

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA
SOUZA**

**Etec PHILADELPHO GOUVÊA NETTO
Técnico em Mecatrônica**

**Alex Rodrigo Bacco
Caio Wender Liandro Pinheiro
Fellipe Eduardo de Carli
João Pedro Dias Miguel
Jônata Neves Rodrigues
Leandro Inacio de Freitas Pereira
Paulo Eduardo de Oliveira Candido**

**RESSUSCITADOR CARDIOPULMONAR:
dispositivo com acionamento pneumático.**

São José do Rio Preto - SP

2025

**Alex Rodrigo Bacco
Caio Wender Liandro Pinheiro
Fellipe Eduardo de Carli
João Pedro Dias Miguel
Jônata Neves Rodrigues
Leandro Inacio de Freitas Pereira
Paulo Eduardo de Oliveira Candido**

**RESSUSCITADOR CARDIOPULMONAR:
dispositivo com acionamento pneumático.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Técnico em Mecatrônica da Etec Philadelpho Gouvêa Netto – CPS orientado pelo Prof. Me. Sidnei Cavassana como requisito parcial para obtenção do título de Técnico em Mecatrônica.

Prof. Disciplina TCC: Prof. Sidnei Cavassana.

São José do Rio Preto - SP

2025

DEDICATÓRIA

Com imensa gratidão, dedicamos este trabalho à extraordinária equipe de professores da ETEC Philadelpho Gouvêa Netto, que, com sabedoria, paciência e dedicação, deixaram marcas valiosas em nossa formação, tanto no curso técnico quanto na Base Nacional Comum Curricular.

Ao professor orientador Sidnei Cavassana, nosso sincero agradecimento pelo apoio, orientação e por caminhar ao nosso lado durante cada etapa deste projeto, nos motivando a seguir em frente, mesmo diante dos desafios.

Estendemos este agradecimento a todos os professores, familiares e amigos, que, com palavras de incentivo, gestos de carinho e apoio incondicional, foram fundamentais para que este sonho se tornasse realidade.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos, primeiramente, aos dedicados profissionais do curso técnico em Mecatrônica da ETEC Philadelpho Gouvêa Netto, que, com paciência, competência e incentivo, compartilharam seus conhecimentos e nos guiaram durante toda essa jornada. Mesmo diante dos desafios e das limitações, principalmente por lidarmos com uma área tão sensível e complexa quanto a da saúde, recebemos apoio e orientação fundamentais para seguir em frente.

Este projeto, marcado por obstáculos e aprendizados, só se tornou possível graças à união, à força de vontade e ao esforço coletivo. Por isso, estendemos nosso sincero agradecimento aos familiares e amigos, que não apenas torceram por nós, mas acreditaram em nosso potencial e ofereceram palavras de conforto e incentivo nos momentos mais difíceis.

Cada conquista alcançada neste trabalho carrega um pedaço de todos que caminharam ao nosso lado.

“O sábio nunca diz tudo que pensa,
mas sempre pensa tudo o que diz”

Aristóteles

RESUMO

A Parada Cardiorrespiratória (PCR) vem sendo um problema mundial no âmbito da saúde pública, estima-se que cerca de 200.000 casos ocorrem no nosso país a cada ano. Este estudo se constitui em um plano de ação buscando implementar um protocolo de atendimento a PCR, com utilização de equipamento com acionamento pneumático e controlado por “Arduino”.

Os dispositivos de RCP (Ressuscitação Cardiopulmonar) mecânicos foram desenvolvidos com o objetivo de automatizar as compressões torácicas durante a parada cardiorrespiratória. Esses equipamentos garantem compressões constantes, eficazes e de alta qualidade, superando limitações comuns da RCP manual, como fadiga do socorrista, falta de padronização nas compressões e interrupções no procedimento. Podem ser utilizados como complemento ou substituto da RCP manual, especialmente em situações onde a aplicação manual não é segura, viável ou eficiente. Entre os principais benefícios estão a redução do desgaste físico da equipe de emergência e a possibilidade de manter a qualidade da RCP durante o transporte do paciente ou em ambientes restritos.

Palavras-chave: Arduino, RCP, PCR e Pneumático.

ABSTRACT

Cardiopulmonary arrest (CPA) has become a global public health problem. It is estimated that approximately 200,000 cases occur in our country each year. This study is an action plan that seeks to implement a protocol for CPA care, using pneumatic cylinder equipment and Arduino.

Mechanical CPR (cardiopulmonary resuscitation) devices were developed with the aim of automating chest compressions during cardiopulmonary arrest. These devices ensure constant, effective and high-quality compressions, overcoming common limitations of manual CPR, such as rescuer fatigue or interruptions in the procedure. They can be used as a complement or substitute for manual CPR, especially in situations where manual application is not safe, feasible or efficient. Among the main benefits are the reduction of physical exhaustion for the emergency team and the possibility of maintaining the quality of CPR during patient transport or in restricted environments.

