

Faculdade SENAI Fatesg.
Bacharelado em Engenharia de Software - 3º Período.
Componente Curricular: Fundamentos Matemáticos II.
Professor: Ujeverson Tavares Sampaio.

Calculadora de Derivadas e Integrais

Especificação de Requisitos de Sistema (ERS)

Alunos:

Gabriella Pio Correa
Matheus Bastos
Pedro Moreira
Gilberto Borges
Luiz Gustavo Rocha

Goiânia, 28 de maio de 2025.

Tabela de Conteúdos

1. Introdução.....	2
2. Interface Gráfica.....	3
TELA INICIAL (HOME)	3
PESQUISA.....	4
TELA DERIVADA (ORDEM 1, 2 E 3).....	4
TELA PARA INTEGRAL	6
TELA PARA DÚVIDAS (AJUDA).....	7
3. Funcionalidades	7
3. Bibliotecas Utilizadas	8
SymPy	8
customtkinter.....	8
re	8
4. Métodos e Funções Utilizadas.....	8
1. preprocessar_entrada.....	8
2. formatar_expressao.....	9
3. derivar	10
4. integrar	10
5. integrar_definida	11
6. mostrar_ajuda	12
7. limpar_tudo	12
5. Aplicações	13
Conceitos de Derivadas Aplicados.....	13
Integrais Aplicadas.....	13
6. Manual do Usuário	14
Calculando Derivadas.....	14
Calculando Integral Indefinida	15
Calculando Integral Definida.....	16
Regras para Entrada.....	18
Mensagens de Erro.....	18

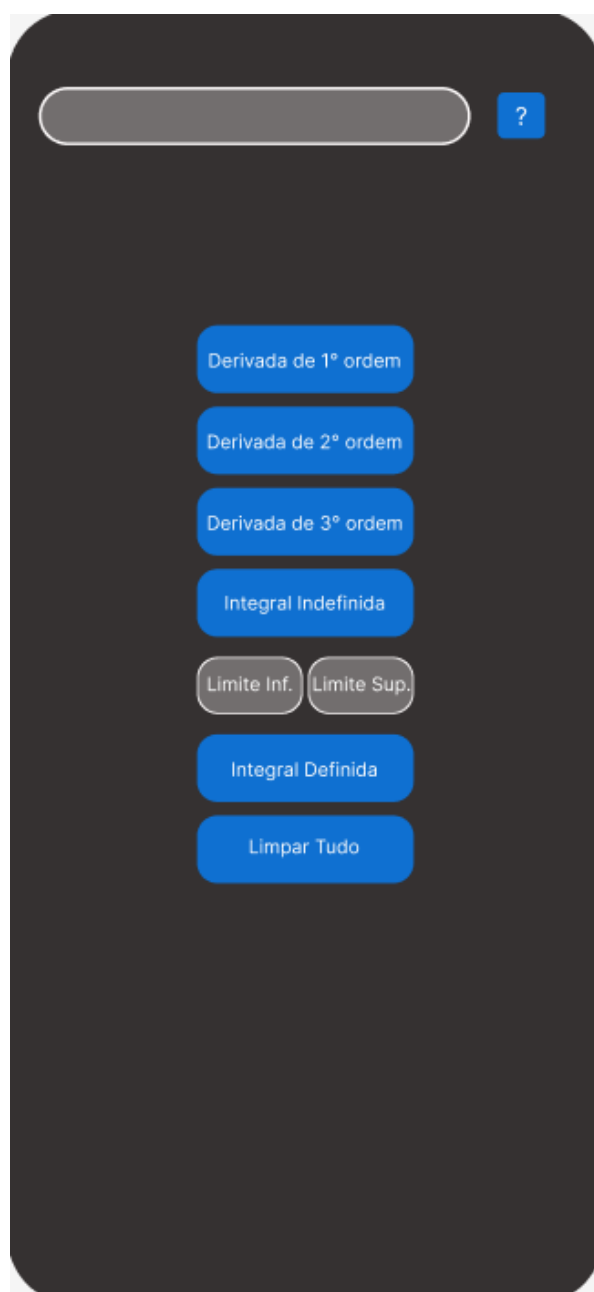
1. Introdução

Esta especificação documenta o desenvolvimento de uma calculadora de derivadas e integrais, abordando o método utilizado, o código desenvolvido e como os conceitos de cálculo diferencial foram aplicados. O software foi implementado em Python utilizando a biblioteca SymPy para manipulações matemáticas simbólicas e a biblioteca customtkinter para a interface gráfica.

