



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GIA DE GOIÁS - IFG
CAMPUS FORMOSA

TECNOLOGIA EM ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS

DERECK BRIAN SOUSA DE ARAUJO

**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA AUTOMATIZADO PARA
LIMPEZA E MANUTENÇÃO DE PISCINAS**

DERECK BRIAN SOUSA DE ARAUJO

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA AUTOMATIZADO PARA LIMPEZA E
MANUTENÇÃO DE PISCINAS

Orientador: Prof. M° Afrânio Furtado de
Oliveira Neto

RESUMO

Observando o trabalho repetitivo envolvido na construção do Plano Individual de trabalho Docente (PIT) no Instituto Federal de Mato Grosso do Sul (IFMS), foi proposto um método para construir e otimizar o plano de trabalho semanal dos professores usando o paradigma de programação por restrições.

O método, implementado utiliza a biblioteca Google OR-Tools - que é baseado em restrições obrigatórias e preferências do professor que são descritas em formulários na interface.

A interface gráfica utiliza JavaScript, JQuery, HTML e CSS para tornar o sistema mais amigável ao usuário.

O método foi avaliado utilizando a situação de professores, onde a eficiência e velocidade do método pode ser avaliada. Resultados mostraram que o método conseguiu construir o horário de acordo com as regras e preferências do docente, minimizando as trocas de atividades e o tempo livre entre estas.

Palavras-chave: Programação por restrições, escalonamento, otimização.

ABSTRACT

Considering the repetitive work involved in the development of the Teacher Work Plan (TWP) in the Federal Institute of Mato Grosso do Sul (IFMS), an automated method is proposed for building an optimized TWP by using constraint programming.

The method is implemented with the Google OR-Tools library and is modeled after built in mandatory constraints and teacher preferences that are described as the program input.

A graphical interface was developed using JavaScript, JQuery, HTML and CSS to make the system more user-friendly.

The method was evaluated using a real teacher situations, where an idea of the efficiency and performance of the method could be evaluated. Results showed that the method was able to build the timetable according to the rules and preferences of the teacher, minimizing the exchange of activities and free time between them.

Keywords: constraint programming, scheduling, optimization.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	6
1.1	Objetivos	6
1.1.1	Objetivo Geral	6
1.1.2	Objetivos Específicos	6
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	8
2.1	PISCINAS e sua manutenção	8
2.1.1	HISTÓRICO E POPULARIZAÇÃO DAS PISCINAS	8
2.1.2	COMPONENTES BÁSICOS DE UMA PISCINA	9
2.1.3	NORMAS E PROCEDIMENTOS TÉCNICOS DE LIMPEZA MANUAL	12
2.1.4	PRODUTOS QUÍMICOS E ACESSÓRIOS USADOS NA LIMPEZA DE PISCINAS	14
2.2	FUNDAMENTOS DA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL	17
2.2.1	HISTÓRICO E EVOLUÇÃO DA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL	18
2.2.2	CONCEITOS TÉCNICOS DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL	19
2.2.2.1	COMPONENTES BÁSICOS	20
2.3	AUTOMAÇÃO DE PISCINAS	21
2.3.1	CONCEITO E FUNCIONAMENTO GERAL	21
2.3.2	DIFERENÇAS ENTRE PROCESSOS MANUAIS E AUTOMATIZADOS	21
2.3.3	TECNOLOGIAS ESPECÍFICAS USADAS NA AUTOMAÇÃO DE PISCINAS	22
2.3.4	ASPECTOS SANITÁRIOS E SAÚDE PÚBLICA	22
2.3.5	ACESSIBILIDADE E DEMOCRATIZAÇÃO DA AUTOMAÇÃO	22
2.4	INTERNET DAS COISAS (IoT) APLICADA A AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL	22
2.5	SUSTENTABILIDADE E EFICIÊNCIA NA AUTOMAÇÃO DE PISCINAS	22
3	METODOLOGIA	23
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
	REFERÊNCIAS	25

1 INTRODUÇÃO

Com o avanço da tecnologia, a automação se tornou de extrema importância no aprimoramento de processos produtivos. Surgindo durante século XVIII, na 1^a Revolução Industrial e se seguindo até hoje na 4^a revolução, comumente conhecida como Indústria 4.0 (GENYO, 2024). A automação integra atividades humanas desde os primórdios da civilização, evoluindo junto às necessidades sociais e tecnológicas. Dentro do setor industrial, esse avanço é bastante evidente. De acordo com a Confederação Nacional da Indústria (CNI), 72% das empresas que adotaram a utilização de tecnologias digitais, relataram aumento da produtividade, enquanto 60% indicaram redução dos custos operacionais como benefício direto da automação (CNI, 2022). Tais informações são de extrema importância para comprovar o impacto positivo da automação em eficiência e economia dos processos produtivos.