Keywords: Arduino, CPA e Pneumático

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Ressuscitador Cardiopulmonar LUCAS.....	13
Figura 2	Ressuscitador Cardiopulmonar Alto Pulse.....	14
Figura 3	Arduino Uno 3.....	14
Figura 4	Válvula Solenoide Retorno por Mola.....	15
Figura 5	Pistão de Ação Simples Retorno por Mola.....	16
Figura 6	Display Lcd Keypad 16x2.....	17
Figura 7	Modulo Relé 2 Canais 5v.....	17
Figura 8	Mangueira Ar 6mm.....	18
Figura 9	Suporte.....	18
Figura 10	C.A.B.D.....	21
Figura 11	Posição para atendimento PCR.....	22
Figura 12	Localização para Compressão.....	22
Figura 13	Profundidade da Compressão.....	23

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. OBJETIVO	12
3. HISTÓRIA E SURGIMENTO DOS DISPOSITIVOS DE RCP.....	13
4. REVISÃO DE LITERATURA.....	13
5. DESENVOLVIMENTO.....	15
6. COMPONENTES.....	17
7. PROGRAMAÇÃO.....	19
8. ESQUEMA ELETRICO.....	21
9. METODOLOGIA.....	22
10. RECOMENDAÇÕES FUTURAS	26
11. CONCLUSÃO	27
BIBIOGRAFIA.....	28

INTRODUÇÃO

A Parada cardiorrespiratória (PCR) vem sendo um problema mundial no âmbito da saúde pública. Apesar de termos avanços na prevenção e tratamento dessa emergência, nos últimos anos muitas vidas são perdidas no Brasil relacionadas à PCR, apesar de poucos dados estatísticos a este respeito, estima-se cerca de 200.000 casos ocorrem no nosso país, sendo metade destes em ambiente hospitalar e a outra metade em ambientes como residências, shopping centers, aeroportos, estádios, dentre outros (GONZALEZ, 2013).

Para entendermos melhor o que é PCR, podemos conceituar essa condição como a cessação súbita da atividade mecânica do ventrículo e da respiração (CONSENSO, 1996, p. 377), além disso podemos mencionar ainda que segundo Libby (2010, p. 934), Parada Cardíaca (PC) pode ser entendida como: "Cessação abrupta da função da bomba cardíaca, que pode ser reversível, mas levará à morte na ausência de uma intervenção imediata". Sendo que a intervenção realizada neste momento para o atendimento a essa emergência recebe denominação de Ressuscitação Cardiopulmonar (RCP) (SAYRE, 2010, p. 1; GONZALEZ, 2013, p. 3).

Dados revelam ainda que a maioria das PCRs em ambiente extra-hospitalar ocorrem devido a ritmos cardíacos irregulares como Fibrilação Ventricular (FV) e Taquicardia Ventricular sem pulso (TVSP).

O atendimento a essa eventualidade gera tanto para o socorrista, como para a equipe de saúde, quanto para a vítima, um elevado nível de estresse, pois, a sobrevivência está co- relacionada a um atendimento eficaz e rápido com intuito de restabelecer a respiração e a circulação espontaneamente (CAPOVILLA, 2002).

Diante do exposto o presente trabalho tem como objetivo elaborar um plano de ação para a implantação de um protocolo para atendimento de PCR para ambulâncias em todo o Brasil utilizando equipamentos portáteis de RCP.

Acreditamos que um atendimento ágil, rápido e eficiente a uma PCR pode fazer a diferença entre a vida e a morte do paciente, bem como a diminuição ou aumento da sobrevivência do mesmo e conseqüentemente das sequelas que podem advir dessa anomalia.

1.1 História e Surgimento dos Dispositivos de RCP Mecânica

A ressuscitação cardiopulmonar (RCP) é uma técnica vital no atendimento a pacientes em parada cardiorrespiratória, tendo sido desenvolvida e padronizada a partir da década de 1960 com base em evidências científicas sobre o funcionamento cardíaco e pulmonar. Desde então, a RCP manual tem sido o método principal de suporte básico de vida. No entanto, estudos começaram a evidenciar que, mesmo com treinamento, a qualidade das compressões torácicas varia significativamente entre os socorristas, além de declinar rapidamente devido à fadiga física — principalmente durante atendimentos prolongados ou em transporte.

Com o objetivo de superar essas limitações, surgiram os primeiros protótipos de dispositivos de RCP mecânica. Um marco importante foi o desenvolvimento do Michigan Instruments Thumper na década de 1970. Este dispositivo pioneiro, movido a ar comprimido, foi um dos primeiros a realizar compressões torácicas de maneira automatizada. Apesar de seu uso ter sido limitado a ambientes hospitalares, ele estabeleceu a base tecnológica e conceitual para os modelos futuros.

A partir dos anos 2000, com o avanço da microeletrônica, da tecnologia de baterias e do design médico, surgiram dispositivos mais portáteis, eficientes e seguros, voltados para uso tanto pré-hospitalar quanto intra-hospitalar. Dois dos mais conhecidos e utilizados atualmente são:

AutoPulse® (Zoll Medical Corporation): lançado nos anos 2000, esse equipamento utiliza uma banda de compressão automatizada que envolve o tórax do paciente, distribuindo a força de forma mais ampla e uniforme. Estudos demonstraram que o AutoPulse pode manter o fluxo sanguíneo cerebral e coronariano de forma mais eficiente do que compressões manuais em algumas situações.