2. Interface Gráfica

A interface gráfica foi planejada para ser acessível e eficiente, priorizando a usabilidade e clareza. A seguir, detalhamos as telas desenvolvidas e suas funcionalidades com base no protótipo desenvolvido no Figma, disponível [neste link](#).

TELA INICIAL (HOME)



Descrição:

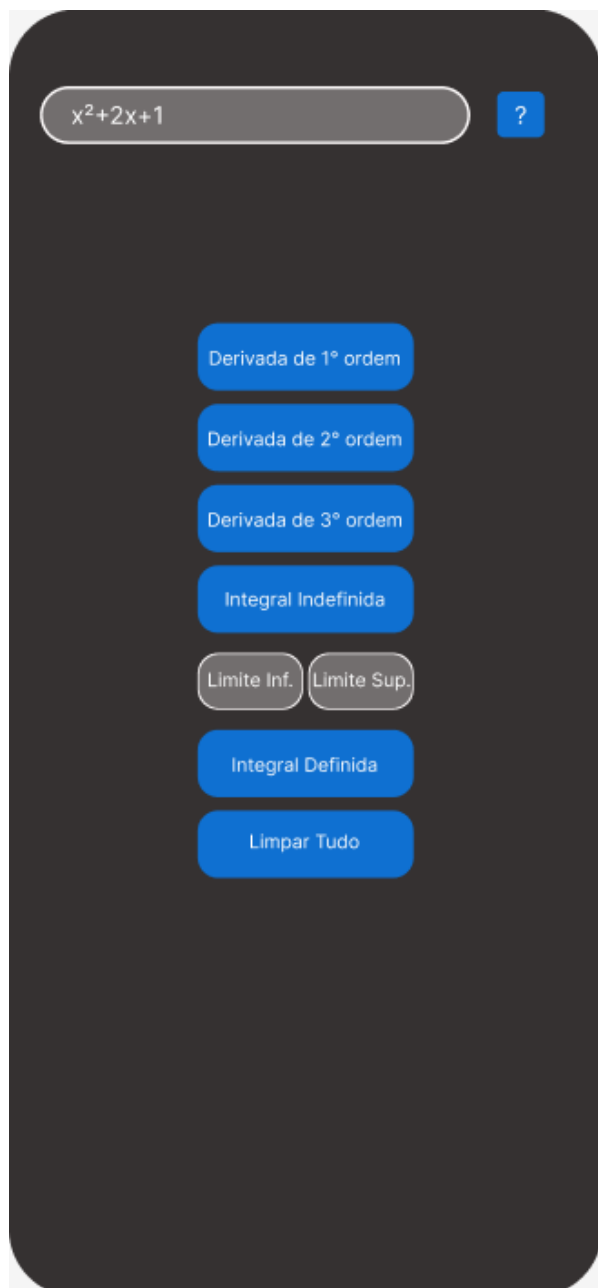
Esta é a tela principal da calculadora, onde o usuário realiza as interações iniciais. A interface é simples e direta, com os seguintes elementos, na interface representados por botões na cor azul:

Campo de entrada de função: Localizado na parte superior, é onde o usuário insere a função desejada, seguindo as regras de escrita (ex.: multiplicação escrita como $2 \cdot x$ ou $2x$, exponenciação como x^2 ou x^{**2}).

Botões de operações: Abaixo do campo de entrada, os botões azuis permitem selecionar a operação desejada (Derivadas de 1ª, 2ª e 3ª ordem, integral definida ou indefinida).

Botão de ajuda: Representado por um ícone de interrogação (?), que abre um pop-up com instruções detalhadas.

PESQUISA



Descrição:

Nesta tela, o usuário digita a função no campo de entrada superior. A multiplicação pode ser escrita por asterisco (**2*x**) ou vazio (**2x**), a exponenciação pode ser escrita por dois asteriscos em sequência (**x**2**), acento circunflexo (**x^2**) ou sobrescrito (**x²**).