Além de estar muito presente na indústria, a automação também é amplamente utilizada em tarefas do dia a dia, como em casas inteligentes com o uso de assistentes virtuais, sistemas de iluminação automatizada, controle de temperatura por termostatos, robôs aspiradores e dentre outras diversas situações que podem ser automatizadas. A automação residencial expandiu-se para além de um público especializado, consolidando-se como alternativa acessível a um número crescente de usuários, fazendo com que o mercado de automação residencial no Brasil crescesse de forma drástica, dados mostram que houveram um aumento de 21,8% comparando o segundo trimestre de 2024 e o mesmo período em 2023 (REPORT, 2024). As projeções apontam para um crescimento contínuo e significativo do setor de automação residencial nos próximos anos, mostrando que o mercado global de automação residencial está crescendo cerca de 27,93% de 2023 até 2032 (ELÉTRICO, 2023).

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Desenvolver um sistema automatizado de limpeza e manutenção de piscinas residenciais, que visa reduzir drasticamente a necessidade de intervenção manual em grande parte dos processos e gerar uma economia monetária na manutenção de piscinas residenciais.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Diminuir a quantidade de erros durante alguns processos de limpeza, gerando uma economia de produtos químicos e consequentemente de dinheiro.

- Proporcionar maior praticidade nas etapas de limpeza e monitoramento da piscina.
- Oferecer uma opção mais barata de automação para pessoas com renda mais baixa.
- Automatizar os processos de filtragem, aquecimento, coleta de PH, verificação da temperatura e análise de turbidez.
- Diminuição da necessidade de contratação de profissionais para realização da limpeza.
- Desenvolver um modulo de monitoramento de pH utilizando sensores IoT.
- Implementar algoritmo de acionamento de bomba de filtragem.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 PISCINAS E SUA MANUTENÇÃO

2.1.1 HISTÓRICO E POPULARIZAÇÃO DAS PISCINAS

Piscina que vem do latim *piscis* “peixe”, pode ser definida como um tanque cheio de água com inúmeros fins, sejam eles: Natação, mergulhos, saltos ornamentais ou simplesmente para fins recreativos([PISCINAS](#),). Com registros desde 2600 A.C "Os Grandes Banhos de Mohenjodaro" considerado um dos primeiros tanques de água pública, feito de tijolos e coberto por gesso. Contudo, acredita-se que esse tanque foi feito apenas para fins religiosos.

Figura 1



Fonte: Fibratec

Com o avanço da tecnologia no século 20, as piscinas foram recebendo novos sistemas, como a cloração e filtração que disponibilizavam água limpa para a piscina que anteriormente era necessário ter a troca completa da água para ser limpa. No ocidente as piscinas começaram a se popularizar com a invenção do gunite (mistura de cimento, areia e água), um material que facilitava a instalação, possibilitava projetos mais flexíveis e um custo bem mais baixo([FIBRATEC, 2021](#)).

Colocar mais sobre o presente como ela se popularizou de fato

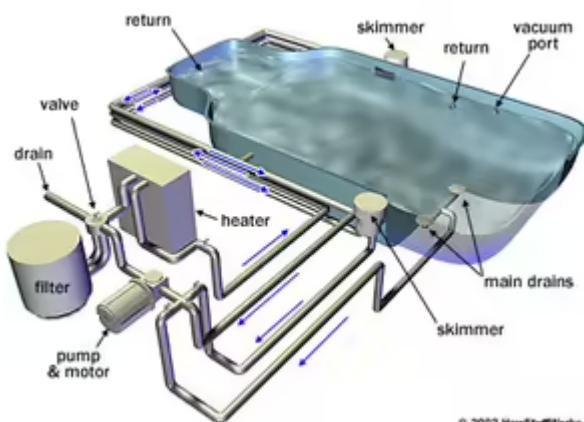
2.1.2 COMPONENTES BÁSICOS DE UMA PISCINA

Segundo (HARRIS, 2025) as piscinas de forma abstrata, são extremamente simples, sendo apenas grandes reservatórios de água para o uso recreativo. Podendo existir diferentes tipos como: piscina de ondas do parque aquático, particular, pública e entre outras. Contudo, em sua maioria todas as piscinas possuem alguns componentes básicos que são necessários para a filtração e tratamento químico.

