COMPUTAÇÃO • SISTEMAS • TEMPO

ENGENHARIA DA CONTINUIDADE ESTRUTURAL

Fundamentos matemáticos da Computação Estrutural Temporal

$$\Delta CE = CE(t_2) - CE(t_1)$$

$$C(t) = C(0) + \int_0^t c(s)\, ds$$



$$\Delta G_T(t) = G(t+T) - G(t) = \int_t^{t+T} G'(s)\, ds$$

$$C_{\mathrm{H}}^{0}(h) \Rightarrow C_{\mathrm{H}}^{m}(h)$$

RAFAEL FELIPPE VOIGT

RAFAEL FELIPPE VOIGT

Engenharia da Continuidade Estrutural

Fundamentos matemáticos da Computação Estrutural Temporal

Trajetória, memória, identidade e transformação
Uma introdução matemática à continuidade dos sistemas

EDIÇÃO INDEPENDENTE DO AUTOR | 2026

Brasil, 2026

Autoria, edição e natureza da obra

Rafael Felippe Voigt

Pesquisa, concepção e autoria científica

Engenharia da Continuidade Estrutural
Fundamentos matemáticos da Computação Estrutural Temporal

Rafael Felippe Voigt é pesquisador independente, fundador da VoigtCore e criador da tecnologia VCore. É autor das propostas de Computação Estrutural Temporal e Engenharia da Continuidade Estrutural. Sua pesquisa investiga memória, identidade, integridade e evolução dos sistemas computacionais. A VoigtCore identifica o ecossistema tecnológico associado à sua pesquisa. Rafael Felippe Voigt responde pela autoria e pela edição independente desta obra.

© 2026 Rafael Felippe Voigt. EDIÇÃO DEMONSTRATIVA — 2026. Seleção preparada para apresentação e avaliação editorial; não é a edição comercial definitiva.

A obra reúne fundamentos estabelecidos da matemática e da computação, formulações autorais propostas, modelos didáticos e questões abertas de validação. A formulação de um modelo, sua demonstração interna e sua confirmação experimental são etapas distintas. Um registro de propriedade intelectual ou um DOI não substitui nenhuma delas.

A preparação editorial, a redação de apoio, a diagramação, os diagramas e a conferência de consistência receberam assistência de inteligência artificial. A capa foi preparada com assistência de geração de imagens por inteligência artificial. Os exemplos numéricos são sintéticos; não descrevem medições dos produtos VCore. A obra não apresenta validação empírica universal do framework nem avaliação independente dos produtos comerciais.

Esta obra apresenta uma proposta de engenharia e um programa de formalização fundamentados na Computação Estrutural Temporal. Definições, proposições e hipóteses possuem níveis distintos de maturidade, explicitados ao longo do texto. A validade empírica das aplicações exige procedimentos experimentais específicos. Esta amostra não inclui suplemento executável.

Convenção científica

Definição: fixa o significado no domínio escolhido. **Hipótese:** declara uma condição a examinar. **Proposição:** é acompanhada de demonstração sob condições explícitas. **Exemplo:** desenvolve uma conta ou uma interpretação. **Modelo didático:** fornece relações públicas para ensino e não identifica um estimador de produto.

AMOSTRA DEMONSTRATIVA GRATUITA | 2026

ISBN da obra integral em português: 978-65-970107-0-7.

Referência à obra integral; esta amostra não é a edição completa.

Agradecimentos

Em primeiro lugar, agradeço a Deus. Toda honra, toda glória e toda gratidão pertencem a Ele. Na fé encontrei direção e força para continuar nos períodos de dúvida e persistência. Este livro nasce também da gratidão pelas experiências e pelas oportunidades de aprender ao longo da vida.

À memória do meu pai, Sigold Voigt, que partiu aos 49 anos. Escrever estas palavras me emociona e traz muita saudade. Pai, você estará sempre em meu coração.

À minha mãe, Ivete M. Schneider Voigt, agradeço pelo apoio emocional, espiritual e financeiro e pela confiança durante a construção destas ideias. Sua presença acompanhou as reflexões, as incertezas e o trabalho necessário para transformar perguntas em pesquisa.

À minha filha, Isabella Voigt, uma das maiores inspirações da minha vida, deixo meu carinho e o desejo de que o conhecimento, a disciplina e a perseverança contribuam para o seu futuro.

À minha irmã, Fernanda Voigt, agradeço pelo apoio e pelo incentivo. Ao meu sobrinho Bernardo, deixo o desejo de que a curiosidade e a coragem de investigar acompanhem sua caminhada.

Ao meu amigo Marcos Aurélio, agradeço pela confiança e pelo incentivo, inclusive quando os resultados ainda existiam apenas como ideias.

À minha tia Rute Salete Schneider, a querida Tia Rute, agradeço com muito carinho pelo meu primeiro computador. Esse presente faz parte do início da minha história com a computação, e sou profundamente grato por sua participação nessa trajetória.

À minha tia Janice, minha tia de luz, agradeço por sempre orar por mim. Receba meu amor e minha gratidão pelo carinho e pela presença espiritual em minha vida.

Às famílias Schneider e Voigt, deixo meu carinho e minha gratidão por fazerem parte da minha história.

A todas as pessoas que contribuíram com conversas, perguntas, críticas e apoio: obrigado. Que esta obra convide ao estudo cuidadoso, à investigação e à construção de conhecimento em benefício da sociedade.

Rafael Felippe Voigt

Prefácio do autor

O que continua verdadeiro quando um sistema muda? Essa pergunta conduz este livro. Uma máquina recebe componentes, um programa muda de versão, uma organização substitui equipes e um agente utiliza outro modelo. O estado presente continua importante, mas a investigação de uma obrigação anterior exige relações que uma leitura isolada pode não preservar.

O percurso da minha pesquisa reuniu questões de sustentação, coerência e governança temporal e as aproximou dos sistemas computacionais. A observação física da computação motivou perguntas sobre consumo, perturbação e esforço de manutenção. Desses sinais não decorre automaticamente uma identidade ou uma memória; é necessário construir as relações e examinar suas condições.

Chamo Engenharia da Continuidade Estrutural à proposta de organizar esse problema como trabalho de engenharia: declarar a fronteira, representar a trajetória, definir o que precisa permanecer, formular hipóteses, calcular consequências e confrontá-las com evidências. MovieShot nomeia, neste percurso, uma representação longitudinal na qual os quadros preservam relações e contexto. A história observada precisa permanecer interpretável para as perguntas que assumimos responder.

Logs, sistemas temporais, verificação formal, teoria de controle e recuperação já fornecem instrumentos importantes. Este livro dialoga com essas tradições. A contribuição buscada é reunir as perguntas de trajetória, memória, identidade, integridade, patrimônio e capacidade futura numa formulação de continuidade examinável.