LUCAS (Lund University Cardiopulmonary Assist System): criado inicialmente na Suécia, também no início dos anos 2000, esse dispositivo utiliza um pistão mecânico para realizar compressões no centro do tórax, com frequência e profundidade controladas. Ele é alimentado por bateria e amplamente utilizado por serviços de emergência em todo o mundo. O desenvolvimento do LUCAS foi inspirado por estudos conduzidos pela Universidade de Lund, que buscavam soluções para melhorar o suporte cardíaco durante a reanimação prolongada.

A partir de 2010, o uso desses dispositivos foi incorporado em protocolos internacionais de suporte avançado de vida, como os da American Heart Association (AHA) e da European Resuscitation Council (ERC), especialmente em contextos

específicos, como durante transporte, em ambientes de difícil acesso, ou quando a qualidade da RCP manual não pode ser mantida.

Embora os dispositivos de RCP mecânica não substituam completamente a RCP manual em todas as situações, eles representam um avanço tecnológico significativo no suporte à vida. Permitem compressões consistentes, ininterruptas e de alta qualidade, além de liberar os profissionais para se concentrarem em outras intervenções críticas. A contínua pesquisa na área busca aprimorar esses dispositivos, com foco em melhorar ainda mais os desfechos clínicos dos pacientes em parada cardíaca.

2 OBJETIVO

O objetivo da Ressuscitação Cardiopulmonar (RCP) Mecânica é proporcionar compressões torácicas de alta qualidade e contínuas, superando as limitações da RCP manual, devido a fadiga do socorrista e a variação na técnica de compressão. Os dispositivos de RCP mecânica têm como foco principal:

- Manter a perfusão cerebral e miocárdica adequadas: A principal função da RCP mecânica é garantir a continuidade do fluxo sanguíneo para o cérebro e o coração durante a parada cardiorrespiratória (PCR), maximizando as chances de sobrevivência e minimizando danos neurológicos ou cardíacos.
- Realizar compressões de alta qualidade e consistência: A RCP mecânica é projetada para manter compressões torácicas eficazes e uniformes, com a profundidade e frequência adequadas, sem as variações que podem ocorrer na RCP manual. Isso é especialmente importante, pois a qualidade das compressões influencia diretamente a sobrevivência do paciente.
- Reduzir a frequência e a duração das interrupções: As interrupções nas compressões torácicas durante a RCP são um dos fatores mais críticos para o sucesso da ressuscitação. A RCP mecânica permite compressões contínuas, reduzindo as interrupções necessárias para a realização de outras manobras, como ventilação ou administração de medicamentos, o que pode melhorar significativamente a perfusão e aumentar a probabilidade de sucesso na reanimação.
- Facilitar a realização de outros procedimentos médicos simultaneamente: A RCP mecânica permite que os profissionais de saúde realizem outras intervenções de emergência, como intubação traqueal, administração de fármacos e monitoramento, sem comprometer a eficácia das compressões torácicas. Isso é especialmente útil em

ambientes críticos, como unidades de terapia intensiva ou durante o transporte de pacientes para centros especializados.

- Aumentar a eficácia no transporte de pacientes: Durante o transporte de pacientes em PCR para hospitais ou unidades especializadas, a RCP mecânica oferece compressões contínuas e consistentes, assegurando que o paciente receba suporte adequado durante o trajeto, o que pode ser um desafio significativo quando realizado manualmente.
- Melhorar os desfechos a longo prazo: Com compressões de alta qualidade, a RCP mecânica tem o potencial de melhorar os desfechos a longo prazo, incluindo a sobrevivência com boa função neurológica, um dos principais indicadores de sucesso na ressuscitação.

Portanto, o objetivo central da RCP mecânica é maximizar as chances de sobrevivência e reduzir as complicações associadas à PCR, proporcionando uma solução eficiente e sustentada para a realização das compressões torácicas em cenários desafiadores e durante longos períodos de reanimação.

3 REVISÃO DE LITERATURA

A Ressuscitação Cardiopulmonar (RCP) é uma intervenção de emergência essencial utilizada em casos de parada cardiorrespiratória (PCR), com o objetivo de manter a circulação sanguínea e a oxigenação cerebral até a restauração da função cardíaca espontânea. Desde sua padronização na década de 1960, a RCP passou por diversas reformulações baseadas em evidências científicas, buscando melhorar os índices de sobrevida e os desfechos neurológicos dos pacientes.

Segundo as diretrizes da American Heart Association (AHA), a RCP de alta qualidade envolve compressões torácicas firmes e rápidas (entre 100 e 120 por minuto), com profundidade adequada (de 5 a 6 cm em adultos), permitindo o retorno completo do tórax entre as compressões e minimizando as interrupções. No entanto, estudos demonstram que a execução manual da RCP frequentemente apresenta falhas técnicas, especialmente em situações prolongadas, devido à fadiga do socorrista, variação da técnica e condições adversas de atendimento (Mancini et al., 2015).

Diante dessas limitações, surgiram os dispositivos de RCP mecânica, desenvolvidos para fornecer compressões torácicas automatizadas com maior consistência e precisão. Os principais modelos disponíveis atualmente são o LUCAS (Lund University Cardiac Assist System) (Figura 1) e o AutoPulse (Figura 2), que utilizam

mecanismos pneumáticos ou motorizados para realizar compressões torácicas contínuas e controladas, mesmo durante o transporte ou procedimentos simultâneos (e.g., cateterismo cardíaco).