Diante disso, se deve ter uma mínima noção dos componentes que a mesma possui, sendo eles: bomba motorizada, filtro de água, alimentador químico, drenos, devoluções e encanamentos de PVC¹ e em alguns casos pode haver um aquecedor a fim de manter a temperatura da piscina mais elevada.

- **Bomba Motorizada:** Responsável por circular toda a água, puxando da bacia e levando até outros processos.
- **Filtro de Água:** Remover parte das impurezas da água como: folhas, poeiras e micro-organismos.
- **Alimentador Químico:** Distribuir os produtos químicos responsáveis pela limpeza da piscina.
- **Drenos:** Removem a água utilizada para limpeza, escoamento ou manutenção.
- **Devolução:** Pontos de reabastecimento da água da piscina.
- **Encanamentos de PVC:** Liga todos os componentes da piscina, permitindo todo o transporte da água.

Figura 2



Componentes básicos de uma piscina

Fonte: (HARRIS, 2025)

¹ Sigla para Poli(cloreto de vinila), um polímero termoplástico versátil, conhecido por sua durabilidade, resistência química e ampla utilização em tubos, conexões e revestimentos.

Todos esses componentes tem como objetivo bombear a água em um ciclo contínuo, passando por todos os sistemas, como filtragem e tratamento químico, porém, ainda existem os componentes que são responsáveis por auxiliar na limpeza física, são eles:

Aspirador de escova

Segundo (BENEDITO et al., 2024) o aspirador de escova é um dos itens mais importantes na limpeza física da piscina, tendo como função a aspiração das sujeira acumulada no fundo da piscina.

Figura 3



Aspirador de escova

Fonte: (BENEDITO et al., 2024)

Peneira

Responsável pela coleta de resíduos como insetos, plásticos ou pequenas folhas que ficam flutuando na superfície da piscina (BENEDITO et al., 2024).

Figura 4



Peneira

Fonte: (BENEDITO et al., 2024)

Escova

De acordo com o (BENEDITO et al., 2024), a escova é um dos principais equipamentos na hora de limpar a piscina. Responsável pela limpeza de poeiras e algas na parede da piscina, podendo limpar também as sujeiras do chão.

Figura 5



Escova

Fonte: (BENEDITO et al., 2024)

Cabo de alumínio

A função do cabo de alumínio encaixar com os equipamentos citados. Possui vários tamanhos para uma melhor conforto na hora do manuseio (BENEDITO et al., 2024).

Figura 6



.png

Cabo de alumínio

Fonte: (BENEDITO et al., 2024)

2.1.3 NORMAS E PROCEDIMENTOS TÉCNICOS DE LIMPEZA MANUAL

Desenvolver com base nas normas da ABNT (como NBR 10339 - Instalação de piscinas) e manuais técnicos. Explicar a frequência de limpeza, produtos obrigatórios, riscos do uso incorreto, etc.

Segundo a (IDEIA,), a falta de um procedimento correto de limpeza de uma piscina, pode vir a acarretar sérios problemas de saúde para aquelas que a utilizam, como: Dermatite, micose e outros. Seu tratamento deve ser constante e feito de forma eficiente, tal qual o resultado seja sempre o determinado segundo normas regidas pela ABNT². De acordo com (ATCLLOR, 2021) são diversos os fatores poluentes de uma piscina, como: Suor e urina; pelos e cabelos; óleos de pele; insetos; folhas; formação de algas; e diversos outros.