A matemática tem aqui uma função de ensino e de crítica. Uma relação de dependência não é ainda uma lei calibrada. Uma grandeza precisa de domínio, unidade, regra de interpretação e condições de comparação. Uma demonstração vale sob suas hipóteses. Quando uma formulação precisa ser revista, o trabalho científico ganha precisão ao tornar a revisão explícita.

Desejo que o leitor consiga refazer uma conta, testar uma hipótese, construir um contraexemplo e formular uma pergunta melhor. O livro é uma fundação de estudo e um convite ao exame independente da proposta. A continuidade que procuro compreender começa também no compromisso de preservar as condições sob as quais o conhecimento foi produzido.

Como estudar esta engenharia

Uma trilha cumulativa

Os Capítulos 1 a 4 introduzem estados, eventos, tempo, medição e representação. Os Capítulos 5 a 8 desenvolvem memória, identidade, grandezas e governança. O Capítulo 9 prepara o ensaio; os três últimos aplicam a fundação a máquina, agente e infraestrutura física. Os exemplos são sintéticos. A seção 10.8 apresenta um modelo finito de migração e descreve seu suplemento opcional, independente de produtos.

Antes de calcular

Comece pela pergunta, pela fronteira e pelas obrigações. Declare o objeto, as unidades, os instantes, as hipóteses e as lacunas. Refaça o exemplo e construa um contraexemplo. Uma igualdade pode ser definição, identidade, hipótese de modelo ou relação estimada: reconheça qual uso foi declarado. Demonstração e confirmação experimental respondem a perguntas distintas.

Notação e prática

t indica tempo físico quando sua escala é declarada; k e τ podem apenas indexar transformações. Símbolos como C, H e T têm escopo local, explicitado em cada modelo. Os exercícios progridem de cálculo a interpretação, prova e investigação. Consulte as soluções selecionadas depois de tentar resolver. As definições e demonstrações explicitam os domínios e as hipóteses necessários aos resultados ensinados.

Para alunos e professores

Explique cada resultado com suas próprias palavras. Confira onde cada hipótese entra na prova e altere uma condição para testar seu alcance. Em aula, abra com o problema concreto, refaça uma conta e peça uma conclusão que distinga o que foi calculado do que exige evidência. Transferir um exemplo à prática requer instrumentação, dados e critérios do domínio; observar uma diferença não demonstra sua causa.

Guia de leitura dos símbolos

Esta página funciona como consulta. Cada símbolo reaparece no contexto em que é necessário. A leitura verbal ajuda a transformar uma expressão em uma afirmação que pode ser examinada.

Expressão	Leitura e significado
$x \in D$	“x pertence a D”: x é um caso admitido no domínio D.
$A \subseteq B$	“A está contido em B”: todo elemento de A também pertence a B.
$A \times B$	Conjunto de pares ordenados (a,b), com a em A e b em B; a ordem dos componentes importa.
$f: D \to Y$	A função f atribui a cada entrada de D uma saída de Y.
$g \circ O$	Composição: primeiro aplicamos O; depois, g. Assim, $(g \circ O)(h)=g(O(h))$.
$\Rightarrow$	“Implica”: sob as hipóteses declaradas, a primeira afirmação leva à segunda.
Σ	Soma de termos de uma família. Os índices e os limites dizem quais termos entram.
$\int$	Acumulação em uma escala declarada. Integrar uma taxa em J/s no tempo em s produz J.
ΔG_T	No modelo didático MD7.2 (seção 7.5): diferença $G(t+T)-G(t)$, com G numérica e avaliações comparáveis. Diferença e taxa têm unidades distintas; esta convenção não redefine todos os usos autorais de ΔGT.

Uma leitura completa

Se O(h) é o relatório preservado de uma história h e g interpreta esse relatório, $q=g \circ O$ afirma: a resposta q pode ser obtida aplicando g à informação que O conservou. Se duas histórias produzem o mesmo relatório e exigem respostas diferentes, essa recuperação é impossível naquele domínio. Os Capítulos 4 a 6 demonstram a afirmação e exploram suas consequências.

Roteiro desta edição demonstrativa

Esta seleção preserva a abertura e a sequência inicial da V9. Os agradecimentos são reproduzidos integralmente.

Abertura da obra · páginas 1-8

Capa, página de rosto, autoria e créditos, agradecimentos, prefácio do autor, orientação de estudo, guia de símbolos e este roteiro.

Capítulo 1 · páginas 9-20

A engenharia da continuidade: do instante ao MovieShot. Problema, definições, exemplos, três proposições e exercícios do capítulo, na ordem original.

Início do Capítulo 2 · páginas 21-24

Seções 2.1 e 2.2: estados, transições, execuções, prefixos e preservação por indução. O recorte termina ao concluir a seção 2.2.

Soluções selecionadas · página 25

Soluções originais dos exercícios 1.2 e 1.3.

Ponte editorial para o Capítulo 7 · páginas 26-27

Exemplo 7.4 e Tabela 7.1, preservados e contextualizados. As explicações complementares estão identificadas.

Referências desta seleção · páginas 28-29

Somente as fontes citadas no conteúdo incluído; não é o catálogo completo da produção do autor.

Como utilizar a amostra

A numeração das seções, equações, figuras e exercícios é a da obra integral; a paginação foi adaptada. Remissões apontam ao desenvolvimento no livro completo. O guia de ΔGT foi esclarecido conforme a seção 7.5. As demonstrações permanecem condicionadas às hipóteses do texto; os exemplos numéricos são sintéticos.

CAPÍTULO 01

A engenharia da continuidade: do instante ao MovieShot

Uma engenharia da continuidade começa quando preservar o funcionamento deixa de bastar: é preciso preservar o significado dos compromissos e das transformações.

Objetivos. Distinguir funcionamento presente de continuidade de um compromisso; Relacionar a execução física de um computador à história que pode ser observada; Definir o recorte científico de Frame Estrutural e MovieShot; Examinar o alcance de uma observação apresentada ao vivo.

Pré-requisitos. Leitura de gráficos simples, operações aritméticas e disposição para explicitar hipóteses. Os modelos formais serão construídos progressivamente.

1.1 O problema de engenharia: o compromisso atravessa a mudança

Um serviço recebe um pedido, mostra a mensagem de confirmação e reinicia. A interface volta rapidamente. Entretanto, o pedido não aparece no armazenamento. O equipamento está ligado, a aplicação responde e a obrigação assumida com o usuário permanece sem solução. Essa situação distingue duas perguntas: o sistema funciona agora? O compromisso apresentado antes da interrupção foi preservado? A Engenharia da Continuidade Estrutural toma a segunda pergunta como parte central de seu objeto. O caso acompanhará o livro porque permite relacionar modelos matemáticos, observação, memória, identidade e decisão sem depender de um produto específico.

