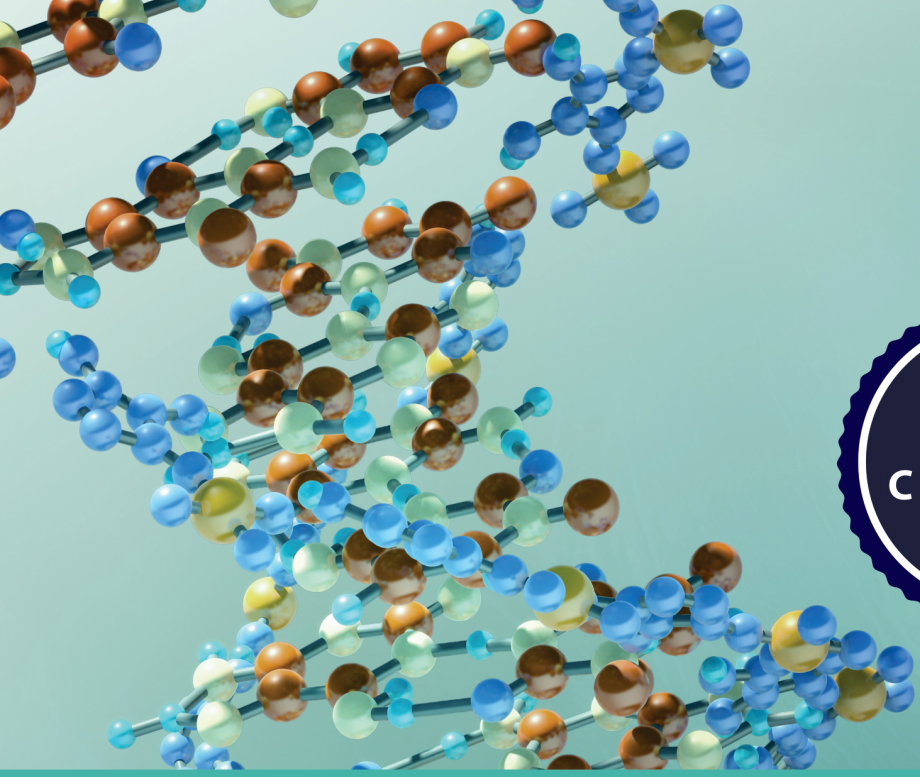
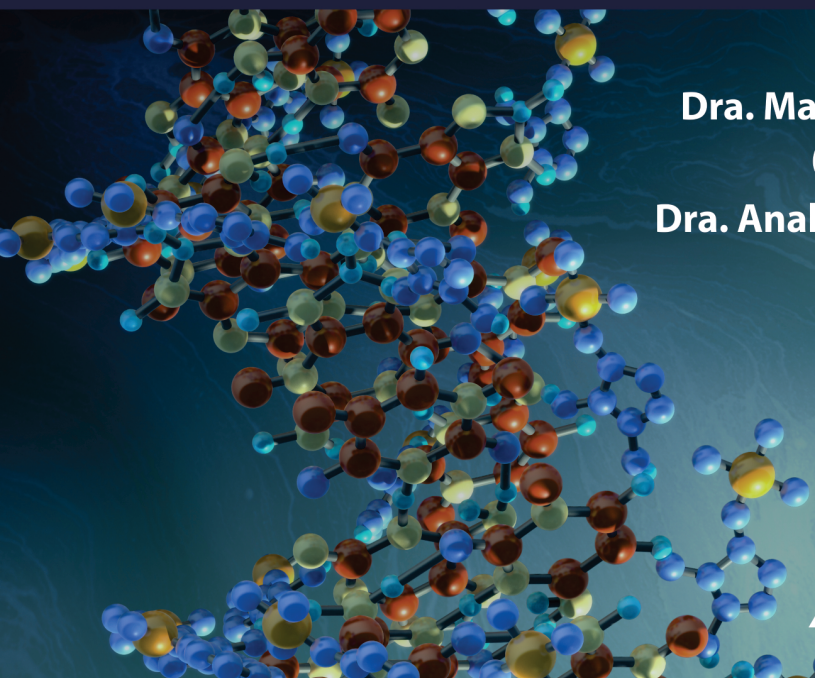


3ª EDIÇÃO
REVISTA E AMPLIADA

CONTÉM
CASOS
CLÍNICOS

BIOQUÍMICA CLÍNICA



Dr. Kanaan
Dra. Maria Alice Terra Garcia
(in memoriam)
Dra. Analúcia Rampazzo Xavier

Atheneu

Bioquímica Clínica

3ª EDIÇÃO



www.atheneu.com.br

(21) 99165-6798 Facebook.com/editoraatheneu Twitter.com/editoraatheneu Youtube.com/atheneueditora

Bioquímica Clínica

3ª EDIÇÃO

SALIM KANAAN

MARIA ALICE TERRA GARCIA
(*in memoriam*)

ANALÚCIA RAMPAZZO XAVIER

Atheneu
Rio de Janeiro • São Paulo
2023

EDITORA ATHENEU

São Paulo — *Rua Maria Paula, 123 – 18º andar*
Tel.: (11)2858-8750
E-mail: atheneu@atheneu.com.br

Rio de Janeiro — *Rua Bambina, 74*
Tel.: (21)3094-1295
E-mail: atheneu@atheneu.com.br

CAPA: Equipe Atheneu
PRODUÇÃO EDITORIAL: Efe Pê Ltda.

CIP-BRASIL. CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO
SINDICATO NACIONAL DOS EDITORES DE LIVROS, RJ

K24b
3. ed.

Kanaan, Salim
Bioquímica clínica / Salim Kanaan, Maria Alice Terra Garcia, Analúcia Rampazzo Xavier. - 3. ed. - Rio de Janeiro : Atheneu, 2022.
24 cm.