TELA DERIVADA (ORDEM 1, 2 E 3)

Descrição (aplicável às três ordens):

Tendo sua função digitada, o usuário pode clicar em qualquer das operações de fácil visualização, que estão na cor azul. Na tela abaixo é possível verificar as derivadas de 1°, 2° e 3° ordem. O resultado aparece na área superior. O usuário tem liberdade para clicar em qualquer outra operação a qualquer momento para fazer um cálculo com a mesma função já inserida.

x^2+2x+1

?

Derivada de ordem 1:
 $2x+2$

Derivada de 1° ordem

Derivada de 2° ordem

Derivada de 3° ordem

Integral Indefinida

Limite Inf.

Limite Sup.

Integral Definida

Limpar Tudo

x^2+2x+1

?

Derivada de ordem 2:
 2

Derivada de 1° ordem

Derivada de 2° ordem

Derivada de 3° ordem

Integral Indefinida

Limite Inf.

Limite Sup.

Integral Definida

Limpar Tudo

x^2+2x+1

?

Derivada de ordem 3:
 0

Derivada de 1° ordem

Derivada de 2° ordem

Derivada de 3° ordem

Integral Indefinida

Limite Inf.

Limite Sup.

Integral Definida

Limpar Tudo

TELA PARA INTEGRAL

Descrição:

Tendo sua função digitada, o usuário pode clicar em qualquer das operações de fácil visualização, que estão na cor azul. Na tela abaixo é possível verificar as integrais indefinida e definida. O resultado aparece na área superior. O usuário tem liberdade para clicar em qualquer outra operação a qualquer momento para fazer um cálculo com a mesma função já inserida. Observação: Para calcular a integral definida é preciso informar os limites inferior e superior.

The image displays two side-by-side screenshots of a mobile application interface for calculating integrals. Both screens show the input function x^2+2x+1 and the resulting integral $x^3/3+x^2+x+C$.

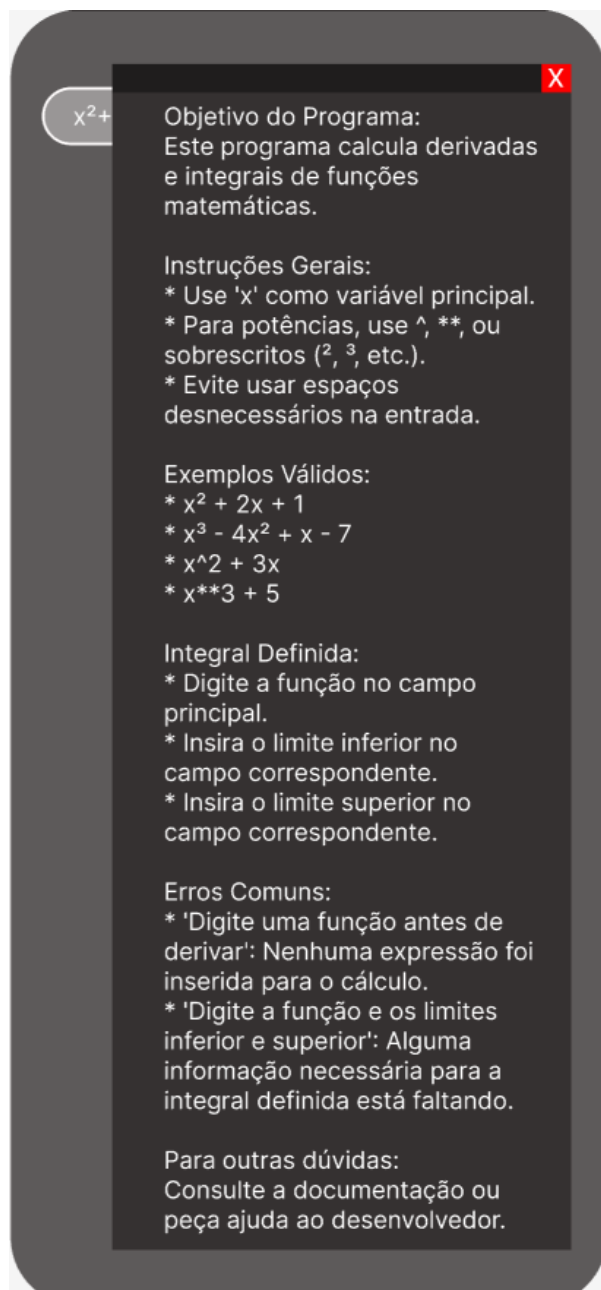
Left Screen:

- Input field: x^2+2x+1
- Integral result: $x^3/3+x^2+x+C$
- Buttons:
 - Derivada de 1° ordem
 - Derivada de 2° ordem
 - Derivada de 3° ordem
 - Integral Indefinida
 - Limite Inf. (disabled)
 - Limite Sup. (disabled)
 - Integral Definida
 - Limpar Tudo

Right Screen:

- Input field: x^2+2x+1
- Integral result: $x^3/3+x^2+x+C$
- Buttons:
 - Derivada de 1° ordem
 - Derivada de 2° ordem
 - Derivada de 3° ordem
 - Integral Indefinida
 - 2 (input field)
 - 1 (input field)
 - Integral Definida
 - Limpar Tudo

TELA PARA DÚVIDAS (AJUDA)



Descrição:

O botão de interrogação (?) localizado ao lado do campo de entrada abre uma janela pop-up com informações úteis:

Instruções: Explica como usar a calculadora, com exemplos claros e objetivos.

Erros comuns: Fornece orientações para corrigir entradas inválidas ou equações mal formatadas.

O design foi pensado para oferecer suporte ao usuário de maneira rápida e eficiente, garantindo uma experiência positiva.

Essas telas foram projetadas para facilitar o uso do sistema, permitindo que o usuário foque nas operações desejadas sem complicações. O protótipo detalhado no Figma serve como referência para a implementação fiel da interface.

3. Funcionalidades

- **Derivadas:** Calcula derivadas simbólicas na ordem especificada.
- **Integrais:**
 - Indefinida: Apresenta a integral simbólica.
 - Definida: Calcula o valor numérico entre os limites especificados.
- **Limpar Tudo:** Remove todas as informações inseridas e os resultados exibidos, reiniciando a

tela.

- **Ajuda:** Exibe instruções, exemplos e dicas de uso.

3. Bibliotecas Utilizadas

SymPy

- SymPy é uma biblioteca para cálculo matemático simbólico, criada para manipulações algébricas, cálculo diferencial e integral, equações diferenciais e muito mais. No contexto deste projeto, ela é utilizada para realizar as operações matemáticas principais. [Documentação SymPy](#)
- **Funções:**
 - symbols: Declara variáveis simbólicas.
 - diff: Calcula derivadas.
 - integrate: Calcula integrais.
 - sympify: Converte strings em expressões matemáticas simbólicas, validando e corrigindo erros simples na entrada. Por exemplo, sympify('2x + x**2') converte para $2x + x^2$, pronta para manipulação pelo SymPy.

customtkinter

A biblioteca customtkinter é uma extensão moderna da tradicional tkinter. Ela foi projetada para criar interfaces gráficas mais atrativas, com suporte a temas e designs contemporâneos. No projeto, customtkinter foi usada para implementar os elementos da interface, como botões, campos de entrada e rótulos. [Documentação customtkinter](#)

- **Elementos:**
 - CTk: Janela principal.
 - CTkButton: Botões para interações.
 - CTkEntry: Campos de entrada para funções e limites.
 - CTkLabel: Exibição de resultados e mensagens.

re

A biblioteca re (regular expressions) é usada para manipular e validar expressões inseridas pelo usuário. Ela permite realizar substituições dinâmicas e padronizar entradas, garantindo compatibilidade com o formato aceito pelo SymPy. [Documentação re](#)

- **Uso no Projeto:**
 - Identificar e substituir potências escritas como x^2 ou sobrescritos x^2 para o formato x^{**2} .
 - Adicionar multiplicadores implícitos (ex.: transforma $2x$ em $2*x$).