Na perspectiva proposta por Rafael Felippe Voigt, continuidade envolve a preservação examinável de relações relevantes durante a evolução de sistemas computacionais [MAN]. Relevância precisa ser declarada. Num serviço de pedidos, pode importar que toda confirmação corresponda a um registro persistente; numa migração, que cada obrigação continue associada à mesma entidade; numa investigação, que o significado de um evento antigo permaneça recuperável. A expressão continuidade ganha conteúdo técnico quando essas exigências podem ser distinguidas, verificadas e, quando necessário, refutadas.

Definição 1.1 - Obrigação de continuidade

Uma obrigação de continuidade é uma propriedade declarada que deve permanecer válida através de uma classe especificada de transformações. Sua formulação identifica o sistema, a fronteira, os acontecimentos considerados e a condição de atendimento. Nesta obra, o termo organiza o problema de engenharia; não estabelece uma garantia automática sobre qualquer sistema real.

Uma organização pode escolher obrigações diferentes. Preservar todos os dados, recuperar uma função em determinado prazo e conservar a associação entre uma decisão e suas razões não são exigências equivalentes. Algumas podem ser atendidas simultaneamente; outras podem entrar em conflito com custo, capacidade ou privacidade. O primeiro trabalho do engenheiro consiste em tornar esses compromissos explícitos antes de condensá-los em um indicador. Um número não decide quais obrigações deveriam existir.

Proposição 1.1 - Funcionamento presente não implica compromisso preservado

A afirmação de que uma aplicação está disponível no presente não implica, por si só, que uma confirmação anterior tenha o registro persistente exigido.

Demonstração por contraexemplo. Considere três variáveis binárias: q indica aplicação funcionando, a indica confirmação emitida e d indica registro persistente disponível. O estado $(q, a, d)=(1,1,0)$ satisfaz funcionamento presente e viola a exigência de que confirmação implique registro. Uma aplicação pode atingir esse estado ao confirmar antes da gravação e perder o trabalho volátil numa interrupção. Logo, $q=1$ não implica $a \leq d$. A demonstração refuta uma implicação geral; não afirma que toda aplicação confirme dessa maneira.

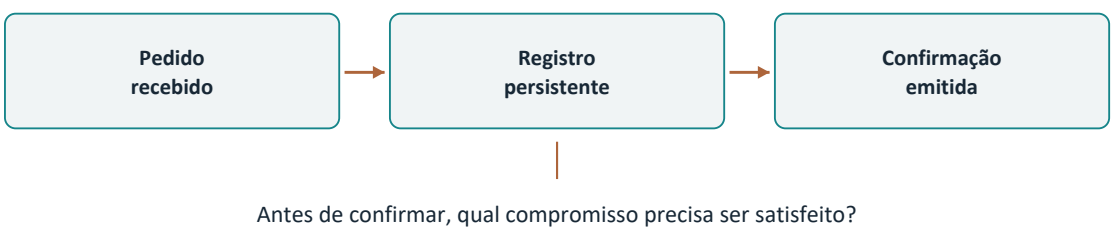


Figura 1.1 - Um compromisso externo depende de acontecimentos internos. A ordem e o significado da confirmação são hipóteses de engenharia, não consequências da aparência da interface.

O requisito também precisa indicar por quanto tempo deve valer e quais transformações abrange. Preservar um pedido durante uma reinicialização não demonstra preservação durante uma migração, uma alteração de significado ou a perda de um participante. A fronteira escolhe o que entra na conta e o horizonte escolhe onde a obrigação é examinada. Podemos começar por um cenário pequeno e ampliar suas hipóteses. O rigor está em acompanhar essa ampliação, sem transportar silenciosamente uma garantia local para condições que a demonstração não considerou.

1.2 O computador físico e a descrição que fazemos dele

Um computador executa trabalho por transformações físicas. Componentes eletrônicos alteram estados, trocam sinais e dissipam energia. Processamento, comunicação e armazenamento dependem de condições materiais de alimentação, temperatura e funcionamento. Essa base física importa para a continuidade: uma interrupção energética pode eliminar informação volátil; um aquecimento pode modificar condições de operação. Ao mesmo tempo, observar um efeito físico não revela automaticamente a identidade de um pedido, o significado de uma decisão ou a validade de uma obrigação.

Potência e energia ilustram a diferença entre uma grandeza e sua interpretação. Potência é uma taxa de transferência de energia; o watt corresponde a joule por segundo. Sob potência constante P durante uma duração T, a energia transferida é E=PT. Se a potência varia, a acumulação exige considerar os trechos ou integrar uma função adequadamente definida. As unidades acompanham a operação. Uma leitura em watts não é uma quantidade em joules, assim como uma taxa de conclusões não é o total de pedidos concluídos. Na expressão 1.1, os colchetes indicam as unidades usadas para expressar as grandezas; não designam suas fórmulas dimensionais.

$$E = PT,\ [P] = J/s,\ [E] = J \tag{1.1}$$

Exemplo 1.1 - A mesma energia, condições diferentes

No primeiro cenário didático, um equipamento transfere 40 W durante 20 s: E=40×20=800 J. No segundo, transfere 80 W durante 10 s: E=800 J. A igualdade das energias não torna iguais as potências nem as durações. Também não determina quais instruções foram executadas, quantos pedidos terminaram ou se uma informação foi preservada. As contas supõem potência constante em cada cenário; uma leitura isolada não demonstra essa constância.

Escolher o nível de descrição é indispensável. Podemos representar tensões em componentes, estados de memória, eventos de uma aplicação ou obrigações organizacionais. Um modelo pode relacionar esses níveis, mas não devemos substituí-los uns pelos outros silenciosamente. Uma oscilação de consumo pode motivar investigação sem identificar sua causa. Uma sequência de registros pode preservar uma relação lógica sem medir diretamente sua manifestação elétrica. Cada passagem requer uma hipótese e uma forma de observação compatível.

O livro utiliza essa ligação entre materialidade e representação como uma disciplina de raciocínio. Não deduz uma nova lei física a partir de gráficos de utilização, nem reduz a história de um sistema a uma curva energética. Seu problema é compreender como transformações observadas, registros e relações podem sustentar conclusões sobre a continuidade. Os estudos quantitativos apresentarão explicitamente quais números são medições, quais são parâmetros assumidos e quais foram calculados dentro de um modelo.

Um mesmo processo pode mudar a condição física sem alterar a obrigação externa. Trocar um dispositivo de armazenamento exige trabalho e modifica componentes, mas pode preservar integralmente os registros definidos como essenciais. O inverso também é possível: a máquina pode conservar aparência e desempenho enquanto muda o significado de um campo ou perde uma relação histórica. Por isso, uma engenharia da continuidade precisa relacionar estado físico, representação lógica e compromisso, preservando as diferenças entre essas descrições.

A aquisição de uma grandeza física possui igualmente uma fronteira. A potência de um computador inteiro inclui componentes que podem não participar diretamente do pedido investigado. A energia de uma janela inclui atividades simultâneas e condições de fundo. Dividir esse total pelo número de conclusões produz uma razão possível, mas sua interpretação como energia causada por cada pedido exigiria controlar os demais componentes. A precisão de uma conta dimensional não

elimina o problema de atribuição. Medir uma grandeza e explicar sua origem são tarefas relacionadas e distintas.