Inclui bibliografia e índice
ISBN 978-65-5586-580-6

1. Bioquímica clínica. I. Kanaan, Salim, II. Garcia, Maria Alice Terra. III. Xavier, Analúcia Rampazzo. IV. Título.

22-79798

CDD: 612.015
CDU: 612.015

Meri Gleice Rodrigues de Souza - Bibliotecária - CRB-7/6439

02/09/2022 02/09/2022

KANAAN, S.; TERRA GARCIA, M. A.; XAVIER, A. R.
Bioquímica Clínica – 3ª edição

© Direitos reservados à EDITORA ATHENEU – Rio de Janeiro, São Paulo, 2023

Editores

SALIM KANAAN

Médico Patologista Clínico. Mestre em Biofísica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ. Especialista em Patologia Clínica da Sociedade Brasileira de Patologia Clínica, SBPC. Professor Adjunto da Disciplina de Bioquímica Clínica da Faculdade de Medicina da Universidade Federal Fluminense, UFF. Coordenador da Residência Médica e do Internato em Patologia Clínica da UFF. Oficial Médico do Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro, CBMERJ

MARIA ALICE TERRA GARCIA (*in memoriam*)

Médica Patologista Clínica. Mestre em Bioquímica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ. Professora Assistente da Disciplina Bioquímica Clínica da Universidade Federal Fluminense, UFF. Especialista em Patologia Clínica da Sociedade Brasileira de Patologia Clínica, SBPC

ANALÚCIA RAMPAZZO XAVIER

Farmacêutica-Bioquímica pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Unesp-Araraquara. Especialista em Análises Clínicas pela Sociedade Brasileira de Análises Clínicas, SBAC. Mestre e Doutora em Ciências – Área de Concentração Bioquímica, pela Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo – FMRP/USP. Chefe do Departamento de Patologia da Faculdade de Medicina da Universidade Federal Fluminense (2019-2021). Professora Associada da Disciplina de Bioquímica Clínica da Faculdade de Medicina da Universidade Federal Fluminense, UFF.

Colaboradores

Adagmar Andriolo
Médico pela Escola Paulista de Medicina da Universidade Federal de São Paulo, UNIFESP. Mestrado em Parasitologia, Microbiologia e Imunologia pela Escola Paulista de Medicina da Universidade Federal de São Paulo, UNIFESP. Doutorado em Patologia pela Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, USP e Livre-docência pela Escola Paulista de Medicina da Universidade Federal de São Paulo, UNIFESP. Professor Titular da Disciplina de Clínica Médica e Medicina Laboratorial da Escola Paulista de Medicina da Universidade Federal de São Paulo, UNIFESP. Membro da Academia de Medicina de São Paulo.

Alexandre Miguel Benjó
Médico Doutor em Cardiologia pelo Instituto do Coração, Incor, da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, FMUSP. Pós-doutorado pelo John Hopkins University, Baltimore, Maryland, EUA.

Andréa Alice da Silva
Farmacêutica-Bioquímica pela Universidade Federal Fluminense, UFF. Mestre em Patologia Experimental pela UFF. Doutora em Ciências – Área de Concentração de Imunologia Celular pela Fundação Oswaldo Cruz, Fiocruz. Professora Associada da Disciplina de Imunologia Clínica da UFF. Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Patologia da Universidade Federal Fluminense, UFF.

Andréa Claudia Freitas Ferreira
Farmacêutica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ. Mestre e Doutora em Ciências Biológicas (Fisiologia) pelo Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho, UFRJ. Professora Associada da Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ. Pesquisadora do Laboratório de Fisiologia Endócrina Doris Rosenthal, Instituto Carlos Chagas Filho e NUMPEX, Campus Duque de Caxias, Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ.

Annelise Côrrea Wengerkievicz Lopes
Médica pela Universidade da Região de Joinville. Residência Médica em Clínica Médica no Hospital Regional Dietter Schimidt, Joinville – SC. Residência Médica em Patologia Clínica/ Medicina Laboratorial pelo Hospital das Clínicas da Universidade de São Paulo, HU-USP. MBA Executivo em Saúde com ênfase em Gestão de Clínicas e Hospitais pela Fundação Getúlio Vargas.

Bárbara Ferreira dos Santos
Acadêmica – Graduação em Medicina na Faculdade de Medicina da Universidade Federal Fluminense, UFF.

Bernardo Silva de Oliveira Farias
Médico – Residência Médica em Clínica Médica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ. Cursando Residência Médica em Endocrinologia na Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ.

Bruno Horstmann
Médico pela Universidade Federal Fluminense, UFF. Mestre e Especialista em Telemedicina e Telessaúde pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro, UERJ. Título de Especialista em Patologia Clínica pela Sociedade Brasileira de Patologia Clínica e Medicina Laboratorial, SBPC/ML. Médico do Trabalho pela Universidade Federal Fluminense, UFF, e pela Associação Nacional de Medicina do Trabalho (ANAMT).

Cassiano Felippe Gonçalves de Albuquerque
Graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Federal Fluminense (UFF), Mestrado e Doutorado em Biociências Nucleares pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Professor Adjunto de Bioquímica do Departamento de Bioquímica da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO).

Catia Lacerda Sodré
Professora Adjunta do Departamento de Biologia Celular e Molecular - Instituto de Biologia - Universidade Federal Fluminense (UFF); Pós Doutora em Bioquímica pela Fundação Oswaldo Cruz -RJ (FIOCRUZ); Doutora em Química Biológica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ); Mestre em Química Biológica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ); Biomédica pela Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO).

Clayton Barbiéri de Carvalho
Médico – Residência Médica em Clínica Médica pela Universidade Federal Fluminense, UFF.

Débora Vieira Soares
Médica pela Faculdade de Medicina de Valença. Residência Médica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ. Mestre e Doutora em Endocrinologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ. Professora Adjunto do Departamento de Medicina Clínica – Endocrinologia da Universidade Federal Fluminense, UFF. Coordenadora do Ambulatório de Doenças Osteometabólicas do Hospital Universitário Antônio Pedro, UFRJ.