4. Métodos e Funções Utilizadas

1. preprocessar_entrada

- **Objetivo:** Adaptar a entrada do usuário para um formato compatível com o SymPy.
- **Operações:**
 - Remove espaços e substitui $^$ por ** , que é o formato de potências reconhecido pelo SymPy.

- Adiciona multiplicadores implícitos entre números e variáveis (ex.: transforma 2x em 2*x).
- Converte sobrescritos (ex.: x²) para o formato normal (ex.: x**2).
- **Como Funciona:**
 - Utiliza a biblioteca re para identificar padrões como variáveis seguidas de sobrescritos ou números sem operador de multiplicação.
 - Realiza substituições por meio de expressões regulares, garantindo que o SymPy interprete corretamente a expressão.
- **Formato Final:** A expressão processada segue as regras do SymPy e está pronta para ser manipulada simbolicamente.

```
# Função para pré-processar a entrada do usuário
def preprocessar_entrada(expr):
    """
    Formata a entrada do usuário para cálculos:
    - Remove espaços desnecessários.
    - Substitui "^" por "**" (sintaxe de potência no Python).
    - Converte expoentes sobrescritos para o formato padrão.
    - Adiciona multiplicações implícitas ausentes (ex: 2x -> 2*x).
    """
    expr = expr.replace(" ", "").replace("^", "**")
    expr = re.sub(
        r'([a-zA-Z])([-0123456789]+)',
        lambda m: m.group(1) + '**' + m.group(2),
        expr
    )
    expr = re.sub(r'(\d)([a-zA-Z])', r'\1*\2', expr)
    expr = re.sub(r'([a-zA-Z])([a-zA-Z])', r'\1*\2', expr)
    return expr
```

2. formatar_expressao

- **Objetivo:** Formatar a saída das expressões para exibição amigável.
- **Operações:**
 - Converte potências no formato ** para sobrescritos, melhorando a legibilidade.
 - Remove multiplicadores implícitos adicionados durante o pré-processamento, apresentando a expressão de forma mais natural para o usuário.
- **Como Funciona:**
 - Utiliza re para localizar padrões como potências no formato ** e converte para sobrescritos Unicode.
 - Remove simbolismos desnecessários (ex.: transforma 2*x novamente para 2x).
- **Formato Final:** Exibição clara e acessível, semelhante ao que seria escrito manualmente, garantindo uma experiência amigável ao usuário.

```
# Função para formatar expressões para exibição amigável
def formatar_expressao(expr_str):
    """
    Converte a expressão processada para um formato mais legível:
    - Aplica sobrescritos para expoentes.
    - Remove símbolos de multiplicação desnecessários.
    """
    expr_str = expr_str.replace(" ", "")
    expr_str = re.sub(r'([a-zA-Z])\*\*([\d+])',
                      lambda m: m.group(1) + '^' + str(m.group(2)), expr_str)
    expr_str = re.sub(r'(\d)\*\*([a-zA-Z])', r'\1^', expr_str)
    expr_str = re.sub(r'([a-zA-Z])\*([a-zA-Z])', r'\1\2', expr_str)
    return expr_str
```

3. derivar

- **Objetivo:** Calcular derivadas de diferentes ordens.
- **Operações:**
 - Usa diff do SymPy para calcular a derivada na ordem desejada.
 - Itera o processo de derivação caso seja solicitada uma ordem maior que 1.
 - Formata a saída com formatar_expressao para exibição amigável.
- **Exemplo:** Para $x^2 + 3x + 1$, a derivada de 1ª ordem é $2x + 3$.

```
# Função para calcular derivadas de ordens específicas
def derivar(ordem):
    """
    Calcula a derivada da função inserida pelo usuário.
    - Ordem da derivada é definida pelo parâmetro `ordem`.
    - Exibe o resultado formatado na interface.
    """
    entrada_raw = entrada.get().strip()
    if not entrada_raw:
        resultado_label.configure(text="! Digite uma função antes de derivar.")
        return
    try:
        expr = preprocessar_entrada(entrada_raw)
        funcao = sympify(expr)
        derivada = funcao
        for _ in range(ordem):
            derivada = diff(derivada, x)
        resultado_label.configure(text=f"Derivada de ordem {ordem}: \n{formatar_expressao(str(derivada))}")
    except Exception as e:
        resultado_label.configure(text=f"Erro: {e}")
```