1.3 Snapshot, Frame Estrutural e MovieShot

Uma fotografia de estado responde a perguntas locais. Quanto está sendo utilizado? Qual versão aparece instalada? Há um registro neste momento? Essas observações são úteis. Entretanto, uma pergunta sobre evolução exige relacioná-las: a versão mudou antes ou depois de uma falha? O registro atual corresponde à confirmação anterior? O mesmo nome de indicador conserva sua definição? A proposta MovieShot, apresentada pelo autor, organiza a observação em torno dessas relações históricas [MAN].

História e tempo já integram áreas estabelecidas da computação. Logs, rastreamento distribuído, bancos temporais, máquinas de estados e especificação formal estudam sequências, causalidade e transformações [L02, L78]. A contribuição proposta neste livro deve ser examinada nesse diálogo. Seu recorte é a continuidade de memória, identidade, obrigações e capacidade de evolução. Apresentar uma perspectiva própria não exige afirmar que toda a computação anterior ignorava histórias.

Definição 1.2 - Frame Estrutural e MovieShot

Um Frame Estrutural é uma observação contextualizada do sistema no recorte declarado. Além de valores, seu significado pode depender de referência temporal, identidade observada, origem, condições de coleta e relações pertinentes. Um MovieShot é uma representação organizada de Frames e das relações declaradas entre eles. O termo identifica a proposta observacional do autor; a suficiência dessa representação depende das perguntas e da cobertura efetivamente obtida.

$$\mathcal{M} = (F_0, F_1, \ldots, F_n) \tag{1.2}$$

Na expressão 1.2, os parênteses indicam uma sequência: a posição e a repetição importam. Um conjunto escrito apenas entre chaves não preservaria necessariamente essas características. Em um único observador, a sequência pode seguir a ordem de aquisição. Entre participantes distribuídos, pode haver somente ordem parcial. Nesse caso, precisamos declarar as relações conhecidas e não

inventar uma ordem física completa a partir da posição dos registros. O Capítulo 2 formalizará essa distinção.

Uma lista longa não se torna MovieShot útil apenas por acumular itens. Se unidades mudam sem indicação, identificadores são reutilizados ou lacunas desaparecem da apresentação, uma aparente continuidade pode reunir observações incompatíveis. A qualidade da representação será examinada por propriedades: quais perguntas ela permite responder? Em quais condições? Que alternativas continuam possíveis? Esse compromisso observacional é mais preciso que prometer uma reprodução completa de tudo o que uma máquina realizou.

O Tempo Estrutural da proposta descreve a organização das transformações relevantes. Uma contagem de etapas pode indexá-las, mas não equivale à duração física nem mede automaticamente a importância da mudança. Dois sistemas podem atravessar o mesmo intervalo de relógio com quantidades e tipos diferentes de transformação. Para transformar essa diferença em grandeza comparável, será necessário escolher critérios de relevância, domínio e escala. Os capítulos dedicados às grandezas tratarão essa construção como parte da investigação científica.

O termo unidade observacional não deve ser confundido com uma unidade física mínima da natureza. Um Frame pode ser suficiente para uma pergunta e insuficiente para outra. Sua composição científica precisa acompanhar o recorte: preservar uma referência de identidade pode importar numa migração; preservar a relação entre confirmação e gravação pode importar numa interrupção. A ideia de um Frame mínimo só ganha sentido depois de especificar quais distinções devem permanecer. O tamanho de um registro ou sua frequência de produção não determina essa suficiência.

1.4 O mesmo presente pode esconder histórias incompatíveis

Voltemos ao pedido confirmado. A história A recebe o pedido, grava o registro, confirma e sofre uma interrupção. A história B recebe, confirma antes de gravar, depois grava e sofre a mesma interrupção. Após a retomada, ambas podem apresentar confirmação emitida e registro presente. Entretanto, somente B atravessou um intervalo em que a confirmação não possuía o suporte exigido. O presente igual não decide essa propriedade histórica.

Proposição 1.2 - Um estado final não determina toda propriedade histórica

Se duas histórias admitidas terminam no mesmo estado observado e uma propriedade possui respostas diferentes nessas histórias, nenhuma função apenas desse estado observado decide corretamente a propriedade para ambas.

Demonstração. A função recebe a mesma entrada nos dois casos e, por definição de função, fornece a mesma resposta. Como as respostas corretas diferem, ela não pode coincidir com ambas. Para o pedido, a propriedade é que toda confirmação tenha ocorrido após a gravação exigida. As histórias A e B descritas constituem o par que sustenta o argumento. A conclusão é relativa à observação escolhida: acrescentar uma informação histórica pertinente pode distinguir o par.

Exemplo 1.2 - Um compromisso que o estado final não prova

Suponha que o relatório final contenha apenas a=1 e d=1. Ele é compatível com gravar→confirmar e também com confirmar→gravar. Sob a obrigação de gravação anterior à confirmação, o primeiro encadeamento é válido e o segundo não. Para investigar essa obrigação, precisamos preservar alguma distinção sobre a relação entre os eventos. O estado final comprova, no modelo, presença atual do registro; não determina a ordem anterior.

Essa impossibilidade orienta uma decisão de projeto observacional: conservar as distinções necessárias, e não simplesmente mais números. Para algumas perguntas basta um indicador histórico bem definido. Para outras são necessárias relações entre eventos, versões e entidades. O Capítulo 4 estabelecerá um critério geral de recuperação de propriedades. Aqui já conseguimos reconhecer o problema sem antecipar uma arquitetura de armazenamento.

O argumento também impede uma conclusão exagerada. Ele não demonstra que um estado seja inútil. Um estado suficientemente enriquecido pode conter memória das diferenças relevantes. Também não exige conservar todos os detalhes físicos. A escolha depende da família de perguntas que o sistema assume responder. Em engenharia, uma representação é avaliada em relação a uma finalidade e a condições declaradas, não por uma promessa abstrata de completude.

Uma obrigação pode permanecer verdadeira sem que o serviço avance. Se nunca houver confirmação, a condição confirmação implica registro pode ser satisfeita indefinidamente enquanto nenhum usuário obtém resultado. Portanto, preservação e progresso precisam ser formulados separadamente. A continuidade examinada no

restante do livro incluirá tanto relações que não devem ser violadas quanto condições sob as quais o sistema deve continuar oferecendo uma função útil.

Uma resposta desconhecida também precisa de lugar na descrição. Se faltam registros entre duas observações, não devemos substituir a lacuna por uma história confortável. Podemos afirmar o que os extremos mostram e manter abertas as alternativas compatíveis. Essa atitude não impede decisões operacionais; permite que seus responsáveis saibam quais conclusões dependem de uma hipótese. Quando nova evidência chega, o argumento pode ser revisto sem reescrever a natureza dos dados que estavam disponíveis no momento anterior.