Diogo Gomes Garcia
Licenciatura em Ciências Biológicas pela Faculdades Integradas Maria Thereza (FAMATH), Mestrado em Neuroimunologia pela Universidade Federal Fluminense (UFF) e Doutorado em Biologia Celular e Molecular pela Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), Pós-Doutorado no Laboratório de Neurociências do Programa de Pós-Graduação em Neurologia da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO).

Elaini Aparecida de Oliveira
Médica pela Universidade Federal Fluminense, UFF. Biomédica pela Universidade Federal Fluminense,UFF. Especialista em Análises Clínicas pela Universidade Federal Fluminense, UFF. Mestre em Patologia pela Universidade Federal Fluminense, UFF.

Emanuella da Silva Cardoso
Acadêmico – Graduação em Medicina na Faculdade de Medicina da Universidade Federal Fluminense, UFF.

Enrico Mendes Saggioro
Farmacêutico-Bioquímico pela Universidade Federal de Juiz de Fora, UFJF. Doutorado em Saúde Pública e Meio Ambiente pela Escola Nacional de Saúde Pública/Fiocruz-RJ. Pós-Doutorado no Programa de Engenharia Química da UFRJ/COPPE. Pesquisador Associado do Laboratório de Avaliação e Promoção da Saúde Ambiental da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz/LAPSA/IOC) e Professor Adjunto de Toxicologia da Universidade Federal Fluminense (UFF). Coordenador Geral do Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública e Meio Ambiente da Fiocruz.

Fábio Aguiar Alves
Farmacêutico-Bioquímico. Mestre e Doutor em Biologia Celular e Molecular pela Fundação Oswaldo Cruz, Fiocruz. Professor Associado da Disciplina de Bioquímica e Biologia Celular do Campus Nova Friburgo da Universidade Federal Fluminense, UFF.

Fahad Javed
Member of the Royal College of Physicians. St. Luke's – Roosevelt Hospital Center, EUA.

Flávio Barbosa Luz
Médico pela Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, UNIRIO. Especialista em Dermatologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ. Mestre em Dermatologia pela Universidade Federal Fluminense, UFF. Doutor em Dermatologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Professor Adjunto no Departamento de Medicina Clínica – Dermatologia da Universidade Federal Fluminense, UFF.

Flávio Magalhães Biló
Médico pela Faculdade de Medicina de Itajubá; Físico Médico pela Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto; Residência em Clínica Médica pelo IAMSPE-SP, Residência em Cardiologia pelo Instituto de Cardiologia Dante Pazzanese; Fellowship em Doença Coronariana Crônica.

Gabriela Ribeiro Silva
Acadêmico – Graduação em Biomedicina na Faculdade de Medicina da Universidade Federal Fluminense, UFF.

Gisele Caldas Alexandre
Cirurgiã-dentista, especialista em Odontopediatria pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro, UERJ. Mestre e Doutora em Saúde Coletiva/Epidemiologia pelo Instituto de Medicina Social da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, UERJ. Professora Associada do Departamento de Epidemiologia e Bioestatística da Universidade Federal Fluminense, UFF.

Giselle Fernandes Taboada
Médica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ; Residência em Endocrinologia pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro, UERJ; Mestre e Doutora em Medicina – Área de Concentração Endocrinologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ. Professora Associada do Departamento de Medicina Clínica da Faculdade de Medicina da Universidade Federal Fluminense, UFF.

Helia Kawa
Médica pela Universidade Federal Fluminense, UFF. Mestre em Saúde Coletiva pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro, UERJ. Doutora em Ciências da Saúde pela Fiocruz. Professora Associada do Departamento de Epidemiologia e Bioestatística da Universidade Federal Fluminense, UFF.

Hugo Caire de Castro Faria Neto
Médico pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro, UERJ. Doutorado em Biologia Molecular e Celular pelo Instituto Oswaldo Cruz, FIOCRUZ-RJ. Pós-Doutorado em Biologia Molecular, Celular e Genética Humana na Utah University, EUA. Pesquisador titular do Laboratório de Imunofarmacologia do Instituto Oswaldo Cruz, FIOCRUZ-RJ.

Isabelle Campos Costa-Amaral
Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ) – Centro de Estudos da Saúde do Trabalhador e Ecologia Humana (CESTEH)/Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca (ENSP) – Laboratório de Toxicologia, Manguinhos – Rio de Janeiro-RJ.

João Paulo Chevrand
Médico pela Universidade Federal Fluminense, UFF.

João Paulo Lima Daher
Médico pela Universidade Federal Fluminense, UFF. Residência em Patologia Clínica e Medicina Laboratorial pela Universidade Federal Fluminense, UFF. Mestre e Doutor em Patologia pela Universidade Federal Fluminense, UFF. Estágio de Pós-Doutorado na University of Tennesse System, UT System, EUA. Na University of New South Wales, UNSW, Austrália e na University of Alabama at Birmingham, UAB, EUA. Professor Adjunto do Departamento de Patologia da Faculdade de Medicina da Universidade Federal Fluminense, UFF.

Jorge Mugayar Filho
Médico Gastroenterologista pela Universidade Federal Fluminense, UFF. Mestre em Patologia Buco-dental pela UFF. Professor Assistente da Disciplina de Gastroenterologia da UFF.

José Carlos Carraro Eduardo
Médico Graduado pela Universidade Federal Fluminense, UFF. Mestre em Medicina – Área de Concentração Nefrologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ. Doutor em Patologia pela UFF. Professor Titular da Disciplina de Nefrologia da UFF.

José Eduardo Levi
Biológo pela Universidade de São Paulo, USP. Mestre em Biologia Molecular pela Universidade de São Paulo, IQ-USP. Doutor em Microbiologia pela Universidade de São Paulo, ICB-USP. Pesquisador do Instituto de Medicina Tropical da Universidade de São Paulo, IMT-USP. Coordenador de Pesquisa e Desenvolvimento da Diagnóstico América, DASA.