4. integrar

- **Objetivo:** Calcular integrais indefinidas.
- **Operação:**
 - Usa integrate para calcular a integral indefinida e adiciona + C ao resultado.

```
# Função para calcular a integral indefinida
def integrar():
    """
    Calcula a integral indefinida da função inserida.
    - Exibe o resultado formatado na interface.
    """
    entrada_raw = entrada.get().strip()
    if not entrada_raw:
        resultado_label.configure(text=" ! Digite uma função antes de integrar.")
        return
    try:
        expr = preprocessar_entrada(entrada_raw)
        funcao = sympify(expr)
        integral = integrate(funcao, x)
        resultado_label.configure(text=f"Integral:\n{formatar_expressao(str(integral))} + C")
    except Exception as e:
        resultado_label.configure(text=f"Erro: {e}")
```

5. integrar_definida

- **Objetivo:** Calcular integrais definidas entre dois limites.
- **Operações:**
 - Recebe os limites inferior e superior do usuário.
 - Converte os limites para números reais (float) e valida a entrada.
 - Usa integrate do SymPy para calcular o valor da integral definida.
 - Formata o resultado para duas casas decimais antes de exibi-lo ao usuário.
- **Como Funciona:**
 - Os limites inferior e superior são convertidos usando float, garantindo compatibilidade com os cálculos matemáticos.
 - A função integrate é chamada com três argumentos: a expressão simbólica, o limite inferior e o limite superior.
 - O resultado é arredondado para duas casas decimais usando round().
- **Exemplo:** Para a função x^2 com limites 1 e 3, a integral definida é 8.67. O sistema exibe diretamente esse valor formatado ao usuário.

```
# Função para calcular a integral definida
def integrar_definida():
    """
    Calcula a integral definida entre limites inferiores e superiores.
    - Exige que os limites sejam fornecidos pelo usuário.
    """
    entrada_raw = entrada.get().strip()
    limite_inferior = limite_inf.get().strip()
    limite_superior = limite_sup.get().strip()

    if not entrada_raw or not limite_inferior or not limite_superior:
        resultado_label.configure(text=" ! Digite a função e os limites inferior e superior.")
        return

    try:
        expr = preprocessar_entrada(entrada_raw)
        funcao = sympify(expr)
        limite_inferior = float(limite_inferior)
        limite_superior = float(limite_superior)
        integral_definida = integrate(funcao, (x, limite_inferior, limite_superior))
        resultado_label.configure(text=f"Integral definida:\n{round(float(integral_definida), 2)}")
    except Exception as e:
        resultado_label.configure(text=f"Erro: {e}")
```

6. mostrar_ajuda

- **Objetivo:** Exibir um pop-up com instruções sobre o uso da calculadora.

```
# Função para exibir instruções e exemplos de entrada
def mostrar_ajuda():
    """
    Exibe uma janela de ajuda com exemplos e instruções para o usuário.
    """
    ajuda = ctk.CTkToplevel(janela)
    ajuda.title("Ajuda - Exemplos de entrada")
    ajuda.geometry("300x600")
    ajuda.attributes('-topmost', True)

    texto = """...
    ctk.CTkLabel(ajuda, font=fonte_menor, text=texto, justify="left", wraplength=280).pack(padx=10, pady=10)
```

7. limpar_tudo

- **Objetivo:** Remover todas as informações da interface e reiniciar o estado da calculadora.
- **Como Funciona:**
 - Define o valor padrão ("") nos campos de entrada e resultados.
 - Garantia de que o estado inicial é restaurado.

```
# Função para limpar os dados já inseridos
def limpar_tudo():
    entrada.delete(0, 'end')
    limite_inf.delete(0, 'end')
    limite_sup.delete(0, 'end')
    resultado_label.configure(text="")
```

5. Aplicações

Conceitos de Derivadas Aplicados

- **Cálculo de Velocidade:** Derivadas de 1ª ordem são usadas para calcular a taxa de variação de uma função, como velocidade em relação ao tempo.
- **Cálculo de Aceleração:** Derivadas de 2ª ordem representam a variação da velocidade (aceleração).