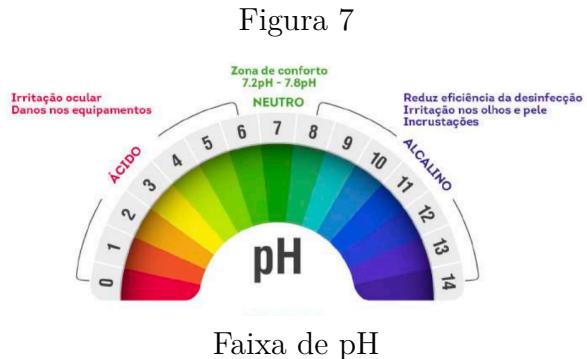
Tais poluentes podem afetar diretamente os parâmetros químicos de uma piscina, como o pH e o cloro. Segundo (ATCLLOR, 2021), efetuando uma limpeza física utilizando escovas ou redes, só é possível remover a parte visível dos poluentes, como: Folhas, insetos e lodo. Por isso surge também a necessidade de efetuar um tratamento químico efetivo, pois outros tipos de poluentes como o suor ou urina, se misturam com a água. Tal acontecimento se deve pelos agentes filtrantes serem incapazes de filtrar certos poluentes.

É de suma importância que uma piscina limpa atenda a alguns pré-requisitos, que são eles: Ausência de bactérias do grupo coliforme ou *Staphylococcus aureus*³ , uma boa visibilidade do fundo da piscina, superfície livre de sujeiras e o pH na faixa ideal entre 7,2 e 7,8. Diante disso, para se obter esses pré-requisitos exigidos, é importante que a água possua esses três princípios básicos:

- **Água Limpa:** Água transparente e sem a presença de sedimentos.
- **Água Balanceada:** Segundo todos os parâmetros prescritos, sem risco de prejudicar o banhista.
- **Água Saudável:** Livre de micro-organismos que podem vir a prejudicar o banhista.

² Associação Brasileira de Normas Técnicas, responsável por estabelecer as diretrizes de padronização para trabalhos acadêmicos no Brasil.

³ Bactéria coco Gram-positiva, frequentemente encontrada na pele e nas fossas nasais humanas, responsável por infecções de gravidade variável.



Fonte: ([ATCLLOR, 2021](#))

Antes da limpeza é importante ter o conhecimento da área e o volume da piscina, para que seja utilizado a quantidade correta de produtos para obter uma limpeza precisa e livre de desperdícios. Para calcular a área e o volume pode ser utilizado diferentes formulas dependendo do formato da piscinas, segue as formulas:

Piscina Retangular

$$A = \text{comprimento} \times \text{largura}$$

$$V = \text{comprimento} \times \text{largura} \times \text{profundidade}$$

Piscina Circular

$$A = \pi r^2$$

$$V = \pi r^2 h$$

Piscina Oval (Elíptica)

$$A = \pi \cdot \frac{a}{2} \cdot \frac{b}{2}$$

$$V = A \cdot h$$

Nos casos em que a piscina possui fundo inclinado, a profundidade considerada deve ser a média entre a parte mais rasa e a mais funda:

$$h_m = \frac{h_{\text{maior}} + h_{\text{menor}}}{2}$$

Segundo (SILVA, 2021) o processo de limpeza é similar ao utilizado em industrias como em uma Estação de tratamento de água, seguindo uma sequênciade cinco etapas.

- **Oxidação:** Ocorre a mistura do cloro a fim de oxidar metais como ferro e manganês para facilitar a retirada de matéria orgânica
- **Coagulação e Floculação:** Consiste na junção de sulfato de alumínio e, esporadicamente, cloreto férrico para desequilibrar as partículas, seguindo pela circulação da água para formar flocos
- **Decantação:** Acontece quando as partículas coaguladas e floculadas se alojam no fundo da piscina, em razão da circulação lenta do fluido. Dependendo do produto utilizada, essa etapa pode durar cerca de 6 horas.
- **Filtração:** Contenção do acúmulo de sujeira das etapas anteriores, que geralmente é feito por um filtro de areia.
- **Correção de pH:** Análise e ajuste do pH da água, geralmente utilizando um medidor para identificar o valor. O procedimento evita a deterioração dos canos.

Em virtude do exposto, torna-se evidente que aplicar de forma correta os procedimentos técnicos estabelecidos é indispensável para uma melhor manutenção da qualidade da água. Neste sentido, a precisão e a segurança demandadas pelo processo dependem diretamente da escolha e do maneuseio adequado dos produtos químicos, tema que será abordado na próxima seção.