José Fernando de Souza
Médico pela Faculdade de Medicina de Petrópolis – RJ. Residência Médica em Patologia Clínica pela Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, USP. Médico Patologista Clínico do Grupo Médico da Diagnóstico América, DASA, Núcleo Técnico São Paulo – Setor de Imunologia e Autoimunidade.

Júnea Paolucci de Paiva Silvino
Médica pela Faculdade de Medicina de Barbacena -MG. Residência em Clínica Médica no Hospital Ibiapaba de Barbacena – MG. Especialista em Endocrinologia e Metabologia pela Sociedade Brasileira de Endocrinologia e Metabologia, SBEM. Mestre em Análises Clínicas e Toxicológicas pelo Programa de Pós-Graduação em Análises Clínicas da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG. Doutoranda em Análises Clínicas e Toxicológicas no Programa de Pós-Graduação em Análises Clínicas da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG.

Karina Braga Gomes
Farmacêutica com Habilitação em Bioquímica/Análises Clínicas pela Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG. Doutorado em Ciências Farmacêuticas com ênfase em Genética Humana e Médica pela Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG. Professora do Programa de Pós-Graduação em Análises Clínicas da Faculdade de Farmácia e do Programa de Pós-Graduação em Saúde do Adulto da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG. Professora Associada do Departamento de Análises Clínicas e Toxicológicas da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG.

Leda Ferraz
Nutricionista pelo Centro Universitário de Rio Preto, UNIRP. Especialista em Terapia Nutricional Clínico-Hospitalar pelo Centro Universitário de Rio Preto (UNIRP). Doutora em Ciências Médicas pela Universidade Federal Fluminense, UFF. Mestre em Patologia pela Universidade Federal Fluminense, UFF. Professora de Patologia da Universidade Brasil, Fernandópolis-SP.

Letícia Coelho Bortoni
Acadêmico – Graduação em Medicina na Faculdade de Medicina da Universidade Estácio de Sá – RJ.

Lidia Maria da Fonte de Amorim
Bióloga, Modalidade Médica, pela Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Unirio. Mestre e Doutora em Biologia (Biociências Nucleares) pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro, UERJ. Professora Associada da Disciplina de Bioquímica da Universidade Federal Fluminense, UFF.

Luciene de Carvalho Cardoso Weide
Biomédica pela Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, UNIRIO. Mestre e Doutora em Ciências Biológicas – Área de Concentração Fisiologia, pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ. Professora Associada da Disciplina de Bioquímica Clínica da Universidade Federal Fluminense, UFF

Luiza Alonso Pereira
Médica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ. Residência Médica em Dermatologia pela Universidade Federal Fluminense, UFF. Mestre em Ciências Médicas - Dermatologia pela Universidade Federal Fluminense, UFF.

Maria Luiza Garcia Rosa
Médica pela Universidade Federal Fluminense, UFF. Mestre em Saúde Pública pela ENSP/Fiocruz. Doutora em Saúde Coletiva pela Université de Montreal. Estágio de Pós-Doutorado em Epidemiologia pela ENSP/Fiocruz. Professora Associada do Departamento de Epidemiologia e Bioestatística da Universidade Federal Fluminense, UFF.

Marcela Rodriguez de Freitas
Médica Neurologista Infantil pelo Hospital dos Servidores do Estado do Rio de Janeiro. Doutora em Neurologia Infantil pela Universidade de São Paulo, USP. Professora Adjunta do Departamento de Medicina Clínica da Faculdade de Medicina da UFF.

Marcelo Gomes Granja
Médico Veterinário pela Universidade do Contestado. Especialista em Microbiologia e Imunologia pela Universidade Cândido Mendes – RJ. Mestre e Doutor em Neurociências pela Universidade Federal Fluminense, UFF. Pós-Doutorado em Imunofarmacologia pelo Instituto Oswaldo Cruz, FIOCRUZ-RJ. Pós-Doutorado em Biologia Molecular e Celular pela Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, UNIRIO.

Marcos R. G. de Freitas
Médico Neurologista pela Universidade Federal Fluminense, UFF. Professor Titular da Disciplina de Neurologia da UFF.

Maíra Cristina Menezes Freire
Ciências Biológicas pela Universidade do Vale do Rio Doce, UNIVALE. Mestrado e Doutorado em Genética pela Universidade Federal de Viçosa, UFV. Pós-Doutorado em Genética Humana e Médica pela Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG. Faz parte do Grupo Pardini.

Marianna Kunrath Lima
Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG. Mestrado em Bioquímica pela UFMG. Doutorado em Biologia Molecular pela UFMG. Faz parte do Centro de Genética Geneticenter.

Marzia Puccioni Sohler
Médica pela Universidade Federal Fluminense, UFF. Residência Médica em Clínica Médica e Neurologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ. Mestrado em Neurologia pela Universidade Federal Fluminense, UFF. Doutorado em Neurologia pela "Gerog August Universitaed", em Goettinger, Alemanha. Pós-Doutorado em Neurovirologia pelo "National Institutes of Health", Bethesda, USA. Professora Associada da Escola de Medicina da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, UNIRIO. Professora do Programa de Pós-Graduação em Doenças Infecciosas e Parasitárias da UFRJ.

Mauro Jorge Cabral-Castro
Biólogo, modalidade Microbiologia e Imunologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ. Mestre e Doutor em Ciências (Microbiologia) pela UFRJ. Pós-doutorando na área de Diagnóstico Imunológico e Molecular de Doenças Infecciosas e Parasitárias na UFRJ.

Michele Araújo Pereira
Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG. Mestrado em Genética pela UFMG. Doutorado em Bioinformática pela UFMG. Faz parte do Grupo Pardini.