1.5 Observar ao vivo inclui atraso, cobertura e desconhecimento

A expressão ao vivo costuma sugerir acesso imediato ao que acontece. Uma observação real percorre um caminho: o acontecimento ocorre, um instrumento o detecta, a informação é transportada e uma apresentação a torna disponível. Cada etapa possui duração e condições de funcionamento. Atualizar um painel com frequência não elimina esse caminho. Para examinar a atualidade de uma informação, precisamos distinguir seus instantes.

Definição 1.3 - Instantes de uma observação

t_e é o instante do acontecimento; t_c, da coleta; t_r, do recebimento; t_a, da apresentação. Para subtrair esses valores como durações, eles precisam pertencer a escalas comparáveis. A idade da informação na apresentação é $t_a - t_e$. Essa idade não demonstra que o estado permaneceu igual durante o intervalo.



Figura 1.2 - Acontecimento, coleta, recebimento e apresentação são etapas distintas. As distâncias do desenho são ilustrativas; não constituem medidas de atraso.

Proposição 1.3 - Decomposição da idade apresentada

Se os quatro instantes são comparáveis, a idade $t_a - t_e$ é a soma dos intervalos acontecimento→coleta, coleta→recebimento e recebimento→apresentação. Para interpretar cada parcela como duração não negativa do caminho, também é necessário que os instantes estejam nessa ordem.

$$t_a - t_e = (t_c - t_e) + (t_r - t_c) + (t_a - t_r) \tag{1.3}$$

Demonstração. Desenvolver o lado direito cancela t_c e t_r, restando $t_a - t_e$. Trata-se de uma identidade algébrica. Sua interpretação como três durações requer a ordem e a comparabilidade declaradas. Se os valores vierem de relógios diferentes sem uma relação conhecida, a identidade numérica não fornece, sozinha, uma idade física válida.

Exemplo 1.3 - O estado apresentado tem idade

Um evento é situado em 10,00 s, coletado em 10,20 s, recebido em 10,65 s e apresentado em 10,80 s, na mesma escala. A idade é 0,80 s: 0,20+0,45+0,15. Um painel pode estar sendo atualizado agora e apresentar informação sobre um acontecimento anterior. O cálculo não determina o que ocorreu nos 0,80 s seguintes ao evento; isso exigiria outras observações.

Cobertura e atualidade também são diferentes. Um instrumento pode apresentar rapidamente apenas parte dos eventos. Outro pode apresentar uma história mais completa com atraso maior. Para uma obrigação, a prioridade pode ser baixa latência; para outra, preservação de relações e declaração de lacunas. A engenharia deve explicitar essa escolha. O silêncio do instrumento precisa continuar distinguível da afirmação de que nada aconteceu.

Horários com muitas casas decimais podem transmitir confiança indevida. A incerteza de um relógio, o atraso da coleta e a convenção sobre o instante representado continuam existindo mesmo quando a tela mostra microssegundos. O capítulo seguinte ensinará a obter intervalos de duração quando erros possuem limites declarados. A questão inicial é preservar a informação que torna esse cálculo possível. Um horário sem origem, escala e significado pode ser menos útil que uma marcação mais simples acompanhada de suas condições.

1.6 Do programa de pesquisa à prática de engenharia

O manifesto fornece uma direção: estudar sistemas por sua trajetória e examinar o que permanece útil quando eles mudam. Transformar essa direção em um livro de engenharia exige distinguir quatro níveis. Definições estabelecem os objetos. Hipóteses delimitam os modelos. Demonstrações deduzem consequências dessas hipóteses. Experimentos examinam se o modelo e as condições escolhidas descrevem um domínio observado. A validade de um nível não substitui automaticamente a dos demais. A origem desse programa é apresentada no manifesto fundacional da Computação Estrutural Temporal, na monografia de princípios e nos fundamentos da Escola Voigt [TSC; PRINC; ESC]. Essas fontes documentam a proposta e sua evolução; não substituem as demonstrações e avaliações específicas deste livro.

Um procedimento de estudo começa por escolher uma obrigação e uma fronteira. Em seguida, identifica entidades, eventos, referências temporais e observações. Formula uma conclusão e procura uma história alternativa compatível com os mesmos dados que a contradiga. Se essa alternativa existe, há uma informação ausente ou uma hipótese adicional necessária. Se uma propriedade é demonstrada no modelo, a investigação ainda precisa examinar se suas premissas correspondem ao sistema real.

O compromisso científico deste livro é apresentar a matemática da proposta de maneira discutível e verificável. Grandezas autorais serão acompanhadas de significado, domínio, unidades quando definidas e estado de desenvolvimento. Uma relação conceitual não será tratada como instrumento já calibrado. Uma analogia física não será elevada a lei universal apenas porque compartilha uma palavra com outra disciplina. Essa distinção dá espaço para evolução da ciência sem esconder suas questões abertas.

Os exemplos utilizam dados sintéticos para tornar as contas reproduzíveis no papel. Quando uma conclusão exigir medição, a origem dos dados e o protocolo terão de ser especificados. O objetivo não é provar a qualidade de um produto por um exemplo escolar. É formar um leitor capaz de reconhecer um compromisso, construir um modelo, conferir uma dedução e avaliar a evidência necessária para transportá-la a uma operação.

Nos próximos capítulos, a linguagem de estados e eventos permitirá formular invariantes e trajetórias. A medição ligará mudanças a durações, acumulações e

incertezas. As relações entre funções e observações mostrarão quais propriedades continuam recuperáveis. Essa fundação servirá aos problemas centrais da obra: memória, identidade, grandezas estruturais, recuperação, governança e estudos integradores. A continuidade será examinada pelas relações que uma engenharia consegue justificar ao longo da mudança.

O percurso de leitura alterna problema concreto, definição, dedução e exame de limites. Na primeira passagem, o leitor pode acompanhar a pergunta e refazer as contas. Na segunda, deve conferir onde cada hipótese entra na demonstração. Na terceira, pode construir uma alternativa que viole uma condição e observar qual conclusão deixa de valer. Esse método aproxima o estudo da prática de engenharia: compreender uma ferramenta inclui reconhecer seu domínio, seus dados necessários e a decisão que ela não consegue justificar sozinha.

A continuidade estrutural é avaliada ao longo das transformações pelo cumprimento das obrigações declaradas de memória, identidade e integridade, segundo domínio, condições e resolução temporal explicitados. Esta é a definição de trabalho examinada no Capítulo 7. Persistir significa permanecer segundo um critério; identidade reconhece compatibilidade com uma referência; integridade exige relações válidas; recuperação retorna a condições aceitáveis. Nenhuma dessas afirmações, isoladamente, estabelece todo o compromisso de continuidade.

