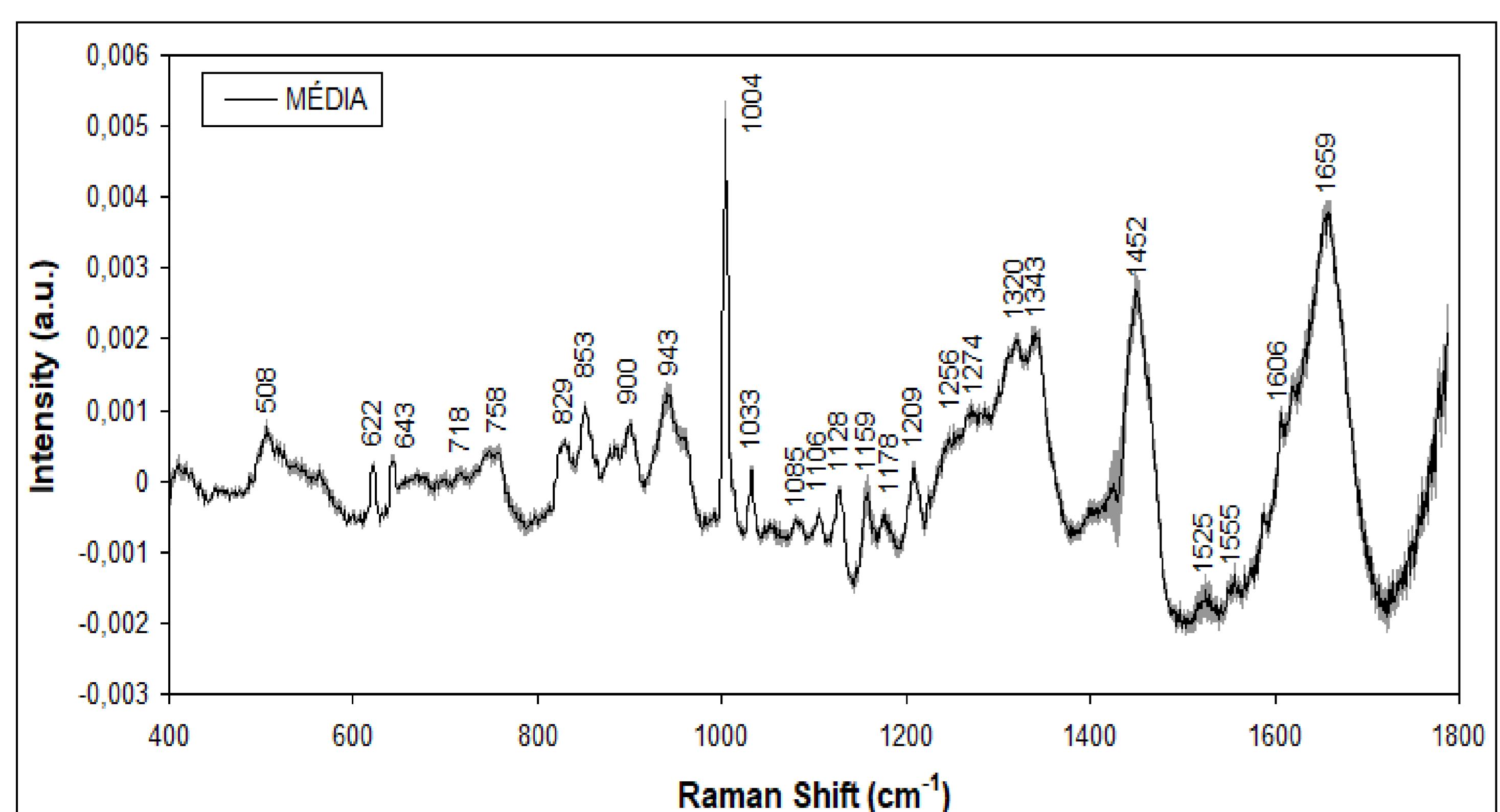


Figura 1 – Espectro Raman médio normalizado do soro sanguíneo de pacientes saudáveis e o desvio padrão (sombra cinza).
Fonte: Autores (2025)

A Tabela 1 reúne os principais picos do espectro e suas atribuições biomoleculares. O perfil obtido corrobora com a literatura e estabelece um padrão espectral para comparação e distinção de amostras oncológicas, que tendem a apresentar redução nas bandas proteicas e de β-caroteno evidenciando alterações metabólicas ocasionadas pela doença.

Posições dos picos (cm^{-1})	Atribuições	Referências
829	Triptofano/Tirosina (anel aromático); Glutamina [γ (CmH)]	SILVA (2018)
853	Prolina [ν (C–C)]	BAI (2020)
1004	Fenilalanina (respiração do anel); Beta-caroteno [ν_{45} (Cβ–alongamento vinílico)]	GONZÁLEZ (2014)
1128	Proteínas (estiramento C–C)	SILVA (2018)
1159	Beta-caroteno [δ (C–C–H)]	BAI (2020)
1450	Deformações CH ₂ /CH ₃ – Albumina	PARACHALIL (2019)
1526	Triptofano (anel aromático); Amida II [ν (C–N)], [β (N–H)]	GONZÁLEZ (2014)
1555	Ligações do anel fenílico – vibrações de estiramento (em fase)	KUHAR (2021)

Tabela 1 - Posições dos principais picos das bandas Raman evidentes do soro sanguíneo saudável, atribuições conforme a literatura publicada
Fonte: Autores, 2025.

Conclusão

A caracterização espectral das amostras de soro analisadas nesse estudo permitiu definir um padrão espectral do soro sanguíneo normal, com predominância de bandas atribuídas a proteínas, aminoácidos aromáticos, lipídios e fosfolipídios, refletindo a composição bioquímica de um soro saudável. Os resultados obtidos estabelecem um banco de dados que servirá como base para comparações futuras com soro humano oncológico, contribuindo para a identificação de possíveis biomarcadores e para o desenvolvimento de métodos diagnósticos não invasivos e de alta sensibilidade por meio da espectroscopia Raman.

Bibliografia

BAI, Y. et al. Raman spectroscopy-based biomarker screening by studying the fingerprint characteristics of chronic lymphocytic leukemia and diffuse large B-cell lymphoma. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, Amsterdã, v. 190, p. 133514, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2020.113514>.

GONZÁLEZ-SOLÍS, J. L. et al. Monitoring of chemotherapy leukemia treatment using Raman spectroscopy and principal component analysis. *Lasers in Medical Science*, Londres, v. 29, n. 3, p. 1241–1249, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10103-013-1515-y>.

SILVA, A. M. et al. Spectral model for diagnosis of acute leukemias in whole blood and plasma through Raman spectroscopy. *Journal of Biomedical Optics*, Bellingham, v. 23, n. 10, p. 1-11, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1117/1.jbo.23.10.107002>.

Agradecimentos

Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ), e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica da Universidade Anhembi Morumbi pela realização deste trabalho.