Natalia Fonseca do Rosário
Biomédica pela Universidade Federal Fluminense, UFF. Mestre e Doutora em Patologia pela Universidade Federal Fluminense, UFF. Pós-doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Ciências Médicas da Universidade Federal Fluminense, UFF.

Patrícia Burth
Graduação em Ciências Biológicas, Modalidade Médica pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Mestrado e Doutorado em Bioquímica pelo Instituto de Química da UFRJ. Professora Titular de Bioquímica do Departamento de Biologia Celular e Molecular da UFF.

Patrícia de Fátima Lopes
Bióloga pela Universidade de São Paulo, USP, Especialista em Nutrição Clínica, Doutora em Ciências – Área de Concentração Bioquímica, pelo Instituto de Química da Universidade de São Paulo – IQ/USP. Professora Associada da Disciplina de Bioquímica Clínica da Universidade Federal Fluminense, UFF. Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Faculdade de Medicina da Universidade Federal Fluminense, CEP-UFF.

Raquel B. Kanaan
Médica pela Faculdade de Medicina Souza Marques, FMSM. Residência em Dermatologia pela Faculdade de Medicina Souza Marques, FMSM. Médica do Trabalho pela Universidade de Nova Iguaçu, UNIG. MBA executivo em Saúde pela Faculdade Getúlio Vargas, FGV. Certificação em atendimento de trauma pelo Curso ATLS (Advanced Trauma Life Support).

Ronaldo Alterburg Odebrecht Curi Gismondi
Médico pela Universidade Federal Fluminense, UFF. Especialista em Terapia Intensiva pela Rede D'Or de Hospitais, RJ, Residência Médica em Clínica Médica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Mestre e Doutor em Ciências Médicas pela Universidade Estadual do Rio de Janeiro, UERJ. Professor Adjunto da Disciplina de Clínica Médica da UFF.

Rosa Leonora Salermo Soares
Professora Titular da Faculdade de Medicina da UFF. Médico pela Universidade Federal Fluminense, UFF. Mestre em Gastroenterologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Doutora em Doenças Infecciosas e Parasitárias pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Pós-doutora pela Universidade do Porto, Portugal.

Rubens Antunes da Cruz Filho
Médico Endocrinologista pela Universidade Federal Fluminense, UFF. Especialista em Endocrinologia e Metabologia pela Sociedade Brasileira de Endocrinologia e Metabologia, SBEM. Mestre e Doutor em Medicina – Área de Concentração Endocrinologia, pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ. Professor Titular da Disciplina de Endocrinologia e Metabologia da UFF.

Thiago Pavoni Gomes Chagas
Professor Adjunto da Disciplina de Controle de Qualidade da Universidade Federal Fluminense, UFF, Biólogo pela Universidade Estadual do Rio de Janeiro, UERJ, Mestre e Doutor em Ciências – Área de Diagnóstico, Epidemiologia e Controle de Doenças Infecciosas e Parasitárias, pelo Instituto Oswaldo Cruz/FIOCRUZ.

Vilma Blondet de Azeredo
Professora Associada da Faculdade de Nutrição Emília de Jesus Ferreiro, FNEJF, da Universidade Federal Fluminense, UFF. Doutora em Ciência dos Alimentos e Mestre em Nutrição Humana pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ. Especialista em Nutrição Clínica pela UFF. Coordenadora do Laboratório de Nutrição Experimental da FNEJF.

Walter Tann
Doutor em "Ciência dos Alimentos" pelo Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ. Médico Especialista em Pediatria pela Sociedade Brasileira de Pediatria, SBP. Ex-coordenador e Professor de Pós-graduação da Universidade Veiga de Almeida.

Werlley de Almeida Januzzi
Médico pela Universidade Federal Fluminense, UFF, Residência em Clínica Médica pelo IAMSPE-SP, Residência em Cardiologia pelo Instituto de Cardiologia Dante Pazzanese, Especialista em Cardiologia pela SBC, Fellowship em Cardiointensivismo pelo Instituto de Cardiologia Dante Pazzanese, Fellowship em Point of Care Ultrasound pela POCUS Academy Certification; Médico assistente, preceptor dos residentes em Clínica Médica e coordenador de ensino do estágio em Emergências Clínicas do IAMSPE-SP, Preceptor do internato em emergências médicas da Universidade da Cidade de São Paulo, Médico assistente e subcoordenador do pronto-socorro e da unidade de pós-operatório imediato do Hospital de Transplante Euriclides Zerbini, Coordenador e Instrutor do Centro de Simulação Realística do – CESIR – do IAMSPE-SP.

Apresentação à 3ª Edição

Foi com muita alegria que recebi o honroso convite para escrever a Apresentação deste livro, Bioquímica Clínica da Universidade Federal Fluminense *(UFF), já na sua terceira edição. Novamente, os colegas Kanaan, Terra Garcia e Xavier, compondo um grupo com mais 50 profissionais possuidores da mais elevada competência didática e de grande experiência prática, dedicaram-se a produzir uma nova edição de uma obra já consagrada no nosso meio.*

Aqui não cabe a tradicional frase "nova edição revista e ampliada", mas sim, a afirmação de "um novo livro" dadas as tantas modificações e ampliações realizadas.

Dentre as novidades, destacamos a discussão sobre a utilidade da troponina no estudo das lesões miocárdicas, a inclusão de um capítulo específico sobre o metabolismo do ferro, a ampliação dos capítulos sobre vitaminas, alterações laboratoriais nas doenças endócrinas e na avaliação do líquido cefalorraquidiano.

Foram incluídos capítulos sobre o diagnóstico molecular, potente recurso há pouco incorporado à rotina laboratorial; sobre o uso de marcadores tumorais circulantes, além de relevantes aspectos do estudo da sepse e da biópsia líquida.

Evidentemente, a pandemia causada pelo SARS-CoV-2 não poderia ser ignorada e sua implicação nas rotinas dos laboratórios foi didaticamente apresentada e discutida.