A proposta dialoga com conhecimento estabelecido. Métodos formais já tratam estados, invariantes e refinamento [L02]; sistemas dinâmicos relacionam evolução, entradas e saídas [DYN11]. Bancos temporais distinguem validade e registro dos fatos [TDB00]. Proveniência organiza origem e responsabilidade [PROV13], enquanto telemetria reúne sinais e contexto [OTEL]. Verificação de requisitos e validação de uso já integram a engenharia de sistemas [NASA16]. Dados incompletos também recebem tratamento próprio em confiabilidade [NREL].

Detecção de anomalias depende de domínio e contexto [ANOM09]; previsão exige avaliação temporal [HA21]. Agentes com memória e reflexão já foram estudados [GA23]. Informação estatística e mensuração possuem definições próprias [IT16; VIM]. A contribuição aqui proposta é organizar perguntas históricas, referências e obrigações de continuidade num argumento auditável. Essa síntese não comprova prioridade de cada componente nem superioridade sobre alternativas. Demonstrar benefício adicional exige comparações com abordagens igualmente instrumentadas para as mesmas perguntas.

1.E Exercícios selecionados

1.1 | Interpretação. Uma aplicação reinicia, volta a responder e não encontra um pedido confirmado antes da falha. Formule duas obrigações diferentes e diga quais informações permitiriam examinar cada uma.

1.2 | Cálculo. Compare 50 W por 12 s com 75 W por 8 s. Calcule as energias sob potência constante e explique duas propriedades da operação que esses totais não determinam.

1.3 | Demonstração. Construa duas histórias com o mesmo estado final de confirmação e gravação, mas ordens distintas desses acontecimentos. Mostre por que o estado final não decide a propriedade gravação anterior à confirmação.

1.4 | Investigação. Uma informação é apresentada sem horário de coleta nem indicação de lacunas. Proponha uma pergunta que ainda possa ser respondida e outra cuja resposta exija contexto adicional. Explique por que uma atualização frequente não resolve sozinha a segunda.

CAPÍTULO 02

Estados, eventos e tempo

Uma história de engenharia precisa declarar o que pode mudar, quais relações limitam a mudança e como o tempo entra na conclusão.

Objetivos. Construir um modelo de estados, eventos e execuções; Demonstrar um invariante e identificar uma hipótese que o sustenta; Relacionar dependências, concorrência e limites de duração; Separar duração, ordem e contabilidade de presença.

Pré-requisitos. Problema de continuidade e observação contextualizada do Capítulo 1; conjuntos finitos, funções, desigualdades e indução explicada no texto.

2.1 Uma fronteira transforma uma situação em modelo

O problema do pedido confirmado envolve componentes demais para começarmos por toda a máquina. Escolheremos uma descrição com quatro variáveis: p indica trabalho volátil, d indica registro persistente, a indica confirmação emitida e q indica funcionamento. Os três primeiros valores são binários; q pode ser on ou off. Eles não são o conteúdo completo de uma memória. São as distinções que o modelo preserva para investigar uma obrigação específica.

Leia os símbolos como abreviações de ideias simples. Uma tupla é uma lista ordenada; mudar a posição de seus elementos pode mudar seu significado. O símbolo × forma combinações e ⊆ lê-se “está contido em”. Assim, $R \subseteq X \times E \times X$ seleciona trincas admitidas: estado de partida, evento e estado de chegada. X_0 reúne os estados aceitos como início. A fórmula seguinte organiza essas escolhas; a tabela mostrará como utilizá-las.

Definição 2.1 - Sistema de transições

Um sistema de transições é uma tupla $M=(X, E, R, X_0)$: X é o conjunto de estados, E o conjunto de eventos, $R \subseteq X \times E \times X$ uma relação de transição e $X_0 \subseteq X$ o conjunto de estados iniciais. Uma transição (x, e, y) permitida por R descreve uma mudança possível de x para y com evento e. Ela não atribui, por si só, probabilidade nem duração.

$$X=\{0,1\}^3 \times \{\text{on, off}\},\ x=(p, d, a, q),\ X_0=\{(0,0,0, \text{on})\} \tag{2.1}$$

O espaço possui $2\times2\times2\times2=16$ descrições possíveis. Algumas talvez nunca sejam alcançadas pelas regras escolhidas. É importante separar o espaço de valores das execuções admitidas. Um estado matematicamente representável pode violar o contrato; isso não o torna automaticamente impossível no sistema real. São as hipóteses sobre estado inicial e transições que permitirão demonstrar quais descrições o modelo alcança.

Evento	Condição	Mudança
receber	q=on	p passa a 1
gravar	q=on e p=1	d passa a 1
confirmar	q=on e d=1	a passa a 1
falhar	q=on	p passa a 0; q passa a off
retomar	q=off	q passa a on

Tabela 2.1 - Modelo didático de um único pedido. Componentes não mencionados permanecem iguais; não há perda do registro persistente entre as transições admitidas.

A tabela especifica possibilidades para o estudo, não uma implementação. O mesmo evento pode ocorrer novamente quando habilitado. Neste recorte, repetições referem-se ao mesmo pedido; distinguir múltiplos pedidos exigiria acrescentar identidades e população. A hipótese de que a falha preserva d é decisiva e precisa ser confrontada com o tipo de armazenamento e falha estudados quando o modelo for aplicado.

A granularidade também importa. Tratar uma gravação inteira como uma transição exclui seus estados intermediários da descrição. Se uma falha puder ocorrer dentro dela e produzir um resultado parcial, precisamos expandir o modelo. Chamar uma transição de atômica significa uma escolha explícita de representação ou um compromisso demonstrado em outra camada; o adjetivo não cria uma garantia material.

A fronteira define ainda o que chamamos estado persistente. Um registro reconhecido por uma aplicação pode depender de outro componente, cuja condição não está em X. Se a pergunta exigir essa dependência, será necessário incluí-la ou declarar o contrato externo assumido. A precisão de um modelo pequeno vem dessa

disciplina de recorte. Acrescentar variáveis sem uma pergunta não assegura uma descrição mais útil.

O conjunto E nomeia acontecimentos, mas a relação R determina quando eles são admitidos. A existência da palavra confirmar não permite aplicá-la em qualquer estado. Uma execução precisa satisfazer cada condição no ponto em que usa o evento. Separar vocabulário e regra evita uma confusão frequente: um histórico de nomes pode parecer plausível enquanto omite as condições necessárias à sua validade. Para conferir uma história, o leitor deve acompanhar os estados sucessivos e não apenas reconhecer uma sequência familiar de operações.

2.2 Execuções, prefixos e invariantes

Definição 2.2 - Execução e alcance

Uma execução finita é uma sequência $\rho=(x_0, e_1, x_1,\ldots, e_n, x_n)$, com x_0 inicial e cada transição pertencente a R. Um prefixo termina em alguma etapa anterior da mesma execução. Um estado é alcançável quando é o último estado de uma execução assim definida. A execução de zero etapas já alcança o estado inicial.