A literatura científica apresenta resultados variados quanto à superioridade da RCP mecânica em relação à manual. Alguns estudos observacionais e ensaios clínicos sugerem que o uso de dispositivos mecânicos pode melhorar a perfusão cerebral e miocárdica, bem como facilitar a realização de outros procedimentos durante a reanimação (Rubertsson et al., 2014). No entanto, outras pesquisas indicam que os resultados em termos de sobrevivência até a alta hospitalar ou com bom desfecho neurológico não são significativamente diferentes, sendo, portanto, recomendada uma utilização criteriosa e contextualizada dos dispositivos (Perkins et al., 2015).

As diretrizes internacionais, como as do European Resuscitation Council (ERC) e da AHA, reconhecem o valor dos dispositivos de RCP mecânica principalmente em situações específicas, como transporte prolongado, PCR em ambientes remotos, ou quando há poucos profissionais disponíveis para realizar RCP de qualidade. Não obstante, reforçam que a RCP manual ainda deve ser considerada o padrão inicial, especialmente quando realizada por profissionais treinados.

Portanto, a revisão da literatura aponta que, embora a RCP mecânica represente um avanço importante na medicina de emergência, sua eficácia depende de fatores clínicos, operacionais e logísticos, não devendo substituir a capacitação em RCP manual, mas sim complementar a abordagem tradicional em contextos adequados.

Figura 1- Ressuscitador Cardiopulmonar LUCAS



Fonte: <https://indumed.com.br/>

Figura 2 - Ressuscitador Cardiopulmonar Auto Pulse



Fonte: <https://www.stryker.com/>

4 DESENVOLVIMENTO

4.1 Componentes

4.1.1 Arduino

Arduino é um componente eletrônico mostrado na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, o mesmo permite o desenvolvimento de projetos tecnológicos, no qual ele controla e lê dados dos sensores presentes no circuito integrado.

Figura 3 - Arduino



Fonte: <https://www.arduino.cc/>

4.1.1.1 Características:

- Microcontrolador: ATmega328
- Tensão de operação: 5V
- Tensão recomendada (entrada P4): 7-12V (Atenção: entrada via USB: 5V)
- Limite da tensão de entrada: 6-20V
- Pinos digitais: 14 (seis pinos com saída PWM)
- Entrada analógica: 6 pinos
- Corrente contínua por pino de entrada e saída: 40mA
- Corrente para o pino de 3.3 V: 50 mA
- Quantidade de memória FLASH: 32 KB (ATmega328) onde 0.5 KB usado para o bootloader
- Quantidade de memória SRAM: 2 KB (ATmega328)

4.1.2 Válvula Solenoide 12v 3\2 vias

Uma válvula solenoide 12v 3/2 vias na 4 é um dispositivo que controla o fluxo de um fluido (como ar ou água) utilizando um campo magnético criado por uma bobina elétrica que é energizada por uma tensão de 12 volts.

Figura 3 - Válvula Solenoide 12v 3\2 vias



Fonte: Mercado livre, 2024.

Características:

- Válvula 3 vias 2 posições. Acionamento por solenoide, retorno por mola.

- Aplicação mais comum: Cilindros pneumáticos de simples ação.
- Entrada / Saida Rosca 1/4" BSP
- Escape Rosca 1/4" BSP
- Fluido Ar Filtrado (40 μ m)
- Pressão Máx.: 10 Bar - 150Psi
- Temperatura: 5 ~ 50 °C
- Classe Proteção :IP 65
- Tensões Disponiveis: 12DC - 24AC - 24DC - 110AC - 220AC

4.1.3 Pistão Pneumática de Simples Ação

Figura 4 – Pistão Pneumático Simples Ação



Fonte: Mercado livre, 2024.

Características:

- Cilindro: SIMPLES AÇÃO RETORNO MOLA
- Fluido: Ar filtrado e lubrificado
- Êmbolo: Magnético
- Pressão de trabalho: 1 a 9 bar
- Pressão Ruptura: 13,5 bar
- Temp. de trabalho: -10 a 80 °C

4.1.4 Display Lcd Keypad 16x2

Figura 5 - Display Lcd Keypad 16x2



Fonte: Mercado livre, 2025.

Características:

- Shield LCD 16x2
- LCD Keypad Shield
- Compatível com Arduino
- Encaixe rápido
- Dispensa a utilização de jumpers e protoboards
- Luz de fundo azul com brilho regulável
- 5 botões de comando e 1 botão reset

4.1.5 Modulo Relê 2 Canais 5v

Figura 6 - Modulo Relê 2 Canais 5v



Fonte: Mercado livre, 2025.

Características:

- Tensão de operação: 5VDC (VCC e GND)
- Tensão de sinal: 5VDC (IN1 e IN2)
- Corrente de operação típica: 15~20mA

- Cada relé possui 3 terminais: 1 NA, 1 NF e o Comum
- Contato do relé suporta tensão de até 30 VDC a 10A ou 250VAC a 10^a
- Tempo de resposta: 5~10ms
- Indicador LED de funcionamento
- 4 pontos de fixação de 3mm nas extremidades da placa

4.1.6 Mangueira Ar 6mm

Figura 7 - Mangueira Ar 6mm



Fonte: Mercado livre, 2025.