Parabenizando os editores pela coragem da iniciativa e os colaboradores pela inestimável produção, recomendamos fortemente não só a leitura, mas o estudo desta obra.

Boa e proveitosa leitura!

Adagmar Andriolo
Professor Titular de Clínica Médica e Medicina Laboratorial,
Escola Paulista de Medicina – Universidade
Federal de São Paulo, EPM-Unifesp

Apresentação à 2ª Edição

É com redobrada satisfação que volto a escrever a apresentação, agora da segunda edição, do livro Bioquímica Clínica, da Universidade Federal Fluminense (UFF)*, de autoria de Kanaan, Terra Garcia, Peralta, Xavier, Ribeiro, Benjo e numerosos colaboradores. É uma obra de fôlego que só mesmo uma equipe diversificada poderia executar. É uma obra de qualidade inestimável, que só profissionais de elevada capacitação, teórica e prática, poderiam realizar. Seguindo os princípios claramente estabelecidos quando da primeira edição, além de confirmados os colaboradores de então, foram escolhidos novos autores, igualmente capazes de produzir um texto atual e completo.*

A Medicina Laboratorial, área de assistência à saúde tão dinâmica e ainda em fase de expansão, continua carente de bons manuais que possam orientar com segurança e praticidade todos aqueles que procuram exercê-la com qualidade e eficiência. Este livro vem diminuir nossas carências e aumentar nossa potência em acompanhar os avanços tecnológicos que, a cada dia, nos são apresentados. Serão leitores obrigatórios deste livro não só pessoas em fase de formação profissional, mas todos os "estudantes permanentes", quais sejam, os profissionais seriamente envolvidos nas atividades diagnósticas.

Com relação à primeira edição, temos uma obra revista e grandemente ampliada, com a inclusão de tópicos da maior importância e atualidade, tratados sempre com correção e profundidade, numa linguagem direta e clara. Aos autores, coube não só a tarefa de adicionar novidades, mas apresentá-las de forma crítica e racional.

Assim é que temos a inclusão dos assuntos referentes à Biologia Molecular, à Bioquímica do Sistema Nervoso, aos Hormônios Tireoidianos e às Vitaminas. Três outros tópicos relevantes são a Avaliação Laboratorial dos Radicais Livres, Inflamação e Síndrome Metabólica. Complementando um capítulo presente na primeira edição sobre procedimentos básicos de coleta de material para exames laboratoriais, encontramos, nesta edição, um tópico sobre a importância de exames laboratoriais confiáveis, que traz ricos elementos para nossa reflexão.

Parabenizo os autores e todos os colaboradores que viabilizaram a concretização desta obra, assim como me congratulo com a Editora Atheneu, que materializou este ideal.

Aos leitores, desejo boa leitura!

Adagmar Andriolo
Professor Adjunto, Livre-docente, de Patologia Clínica
Escola Paulista de Medicina – Universidade
Federal de São Paulo, EPM-Unifesp

Apresentação à 1ª Edição

É com grande prazer que aceito o convite para fazer a apresentação do livro Bioquímica Clínica da Universidade Federal Fluminense (UFF)*, de Kanaan, Garcia, Peralta, Ribeiro, Benjo e Affonso e mais dezoito ilustres colaboradores. Estamos frente a um trabalho de múltiplos autores, característica indispensável para que seja produzido um tratado com a autoridade, a atualidade e a profundidade encontradas nesta obra e exigidas pela comunidade de médicos, de estudantes e por todos os profissionais que, de alguma forma, estão envolvidos com a área de Medicina Diagnóstica Laboratorial.*

Os conhecimentos aqui apresentados se constituem nos fundamentos de bioquímica clínica necessários, não apenas para o bom exercício da prática laboratorial, mas também para embasar o entendimento dos recursos e, principalmente, das limitações dos procedimentos diagnósticos atualmente disponíveis.

Os textos são claros, objetivos e, na sua maioria, enriquecidos com gráficos e esquemas que, em muito, facilitam o entendimento dos conceitos apresentados. Os autores demonstram grande familiaridade com os assuntos tratados e com a prática de ensinar, tornando interessantes mesmo os aspectos complexos e nem sempre intuitivos que obrigatoriamente são abordados em cada uma das doze áreas que compõem esta obra.

A inclusão de um capítulo inteiro com esclarecimentos sobre os procedimentos de coleta de material biológico para exames laboratoriais reafirma a importante noção de que a qualidade do resultado de um exame laboratorial começa a ser construída no momento da coleta. Muitos dos capítulos ultrapassam a descrição dos conceitos puramente bioquímicos, mostrando, de forma didática e detalhada, a função de órgãos e sistemas, sempre com a finalidade de tornar mais fácil e completo o entendimento do assunto.

Os autores, os colaboradores e a Editora Atheneu estão de parabéns por possibilitarem a concretização de mais este ideal, que se tornará referência para todos aqueles que querem ter uma sólida base de Bioquímica Clínica.

Adagmar Andriolo
Professor Adjunto de Patologia Clínica,
Escola Paulista de Medicina – Universidade
Federal de São Paulo, EPM-Unifesp

Prefácio à 3ª Edição

Sinto-me honrado para apresentar e escrever o prefácio do livro Bioquímica Clínica da Universidade Federal Fluminense (UFF)*, agora em sua terceira edição, coordenada pelo Prof. Salim Kanaan, professor de longa experiência e profissional de referência na área da Patologia Clínica/Medicina Laboratorial.*

A medicina laboratorial é uma das áreas do conhecimento caracterizada pela inovação, pela contínua renovação dos conhecimentos e introdução de novas metodologias agregando elevado valor no processo diagnóstico. Assim, esta obra nada mais é do que um reflexo deste notável progresso e desenvolvimento da Patologia Clínica.

Pelo grau de abrangência, esta obra será de grande valia para os médicos patologistas clínicos, aos colegas médicos de todas as especialidades que se utilizam dos exames laboratoriais na sua rotina diária, bem como aos farmacêuticos bioquímicos, biomédicos, biólogos, estudantes de graduação, residentes e pós-graduandos.