Uma execução preserva ordem e repetição. Os eventos receber, gravar e confirmar não formam apenas um conjunto: trocar suas posições pode alterar sua validade, e repetir um deles pode importar para a pergunta. A ordem da sequência representa uma execução admitida pelo modelo. Sua duração só aparecerá depois que associarmos referências temporais aos acontecimentos.

A obrigação confirmação exige registro pode ser escrita $I(x)$: $a \le d$. Como os valores são binários, $a=1$ exige $d=1$. Um invariante é uma propriedade válida em todos os estados alcançáveis. As variáveis não precisam permanecer constantes; o que permanece é a verdade da relação. Essa distinção permite raciocinar sobre transformação sem confundir preservação com imobilidade.

Proposição 2.1 - Preservação por indução

Se I vale nos estados iniciais e toda transição a partir de um estado alcançável com I verdadeira conduz a um estado com I verdadeira, então I é invariante de M.

Demonstração. Uma execução sem transições termina num estado inicial, no qual I vale. Suponha I verdadeira ao fim de qualquer execução de n etapas. Uma

execução de n+1 etapas possui um prefixo de n etapas; pela hipótese de indução, seu último estado satisfaz I. A hipótese sobre transições preserva I na etapa final. A indução cobre todo número finito de etapas e, portanto, todos os estados alcançáveis.

Exemplo 2.1 - O papel da condição de confirmação

No estado inicial, a=d=0. Receber e retomar não alteram a nem d. Gravar aumenta d sem aumentar a. Confirmar exige d=1; falhar preserva d e a. Logo, todas as transições preservam a≤d e a Proposição 2.1 demonstra o invariante. Se confirmar passasse a exigir apenas p=1, a execução receber→confirmar chegaria a a=1, d=0. Esse contraexemplo mostra qual condição sustentava a garantia.

Uma prova desse tipo apresenta duas obrigações: base e preservação. Uma transição correta não conserta uma condição inicial incorreta. Uma condição inicial correta não protege contra uma regra que destrua a propriedade. Muitas vezes uma relação auxiliar mais forte é necessária para demonstrar a preservação. Encontrar essa dificuldade pode revelar informação que o modelo ainda não distingue.

Segurança e progresso pedem argumentos diferentes. A condição a≤d impede uma confirmação sem registro; ela não obriga o pedido a terminar. A sequência receber→falhar→retomar pode repetir-se sem gravação. Uma obrigação de que todo pedido admitido obtenha resposta precisa de hipóteses sobre falhas, escalonamento e ambiente. Preservar um invariante não demonstra sozinho que o serviço continuará cumprindo sua função.

Para uma execução infinita, uma propriedade de estado preservada em cada prefixo finito continua válida em cada posição dessa execução. Isso não acrescenta uma garantia de progresso. A frase sempre há um registro quando existe confirmação examina cada posição; a frase todo pedido será respondido exige raciocinar sobre o futuro da execução. Uma condição sobre falhas cessarem ou atividades habilitadas receberem atendimento pode ser essencial à segunda conclusão. Essa diferença será importante quando chamarmos uma recuperação de suficiente: precisamos dizer qual obrigação ela efetivamente restaura.

Soluções selecionadas

Capítulo 1

Os textos abaixo reproduzem as soluções da obra integral para os exercícios incluídos nesta amostra.

Exercício 1.2

Os produtos são 50×12=600 J e 75×8=600 J. A unidade é joule porque W=J/s. A igualdade depende das potências constantes assumidas. Ela não determina os horários individuais de eventos nem a correção de uma confirmação; também não implica potência máxima ou duração iguais.

Exercício 1.3

As histórias receber→gravar→confirmar e receber→confirmar→gravar podem terminar com confirmação emitida e registro presente. A primeira respeita a obrigação de gravação anterior; a segunda a viola. Uma função somente do estado final recebe a mesma entrada, portanto não decide corretamente as duas. A conclusão exige que nenhuma outra informação histórica esteja disponível à função.

Do problema inicial à formalização

PONTE EDITORIAL - RECORTES DO CAPÍTULO 7

A abertura acompanhou um pedido cujo compromisso precisa atravessar uma mudança. O Capítulo 7 retoma essa pergunta: o que deve permanecer recuperável e quais relações precisam continuar válidas? Esta ponte editorial apresenta dois recortes da obra integral, com explicações complementares identificadas. O exemplo é sintético; a tabela organiza conclusões no modelo. Nenhum dos dois constitui um teste de produto.

O compromisso durante a mudança

Contexto editorial. Memória adequada significa preservar respostas às perguntas declaradas no domínio escolhido. Identidade e integridade exigem critérios próprios. Um marco é um ponto de avaliação; verificar dois extremos não demonstra o que ocorreu entre eles.

Exemplo resolvido 7.4 - Os extremos não encerram a avaliação

Uma manutenção tem três marcos. No primeiro, pedido e política estão relacionados. Durante a migração, o pedido continua acessível, mas sua política fica indisponível. No terceiro, uma cópia permite recuperar a relação. Se o compromisso exigia identificar a política nos três marcos, o resultado final não demonstra cumprimento no segundo. Se o compromisso previa uma indisponibilidade naquele período, a conclusão será outra. A família de perguntas, a obrigação de acesso e o calendário precisam anteceder a avaliação. Relatar a lacuna local é suficiente; não é necessário atribuir uma perda numérica a toda identidade ou afirmar que o incidente apagou a história.

Interpretação editorial

O exemplo ilustra uma distinção: recuperar uma relação no fim não prova que ela esteve disponível no marco intermediário exigido. Também não demonstra perda de memória quando os dados necessários apenas deixaram de chegar ao observador. O contrato deve separar informação preservada, possibilidade de acesso e evidência disponível. A seção 7.8 formaliza esses compromissos; sua Proposição 7.5 depende de hipóteses próprias de recuperação de registros e transporte semântico.

Fonte do recorte: seção 7.7 da obra integral, Exemplo resolvido 7.4. As explicações ao redor do quadro foram acrescentadas nesta prova demonstrativa.

Que conclusão a evidência sustenta?

CONTEXTO EDITORIAL PARA A TABELA 7.1

A seção 7.8 fixa um domínio não vazio H de histórias admissíveis, os marcos e o contrato. $C^{+}_{H}(h)$ é o compromisso no destino: reúne a adequação global da memória às perguntas e as obrigações de identidade e integridade da história h. É um predicado lógico, sem escore numérico.

Uma observação V produz a evidência e. H_e reúne as histórias de H compatíveis com ela. Na tabela, $C^{+}H$ abrevia $C^{+}_{H}(h)$. Reduzir H_e não demonstra adequação global de memória que falhava no domínio H.

Casos compatíveis com a evidência	Conclusão no modelo
H_e não vazio; todas as histórias cumprem $C^{+}H$	Cumprimento sustentado no recorte.
H_e não vazio; todas as histórias violam $C^{+}H$	Violação sustentada no recorte.
H_e contém cumprimento e violação	Indeterminação: a observação não decide.
H_e vazio	Nenhum caso compatível: revisar domínio, modelo de observação ou evidência.