Características:

- Mangueira Pneumática De Poliuretano Tubo 6mm – Azul
- Diâmetro externo: 6mm
- Diâmetro interno: 4mm
- Parede: 1,00mm
- Pressão máxima de trabalho 10 Bar - 150 Psi
- Temperatura de trabalho: -20°C até +60°C

4.1.7 Suporte

Figura 8 - Suporte



Fonte: Própria, 2025

Características:

- Mateira Compensada

5 PROGRAMAÇÃO

```

#include <LiquidCrystal.h>

// Pinos do LCD (com 20inute)
LiquidCrystal lcd(8, 9, 4, 5, 6, 7);

// Pino do botão SELECT via 20inute
const int buttonPin = A0;

// Pino da 20inute20 (relé)
const int relePin = 11;

unsigned long previousMillis = 0;
const unsigned long interval = 600; // 100 vezes por 20inute = 600ms

bool ligado = false;
unsigned long compressaoCount = 0;

unsigned long backlightStart = 0;
const unsigned long backlightDuration = 300000; // 5 minutos

void setup() {
  pinMode(relePin, OUTPUT);
  digitalWrite(relePin, LOW);

  lcd.begin(16, 2);
  lcd.print("Stand by");

  pinMode(buttonPin, INPUT);
  analogReference(DEFAULT);
}

void loop() {
  int buttonValue = analogRead(buttonPin);

  // Botão SELECT
  if (buttonValue < 700 && buttonValue > 600 && !ligado) {
    ligado = true;
    compressaoCount = 0;
    lcd.clear();
    lcd.print("Ligado");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("Comp: ");
    lcd.print(compressaoCount);
    backlightStart = millis(); // começa a contar o tempo da luz de fundo
    delay(500); // debounce
  }
}

```

**// Botão RST reinicia o Arduino -> volta para “Stand by”
automaticamente**

```

if (ligado) {
  unsigned long currentMillis = millis();

  // Apagar backlight após 5 min
  if (currentMillis – backlightStart > backlightDuration) {
    digitalWrite(10, LOW); // apaga backlight
  } else {
    digitalWrite(10, HIGH); // mantém aceso
  }

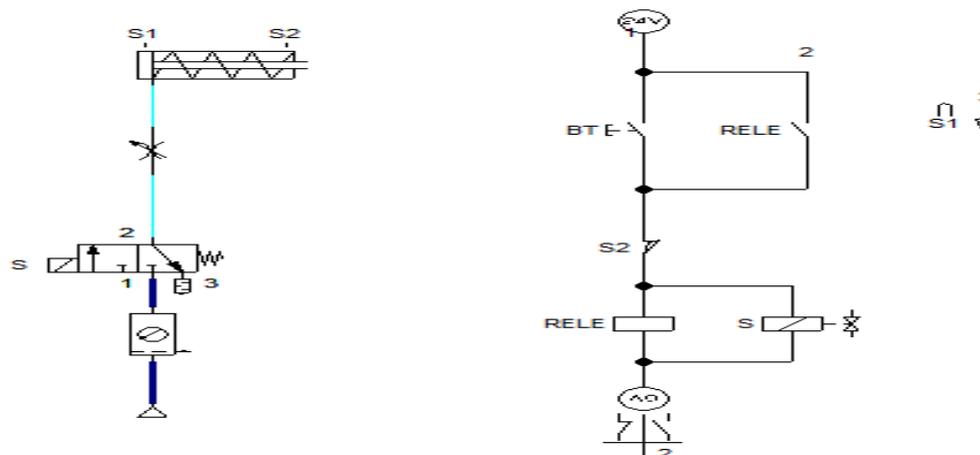
  // Compressão a cada 600ms
  if (currentMillis – previousMillis >= interval) {
    previousMillis = currentMillis;

    digitalWrite(relePin, HIGH);
    delay(100); // tempo da compressão (ajustável)
    digitalWrite(relePin, LOW);

    compressaoCount++;
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print(“Comp: ”);
    lcd.print(compressaoCount);
  }
  } else {
    digitalWrite(10, HIGH); // mantém LCD aceso no standby
  }
}