O esmero na produção dos diferentes capítulos por parte de todos os autores, a riqueza dos conhecimentos apresentados de forma clara e objetiva conferem ao livro uma profundidade científica e elevada eficiência didática.

Os temas abordados são de grande relevância na prática clínica e laboratorial, sendo que as informações revisadas e atualizadas permitirão ao leitor uma visão do estado da arte dos recursos laboratoriais na área da bioquímica clínica.

Um conceito inovador incorporado nesta edição diz respeito à discussão de casos clínicos. Trata-se de uma ferramenta didática que permitirá ao leitor consolidar os conceitos teóricos adquiridos em cada capítulo.

Um dos objetivos a ser alcançado por esta obra junto aos leitores é estimular o uso racional dos recursos diagnósticos com vistas a garantia da sustentabilidade dos serviços de saúde e a segurança dos pacientes.

Assim, o livro representa mais uma importante contribuição para a Patologia Clínica e esta nova edição confirma que esta obra já está consagrada no meio laboratorial.

Congratulo-me com o Prof. Salim Kanaan e colaboradores pelo sucesso das edições pregressas e por esta terceira edição que novamente enriquecerá a bibliografia médica e que certamente se tornará referência na área da Patologia Clínica.

Nairo M. Sumita
Professor Colaborador da Disciplina de Patologia Clínica
da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FMUSP).
Diretor do Serviço de Bioquímica Clínica da Divisão de Laboratório
Central do Hospital das Clínicas da FMUSP.
Consultor Médico em Bioquímica Clínica – Fleury Medicina e Saúde

Prefácio à 2ª Edição

Vivemos um momento delicado para a classe médica em que o governo, através dos meios de comunicação, tenta, injustamente, convencer a população de que a culpa pela iniquidade na atenção à saúde em nosso país é dos médicos. A prerrogativa de autorizar a prática da Medicina, antes conferida aos nossos conselhos de classe, foi agora transferida para o Ministério da Saúde para permitir a prática de médicos estrangeiros sem revalidação de seu diploma.

Nesse cenário, uma obra da natureza desta publicação representa uma chama de esperança. Todos sabemos que a iniciativa de escrever textos didáticos sob a forma de um livro é um reflexo direto de interesses inquestionavelmente nobres que envolvem, fundamentalmente, uma forte vocação tanto para divulgar o conhecimento quanto para estimular o aprendizado, sem qualquer viés comercial. O livro, desprovido de recursos tecnológicos modernos, mas impregnado de informações técnicas preciosas, fundamentadas em robustas revisões da literatura e na experiência, tem representado ao longo dos séculos, a ferramenta maior para fomentar uma prática médica competente, humanizada e ética.

O privilégio de escrever o prefácio da primeira edição deste livro foi agora reiterado. O desafio que os avanços do conhecimento proporcionam é enorme e, por que não dizer, amedrontador. A tarefa de resumir o essencial em um número limitado de páginas é muito laboriosa e requer refinado julgamento da qualidade das informações e sensibilidade especial para priorização do conteúdo. Tudo começa pela indispensável sedução aos colegas com reconhecido saber para engajamento no empreendimento. Sem um editor com capacidade de identificar, aglutinar e motivar inteligências, todo o processo de elaboração está fadado a ser interrompido sem conclusão.

Nesta edição, novos capítulos vêm-se juntar aos anteriores para compor um categorizado resumo da plêiade de informações novas a que estamos constantemente sendo submetidos. Na cadeia da educação médica, um livro revisado e atualizado representa um indispensável elo entre o conhecimento gerado e a sua aplicação.

Depois de conhecer a obra, posso concluir que não só os vinhos tornam-se melhores com o tempo.

Jocemir Ronaldo Lugon
Professor Titular de Nefrologia da Universidade Federal Fluminense, UFF
Vice-Diretor da Faculdade de Medicina, UFF
Diretor Acadêmico do Hospital Universitário Antônio Pedro, UFF

Prefácio à 1ª Edição

Um exercício profissional consoante com as boas práticas médicas requer conhecimentos básicos e clínicos. Nesse particular, a disciplina Bioquímica Clínica, estrategicamente posicionada no currículo da nossa escola médica, tem um papel preponderante no estímulo a essa saudável interação.

É verdade que a tradicional concepção de que a clínica é preponderante na elaboração de um diagnóstico, na medida em que é crucial para orientar a solicitação dos exames complementares, ainda resiste ao tempo. Entretanto, os progressos alcançados nos instrumentos de apoio diagnóstico, sejam eles concernentes a exames de imagens, hematológicos ou bioquímicos, têm em muito contribuído para elucidar e/ou confirmar diagnósticos que, no passado, permaneceriam indeterminados ou inconclusivos.

Deve ser ressaltado que a tarefa de resumir o avanço do conhecimento de modo a torná-lo de fácil compreensão e aplicação pode ser laboriosa. No presente livro, os autores passeiam pelo intricado mundo da estrutura e composição do corpo humano com um poder de síntese e simplificação só facultado aos vocacionados para a arte de ensinar. O resultado é um trabalho robusto que tem toda a chance de se tornar uma importante ferramenta para os envolvidos com a arte de curar, encontrem-se eles na sua fase de formação ou no eterno mundo do aprendizado, a prática clínica.

Na medida em que representa um importante elo entre a geração e a aplicação de conhecimentos, a presente obra, de agradável leitura, vem preencher uma importante lacuna na literatura nacional.

Dedico este livro aos alunos da Universidade Federal Fluminense.