Integrais Aplicadas

- **Área Sob a Curva:** Integrais são usadas para calcular a área acumulada.
- **Valores Acumulativos:** Integrais definidas permitem calcular valores totais em intervalos.

6. Manual do Usuário

Calculando Derivadas

1. **Insira uma Função:** Digite a expressão no campo de entrada.

a. Exemplo:

$$x^2+2x+1.$$

The image shows a digital calculator interface with two side-by-side panels. Each panel has a dark background. At the top of each panel is a light gray input field with a blue question mark icon to its right. The left panel's input field is empty, while the right panel's input field contains the text x^2+2x+1 . Below the input fields, each panel features a vertical stack of blue buttons with white text. The buttons are: 'Derivada de 1° ordem', 'Derivada de 2° ordem', 'Derivada de 3° ordem', 'Integral Indefinida', 'Limite Inf.' (and 'Limite Sup.' in a smaller, lighter gray button), 'Integral Definida', and 'Limpar Tudo'.

2. **Selecione a Operação:** Clique em um dos botões:

- Derivar (1ª, 2ª ou 3ª ordem).
- Integral Indefinida.

c. Integral Definida (informe limites inferior e superior).

3. **Veja o Resultado:** O resultado será exibido na área abaixo ao campo da operação inserida.

Calculando Integral Indefinida

1. **Insira uma Função:** Digite a expressão no campo de entrada.

a. Exemplo:

$$x^2+2x+1.$$

2. **Para calcular a integral indefinida:** Clique no botão:

a. Integral

Indefinida.



Calculando Integral Definida

1. **Insira uma Função:** Digite a expressão no campo de entrada.
 - a. Exemplo: x^2+2x+1 .

The image shows two identical calculator interfaces side-by-side. Each interface has a dark background with rounded corners. At the top, there is a light gray input field. The left interface has an empty input field, while the right interface contains the expression x^2+2x+1 . Below the input field, there is a vertical column of buttons: 'Derivada de 1° ordem', 'Derivada de 2° ordem', 'Derivada de 3° ordem', 'Integral Indefinida', 'Limite Inf.' and 'Limite Sup.' (two small buttons side-by-side), 'Integral Definida', and 'Limpar Tudo'.

2. **Para calcular a integral definida:**

- Digite o limite inferior e, logo após, o limite superior.
- Clique no botão

Integral

Definida.

The image shows three panels of a mathematical calculator interface. Each panel has a top input field containing the expression x^2+2x+1 and a question mark icon. Below the input field, the panels display different results and options:

- Panel 1 (Left):** Shows the result "Integral: $x^3/3+x^2+x+C$ ". Below this are buttons for "Derivada de 1º ordem", "Derivada de 2º ordem", "Derivada de 3º ordem", "Integral Indefinida", a "Limite Sup." button with a value of 2, "Integral Definida", and "Limpar Tudo".
- Panel 2 (Middle):** Shows the same result "Integral: $x^3/3+x^2+x+C$ ". Below this are buttons for "Derivada de 1º ordem", "Derivada de 2º ordem", "Derivada de 3º ordem", "Integral Indefinida", a "Limite Sup." button with a value of 2, a "Limite Inf." button with a value of 1, "Integral Definida", and "Limpar Tudo".
- Panel 3 (Right):** Shows the result "Integral Definida: -6.33". Below this are buttons for "Derivada de 1º ordem", "Derivada de 2º ordem", "Derivada de 3º ordem", "Integral Indefinida", a "Limite Sup." button with a value of 2, a "Limite Inf." button with a value of 1, "Integral Definida", and "Limpar Tudo".

Regras para Entrada

- **Multiplicação:** Pode ser escrita como $2*x$ ou $2x$.
- **Potências:** Use $^$ ou $**$.
- **Sobrescritos:** Aceitos como x^2 ou x^3 .

Mensagens de Erro

- **Digite uma função:** Insira uma expressão no campo de entrada.
- **Digite a função e os limites:** Informe os limites corretamente para integrais definidas.