```

6 ESQUEMA ELETRICO



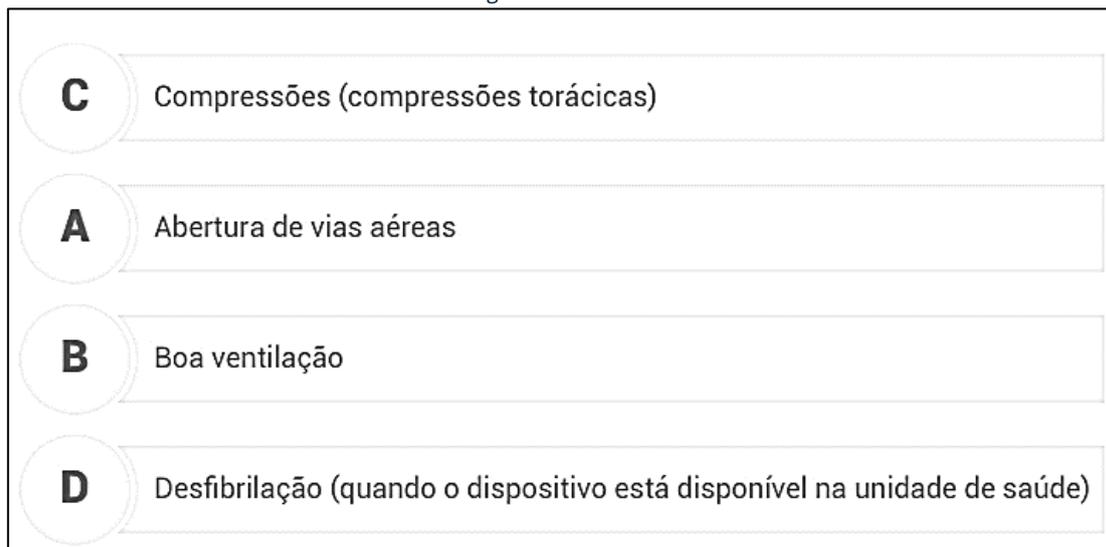
7 METODOLOGIA

São seguidas as diretrizes da American Heart Association para profissionais de saúde. Dessa forma, se uma pessoa desmaiou com possível parada cardíaca, o socorrista primeiro estabelece a não responsividade e confirma a ausência de respiração ou a presença somente de respiração ofegante. Então, o socorrista chama ajuda. Assim, quem responder ao chamado é instruído a ativar o sistema de resposta de emergência e, se possível, obter um desfibrilador.

Não havendo resposta, primeiro o socorrista ativa o sistema de resposta de emergência e então inicia o suporte básico à vida efetuando 30 compressões torácicas à frequência de 100 a 120/min e em uma profundidade de 5 a 6 cm, deixando que a parede torácica retorne à altura máxima entre as compressões e então abrindo a via respiratória (elevando o queixo e inclinando a testa para trás) e fazendo 2 respirações com o dispositivo bolsa válvula máscara.

A Reanimação Cardiopulmonar (RCP) é determinante para o retorno da circulação sanguínea e para a sobrevivência. Logo, ao identificar uma parada cardiorrespiratória (PCR), deve-se proceder imediatamente às compressões torácicas, seguidas pela abertura de vias aéreas e boa ventilação. O mnemônico C-A-B-D (Figura 10) pode ser utilizado para descrever os passos simplificados do atendimento em suporte básico de vida.

Figura 9 – C-A-B-D

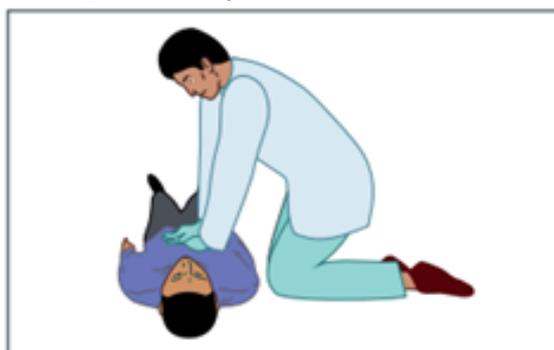


Fonte: Brasil. Ministerio da Saude

O atendimento pode ser realizado por uma equipe ou por um único socorrista, mas independentemente do número de assistentes, deve-se continuar as compressões e a ventilação.

Posicione-se ao lado da pessoa e mantenha seus joelhos com certa distância, para melhor estabilidade (Figura 11). Estenda os braços e os mantenha cerca de 90° sobre pessoa.

Figura 10 - Posição para atendimento PCR

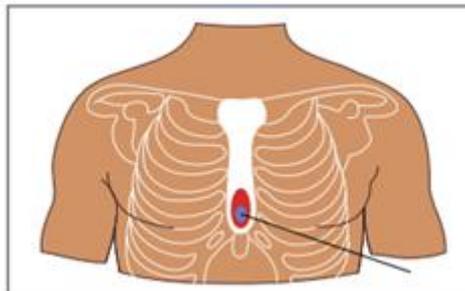


Fonte: Brasil. Ministerio da Saude

O ciclo de compressões e respirações é continuado sem interrupção; preferivelmente, cada socorrista descansa a cada 2 minutos. Assim que disponível, deve-se posicionar o desfibrilador ou DEA no paciente para checar o ritmo.

Coloque a região hipotênar de uma mão sobre a metade inferior do esterno da pessoa (Figura 12) e a outra mão sobre a primeira entrelaçando-as.

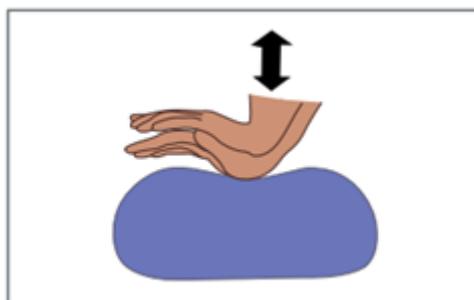
Figura 11 - Localização para a compressão



Fonte: Brasil. Ministerio da Saude

Comprima com profundidade de no mínimo 5cm, evitando compressões com profundidade maior do que 6 cm (Figura 13).

Figura 12 - Profundidade da Compressão



Fonte: Brasil. Ministerio da Saude

IMPORTANTE!