Jocemir Ronaldo Lugon
Professor Titular de Nefrologia da
Universidade Federal Fluminense (UFF)

Sumário

1. Controle de Qualidade no Laboratório Clínico, 1

1.1. A Importância dos Exames Laboratoriais Confiáveis, 1

Analucia Rampazzo Xavier
Salim Kanaan

1.2. Acurácia dos Testes Diagnósticos, 15

Analucia Rampazzo Xavier
Gisele Caldas Alexandre
Hélia Kawa
Maria Luiza Garcia Rosa
Thiago Pavoni Gomes Chagas

2. Noções sobre Coleta de Sangue e de Urina para a Realização dos Exames Bioquímicos de Rotina, *37*

Analucia Rampazzo Xavier
Salim Kanaan
Thiago Pavoni Gomes Chagas

3. Enzimas, *49*

Cátia Lacerda Sodré
Maria Alice Terra Garcia (in memoriam)
Patrícia Burth
Salim Kanaan

4. Laboratório Clínico no Infarto Agudo do Miocárdio, 73

4.1. *Marcadores Bioquímicos do Infarto Agudo do Miocárdio*, *73*

Alexandre Miguel Benjo
Bruno Horstmann
Fahad Javed
Maria Alice Terra Garcia (in memoriam)
Ronaldo Altenburg Odebrecht Curi Gismondi
Salim Kanaan

4.2. *Troponina Ultrassensível no Pronto-Socorro*, *89*

Flávio Magalhães Biló
Salim Kanaan
Werlley de Almeida Januzzi

5. Metabolismo do Ferro, ***99***

Analucia Rampazzo Xavier
João Paulo Chevrand
Salim Kanaan

6. Proteínas Plasmáticas, *113*

Analucia Rampazzo Xavier
Lidia Maria da Fonte de Amorim
*Maria Alice Terra Garcia (*in memoriam*)*
Salim Kanaan

7. Função Hepática, *139*

Analucia Rampazzo Xavier
Jorge Mugayar Filho
*Maria Alice Terra Garcia (*in memoriam*)*
Rosa Leonora Salermo Soares
Salim Kanaan

8. Lipídios e Lipoproteínas Plasmáticas, *169*

Cassiano Felippe Gonçalves de Albuquerque
Diogo Gomes Garcia
Patricia Burth
Salim Kanaan

9. Diabetes *Mellitus*, 199

Giselle Fernandes Taboada
Maria Alice Terra Garcia (in memoriam)
Rubens Antunes da Cruz Filho
Salim Kanaan

10. Síndrome Metabólica, *227*

Leda Ferraz
Patrícia de Fátima Lopes

11. Inflamação e Seus Principais Marcadores de Atividade, *241*

Andréa Alice da Silva
Natalia Fonseca do Rosário

12. Avaliação Laboratorial dos Radicais Livres, ***269***

Analúcia Rampazzo Xavier
Walter Tann
Salim Kanaan

13. Vitaminas, ***283***

Analúcia Rampazzo Xavier
Salim Kanaan
Vilma Blondet de Azeredo

13.1. *Lipossolúveis*, *283*

13.2. *Hidrossolúveis*, *315*

14. Vitamina D, ***353***

Elaini Aparecida de Oliveira
Flávio Barbosa Luz
Luiza Alonso Pereira

15. Metabolismo do Cálcio e do Fósforo, ***367***

Analucia Rampazzo Xavier
Débora Vieira Soares
*Maria Alice Terra Garcia (*in memoriam*)*
Salim Kanaan

16. Função Renal, ***389***

José Carlos Carraro Eduardo
Salim Kanaan

17. Distúrbios Hidroeletrolíticos, ***41***

Clayton Barbiéri de Carvalho
Raquel B. Kanaan
Salim Kanaan

18. Distúrbios do Equilíbrio Acidobásico, ***437***

Bernardo Silva Oliveira Farias
Salim Kanaan

19. Introdução ao Sistema Endócrino, *457*

19.1. Introdução ao Sistema Endócrino, 457

Bárbara Ferreira dos Santos
Elaini Aparecida de Oliveira
Emanuella da Silva Cardoso
Gabriela Ribeiro Silva
Luciene de Carvalho Cardoso Weide

19.2. Desreguladores Endócrinos, 477

Andrea Claudia Freitas Ferreira
Luciene de Carvalho Cardoso Weide

19.3. Hormônios Tireóideos, 485

Bárbara Ferreira dos Santos
Elaini Aparecida de Oliveira
Emanuella da Silva Cardoso
Gabriela Ribeiro Silva
Luciene de Carvalho Cardoso Weide

19.4. Fisiopatologia e Investigação da Função Adrenal, 499
Júnea Paolucci de Paiva Silvino
Karina Braga Gomes

20. Bioquímica do Sistema Nervoso, ***515***
João Paulo Lima Daher
Marcos R. G. de Freitas
Marcela Rodriguez de Freitas
Salim Kanaan

21. Bioquímica do Líquido Cefalorraquiano, ***553***
Marzia Puccioni-Sohler
Mauro Jorge Cabral-Castro

22. Procedimentos Pré-Analíticos e Analíticos Necessários para Melhor Desempenho na Interpretação dos Resultados do Diagnóstico Molecular, ***563***
Analúcia Rampazzo Xavier
Fábio Aguiar Alves
Lidia Maria da Fonte de Amorim
Patrícia de Fátima Lopes
Salim Kanaan

23. Marcadores Tumorais, ***581***
Adagmar Andriolo

24. Sepse, ***607***
Hugo Caire de Castro Faria Neto
Letícia Coelho Bortoni
Marcelo Gomes Granja

25. Toxicologia de Drogas de Abuso Aplicada às Análises Clínicas, ***623***
Enrico Mendes Saggioro
Isabelle Campos Costa-Amaral

26. Diagnóstico Laboratorial na COVID-19, ***651***
Annelise Corrêa Wengerkievicz Lopes
José Eduardo Levi
José Fernando de Souza

27. Biópsia Líquida, ***667***
Maíra Cristina Menezes Freire
Marianna Kunrath Lima
Michele Araújo Pereira

Índice Remissivo, ***681***