Tabela 7.1 - Estados da avaliação, mantendo fixados o domínio e o compromisso. “Indeterminado” não é um terceiro valor da propriedade real; o vazio não autoriza concluir por satisfação vacuamente universal.

Alcance da classificação

A propriedade numa história completa é verdadeira ou falsa; indeterminação descreve a avaliação. Aplicar o quadro ao mundo real exige justificar o domínio e a fidelidade da observação. Nenhuma história compatível requer revisar modelo ou evidência. O julgamento limita-se aos marcos declarados; não garante intervalos não observados nem resposta em prazo.

Fonte do recorte: seção 7.8 da obra integral, Tabela 7.1. Sua função é distinguir verdade, evidência e limites de inferência. Esta ponte não substitui as definições, a Proposição 7.5 ou sua demonstração.

Referências desta edição demonstrativa

Fontes efetivamente citadas nos trechos selecionados. Publicações do autor em repositório, documentos institucionais, literatura técnica e documentação de produto possuem naturezas distintas. Um DOI identifica o registro e não constitui demonstração ou validação independente.

[MAN] VOIGT, Rafael Felippe. Manifesto da Engenharia da Continuidade Estrutural: A Fundação da Engenharia da Continuidade Computacional. Versão 1.0. Brasil, 2026. Manifesto autoral.
https://www.voigtcore.com.br/downloads/documentos/manifesto-engenharia-continuidade-estrutural.pdf

[L02] LAMPORT, Leslie. Specifying Systems: The TLA+ Language and Tools for Hardware and Software Engineers. Addison-Wesley Professional, 2002. Livro técnico; referência para estados, ações, invariantes e composição. Acesso em 29 out. 2026.
https://lamport.azurewebsites.net/tla/book.html

[L78] LAMPORT, Leslie. Time, Clocks, and the Ordering of Events in a Distributed System. Communications of the ACM, v.21, n.7, p.558-565, 1978. Acesso em 29 out. 2026.
https://www.microsoft.com/en-us/research/publication/time-clocks-ordering-events-distributed-system/

[DYN11] MIT OPENCOURSEWARE. Dynamic Systems and Control. 6.241J, 2011. Emilio Frazzoli e Munther Dahleh. Acesso em 29 out. 2026.
https://ocw.mit.edu/courses/6-241j-dynamic-systems-and-control-spring-2011/

[TDB00] SNODGRASS, Richard T. Developing Time-Oriented Database Applications in SQL. Morgan Kaufmann, 2000. Acesso em 29 out. 2026.
https://www2.cs.arizona.edu/~rts/tdbbook.pdf

[PROV13] W3C. PROV-DM: The PROV Data Model. Recommendation, 2013. Acesso em 29 out. 2026.
https://www.w3.org/TR/prov-dm/

[OTEL] OPENTELEMETRY. Observability primer. Documentação oficial. Acesso em 29 out. 2026.
https://opentelemetry.io/docs/concepts/observability-primer/

[NASA16] NASA. Systems Engineering Handbook. NASA/SP-2016-6105 Rev. 2. Seção 5, Product Realization. Acesso em 29 out. 2026.
https://www.nasa.gov/reference/5-0-product-realization/

[NREL] NIST/SEMATECH. e-Handbook of Statistical Methods. Seção 8.1.3.1, Censoring. Acesso em 29 out. 2026.
https://www.itl.nist.gov/div898/handbook/apr/section1/apr131.htm

[ANOM09] CHANDOLA, Varun; BANERJEE, Arindam; KUMAR, Vipin. Anomaly Detection: A Survey. ACM Computing Surveys, 41(3), art. 15, 2009. DOI 10.1145/1541880.1541882. Acesso em 29 out. 2026.
https://arindam.cs.illinois.edu/papers/09/anomaly.pdf

[GA23] PARK, Joon Sung et al. Generative Agents: Interactive Simulacra of Human Behavior. UIST 2023. DOI 10.1145/3586183.3606763. Acesso em 29 out. 2026.
https://research.google/pubs/generative-agents-interactive-simulacra-of-human-behavior/

[TSC] VOIGT, Rafael Felippe. TEMPORAL STRUCTURAL COMPUTING - Foundational Manifesto of a New Computational Category. Zenodo, 2026. Publicação autoral em repositório.
https://doi.org/10.5281/zenodo.20114016

[PRINC] VOIGT, Rafael Felippe. Fundamental Principles of Temporal Structural Computing - Establishing the Scientific Foundations of a New Computational Discipline. Zenodo, 2026. Publicação autoral em repositório.
https://doi.org/10.5281/zenodo.21268037

[ESC] VOIGT, Rafael Felippe. Foundations of the Voigt School of Temporal Structural Computing. Zenodo, 2026. Publicação autoral em repositório.
https://doi.org/10.5281/zenodo.20208382

[IT16] POLYANSKIY, Yury; WU, Yihong. Lecture Notes on Information Theory. MIT OpenCourseWare, 6.441, 2016. Entropia e distribuições condicionais. Acesso em 29 out. 2026.
https://ocw.mit.edu/courses/6-441-information-theory-spring-2016/pages/lecture-notes/

[VIM] JCGM. International vocabulary of metrology - Basic and general concepts and associated terms (VIM). 3. ed. JCGM 200:2012. Entradas 1.1 e 1.26. Acesso em 29 out. 2026.
https://doi.org/10.59161/JCGM200-2012

[HA21] HYNDMAN, Rob J.; ATHANASOPOULOS, George. Forecasting: Principles and Practice. 3. ed. OTexts, 2021. Seção 5.10, Time series cross-validation. Referência para avaliação em ordem temporal; os dados e a associação de alertas desta obra são didáticos. Acesso em 29 out. 2026.
https://otexts.com/fpp3/toolbox.html#time-series-cross-validation

AMOSTRA DEMONSTRATIVA GRATUITA | 2026

O que precisa permanecer quando um sistema muda?

Um sistema pode continuar funcionando e perder relações essenciais à sua história. Como reconhecer essa perda? O que deve permanecer quando mudam componentes, regras e modelos?

Esta obra apresenta a proposta de Engenharia da Continuidade Estrutural e seus fundamentos na Computação Estrutural Temporal. Relaciona estados, eventos e trajetórias à preservação de memória, identidade, integridade e obrigações.

Definições, proposições, demonstrações, exemplos resolvidos e exercícios constroem um percurso para pesquisadores, engenheiros, professores e estudantes. Os estudos abordam sistemas computacionais, infraestrutura e inteligência artificial, incluindo o Capital Digital Acumulado. O leitor aprende a examinar o que foi preservado, o que foi violado e o que a evidência ainda não permite concluir.



Obra integral em português

ISBN 978-65-970107-0-7

ISBN: 978-65-970107-0-7

Conheça a obra integral em português

Rafael Felippe Voigt

voigtcore.com.br/ciencia