- Permita o retorno completo do tórax a cada compressão, evitando apoiar-se no tórax da pessoa.
- Realize a frequência de 100 a 120 compressões por minuto.
- Quando for possível, reveze com outro socorrista a cada 2 minutos, para evitar cansaço e compressões de má qualidade.

7.1 Metodologia de RCP Mecânica

A **Ressuscitação Cardiopulmonar (RCP) mecânica** envolve o uso de dispositivos automatizados ou semiautomatizados para realizar compressões torácicas de alta qualidade durante a parada cardiorrespiratória (PCR). Esses dispositivos são projetados para superar limitações humanas, como fadiga, variação na técnica e incapacidade de realizar compressões contínuas durante longos períodos ou em cenários desafiadores. A

metodologia de RCP mecânica é baseada na utilização de dispositivos como o **LUCAS (Lund University Cardiac Assist System)**, o **AutoPulse** e outros sistemas pneumáticos ou motorizados.

7.1.1. Tipos de Dispositivos de RCP Mecânica

Existem diferentes modelos de dispositivos de RCP mecânica, com variações no mecanismo de compressão e na aplicação clínica. Os principais tipos incluem:

- **LUCAS:** Um dispositivo motorizado que utiliza uma cinta torácica conectada a um sistema de compressão pneumática. Ele é colocado sobre o tórax do paciente, e o dispositivo realiza compressões e desconpressões de maneira controlada, com parâmetros ajustáveis de profundidade e frequência.
- **AutoPulse:** Um dispositivo automatizado que envolve um cinturão torácico e aplica compressões contínuas ao torácico utilizando um sistema mecânico. Ele é projetado para fornecer compressões que imitam a ação manual, mantendo uma pressão constante e consistente.

Esses dispositivos, de forma geral, visam proporcionar compressões torácicas contínuas e com profundidade e frequência consistentes, garantindo uma perfusão adequada, o que pode ser crítico em longos períodos de reanimação.

7.2 Protocolo de Aplicação e Técnica

A aplicação dos dispositivos de RCP mecânica segue protocolos clínicos rigorosos para garantir eficácia na reanimação:

- **Avaliação inicial:** O primeiro passo é a avaliação da PCR e a iniciação da RCP manual, conforme os protocolos da **AHA (American Heart Association)** ou do **ERC (European Resuscitation Council)**, incluindo a realização de compressões torácicas e ventilação de emergência.
- **Colocação do dispositivo:** Após a confirmação da PCR, o dispositivo de RCP mecânica é colocado no paciente. No caso do **LUCAS**, a cinta torácica é posicionada sobre o peito do paciente, e o aparelho é conectado a um sistema de compressão motorizada. No **AutoPulse**, o cinturão torácico é ajustado ao paciente, e o sistema é ativado.
- **Ajuste de parâmetros:** Os dispositivos permitem o ajuste de parâmetros como a profundidade das compressões (geralmente entre 5 a 6 cm) e a frequência (cerca de 100 a 120 compressões por minuto), conforme as diretrizes internacionais. Esses parâmetros devem ser configurados conforme a condição clínica do paciente e o tipo de dispositivo.

- **Monitoramento contínuo:** Durante o uso do dispositivo, é essencial monitorar a perfusão e os sinais vitais do paciente. Alguns dispositivos, como o **LUCAS**, oferecem feedback visual e auditivo para garantir que as compressões estão sendo realizadas corretamente.
- **Transporte e intervenções adicionais:** A principal vantagem da RCP mecânica é a capacidade de fornecer compressões contínuas e eficazes durante o transporte do paciente para unidades de emergência ou durante procedimentos simultâneos, como intubação, administração de medicamentos ou cateterismo cardíaco.

7.3 Benefícios da RCP Mecânica

- **Consistência nas compressões:** Ao contrário da RCP manual, que pode ser afetada pela fadiga do socorrista ou por variações na técnica, os dispositivos de RCP mecânica oferecem compressões constantes e de alta qualidade, o que pode melhorar a perfusão cerebral e coronariana durante a PCR.
- **Redução das interrupções:** A RCP mecânica permite a continuidade das compressões, o que pode aumentar a taxa de sobrevivência, já que as interrupções das compressões durante a reanimação são um fator crítico que pode prejudicar a circulação sanguínea e reduzir as chances de sucesso.
- **Facilidade de transporte:** A capacidade de realizar compressões de alta qualidade durante o transporte do paciente é um dos principais benefícios desses dispositivos. O transporte de pacientes em PCR para unidades de terapia intensiva ou hospitais especializados pode ser mais eficiente quando se utiliza RCP mecânica, uma vez que os socorristas podem se concentrar em outras intervenções, como ventilação ou administração de medicamentos.

7.4 Limitações e Considerações

Embora os dispositivos de RCP mecânica tenham se mostrado eficazes em muitos cenários, existem algumas limitações a serem consideradas:

- **Custo e acessibilidade:** O custo elevado dos dispositivos e a necessidade de treinamento especializado para o uso adequado ainda limitam a implementação generalizada desses dispositivos, especialmente em países ou regiões com recursos limitados.
- **Indicações específicas:** Embora os dispositivos de RCP mecânica sejam úteis em vários contextos, especialmente em ambientes de transporte ou de alta complexidade, a RCP manual ainda é considerada o padrão inicial em muitas situações de PCR. A

decisão de usar a RCP mecânica deve ser baseada nas circunstâncias clínicas, como a disponibilidade de equipamentos e a gravidade do caso.

- **Falta de consenso em algumas diretrizes:** Embora alguns estudos tenham mostrado benefícios no uso de dispositivos mecânicos, ainda há debate nas diretrizes internacionais sobre a superioridade da RCP mecânica em relação à RCP manual, especialmente em termos de resultados de longo prazo, como sobrevida com bom desfecho neurológico.

8 RECOMENDAÇÕES FUTURAS

O uso de dispositivos de RCP mecânica continua a ser uma área de pesquisa ativa. Ensaio clínicos estão em andamento para avaliar a eficácia desses dispositivos em diferentes contextos, como paradas cardiorrespiratórias em ambientes hospitalares versus extra-hospitalares, bem como em populações específicas, como crianças ou pacientes com doenças cardiovasculares preexistentes.

Além disso, o aprimoramento tecnológico desses dispositivos, com sensores para monitoramento da perfusão e inteligência artificial para ajuste automático de parâmetros, promete aumentar ainda mais a eficiência e a aplicabilidade da RCP mecânica nos próximos anos.

9 CONCLUSÃO

A trajetória da RCP mecânica está diretamente ligada à evolução dos conhecimentos em fisiologia cardiovascular e à necessidade crescente de intervenções mais eficazes e padronizadas durante paradas cardiorrespiratórias. Desde a formulação dos primeiros protocolos de ressuscitação cardiopulmonar manual na década de 1960, estudos começaram a evidenciar que a qualidade das compressões torácicas — em especial sua profundidade, frequência e minimização de interrupções — era determinante para a sobrevida dos pacientes. No entanto, a execução manual da RCP revelou limitações importantes, como a fadiga do socorrista, variações na técnica e dificuldades em manter o ritmo ideal por longos períodos, especialmente em cenários extra-hospitalares.

Nesse contexto, surgiram os dispositivos mecânicos de RCP, como o *AutoPulse* e o *LUCAS*, projetados para automatizar as compressões torácicas com maior precisão e consistência. Esses equipamentos possibilitam uma RCP contínua durante o transporte da vítima, procedimentos de imagem ou intervenções avançadas, como a angioplastia primária em centros especializados. Além disso, estudos indicam que esses dispositivos

podem melhorar a perfusão cerebral e coronariana em determinadas situações, embora sua eficácia ainda seja tema de pesquisas contínuas e debates na literatura científica.

Assim, os dispositivos de RCP mecânica representam não apenas uma solução tecnológica, mas também um avanço estratégico no atendimento a emergências cardiovasculares. Seu surgimento e desenvolvimento refletem o esforço da medicina moderna em integrar tecnologia à prática clínica, buscando não apenas prolongar a vida, mas garantir melhores desfechos neurológicos e funcionais aos pacientes. A tendência é que, com o aprimoramento dos protocolos e o avanço das evidências científicas, seu uso se torne cada vez mais direcionado, eficaz e integrado às diretrizes internacionais de suporte à vida.

Referências

AMERICAN HEART ASSOCIATION. *2020 Guidelines for CPR and ECC.* Dallas: AHA, 2020. Disponível em: <https://cpr.heart.org>. Acesso em: 19 maio 2025.

BERNARD, S. A.; GRAYSON, S.; CAMERON, P. *Mechanical chest compressions during cardiac arrest: A review of the literature.* *Resuscitation*, v. 85, n. 4, p. 442–448, 2014. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2013.12.017.

BERNOCHE, Claudia et al. Atualização da diretriz de ressuscitação cardiopulmonar e cuidados cardiovasculares de emergência da Sociedade Brasileira de Cardiologia – 2019. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 2019, 113.3:

FOERST, J.; MAAS, J. et al. *Comparison of manual and mechanical chest compressions in out-of-hospital cardiac arrest: A meta-analysis of randomized controlled trials.* *Critical Care*, v. 22, n. 1, p. 280, 2018. DOI: 10.1186/s13054-018-2200-7.

LUND UNIVERSITY. *The history of LUCAS – Chest Compression System.* Lund, Suécia: Lund University, 2020. Disponível em: <https://www.lucas-cpr.com>. Acesso em: 19 maio 2025.

MICHIGAN INSTRUMENTS. *Thumper CPR Device – History and Development.* Michigan, EUA: Michigan Instruments, 2021. Disponível em: <https://www.michiganinstruments.com>. Acesso em: 19 maio 2025.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Acolhimento à demanda espontânea: queixas mais comuns na Atenção Básica. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2012.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA. Atualização da Diretriz de Ressuscitação Cardiopulmonar e Cuidados Cardiovasculares de Emergência da Sociedade Brasileira de Cardiologia. *Arq Bras Cardiol.* 113(3):449-663. 2019.

ZOLL MEDICAL CORPORATION. *AutoPulse Resuscitation System.* Chelmsford, MA: Zoll, 2022. Disponível em: <https://www.zoll.com/products/resuscitation/autopulse>. Acesso em: 19 maio 2025.