2.1.4 PRODUTOS QUÍMICOS E ACESSÓRIOS USADOS NA LIMPEZA DE PISCINAS

Manter. Expandir explicando pH ideal, uso de cloro, algicidas, floculantes, entre outros

O tratamento preciso e bem executado na hora da limpeza de uma piscina, tanto o físico como químico, garantem uma boa qualidade da água, a fim de evitar possíveis infecções ou doenças transmitidas pela água. Por isso, é importante entender quais produtos utilizar e como utilizar, bem como entender a melhor forma de efetuar o tratamento físico. O principal objetivo dessa seção é mostrar quais produtos e ferramentas se deve utilizar para garantir uma boa qualidade da água e evitar possíveis doenças para o usuário.

- **Procedimento Químico:** Segundo (ATCLLOR, 2021), é todo a parte que envolve a adição de produtos químicos na água para garantir sua qualidade e evitar riscos à saúde dos usuários, ajustando a alcalinidade o pH e também garantindo a desinfecção da água pelos micro-organismos e bactérias utilizando cloro, bem como outros produtos com o intuito de tratar outros parâmetros. Abaixo está uma tabela com os produtos e a quantidade adequada que deve ser colocada a cada mil litros.

Figura 8

TABELA DE DOSAGEM	PRODUTO	APLICAÇÃO	DOSAGEM 1.000 Litros	VOLUME PISCINA (LITROS)							
				10	20	30	40	50	60	70	80
AJUSTE	Elevador Alcalinidade (Bicarbonato)	Sempre que Necessário	20 grs	200	400	600	800	1.000	1.200	1.400	1.600
	pH + (Líquido) pH 6.8 – 7.0		15 ml	150	300	450	600	750	900	1.050	1.200
	pH + (Líquido) pH abaixo 6.8		20 ml	200	400	600	800	1.000	1.200	1.400	1.600
	Elevador pH (Barrilha) pH 6.8 – 7.0		10 grs	100	200	300	400	500	600	700	800
	Elevador pH (Barrilha) pH abaixo 6.8		20 grs	200	400	600	800	1.000	1.200	1.400	1.600
	pH- (Líquido)		10 ml	100	200	300	400	500	600	700	800
SANITIZAÇÃO	Cloro Tradicional 65%	2x a 3x Semana	4 grs	40	80	120	160	200	240	280	320
	Dicloro Estabilizado 50% - 55%		4 grs	40	80	120	160	200	240	280	320
	Cloro 3x1/ Multiação 40%- 42%		5 grs	50	100	150	200	250	300	350	400
	Cloro Líquido 12%		100 ml	1 L.	2 L.	3 L.	4 L.	5 L.	6 L.	7 L.	8 L.
CLARIFICAÇÃO DECANTAÇÃO	Clarificante Líquido	1x Semana	4 ml	40	80	120	160	200	240	280	320
	Sulfato de Alumínio		30 grs	300	600	900	1.200	1.500	1.800	2.100	2.400
ÁGUA VERDE OU METAIS	Sulfato de Cobre	1x Semana	2 grs	20	40	60	80	100	120	140	160
	Algicida Manutenção		5 ml	50	100	150	200	250	300	350	400
	Algicida Choque	Sempre que Necessário	7 ml	70	140	210	280	350	420	490	560
	Genquest / Sol. Água Poço		20 ml	200	400	600	800	1.000	1.200	1.400	1.600

Tabela de Dosagem de Produtos

Fonte: ([ATCLLOR, 2021](#))

- **Elevador de Alcalinidade:** A alcalinidade da água está relacionado com a sua capacidade de neutralizar ácidos, se comportando como uma especie de contenção para manter o pH estável. O elevador de alcalinidade tem como objetivo elevar a alcalinidade para o nível ideal que é entre 80 a 120 ppm.
- **Barrilha, Elevador de pH, pH+:** Produtos com sua composição alcalina que tem como principal função elevar o pH quando baixo.
- **Redutor de pH, pH-:** Composição ácida que tem a função de diminuir o pH
- **Hipoclorito de Sódio, Cloro, Dicloro, Multiação 3x1:** Produtos Sanitizantes que basicamente tem como objetivo eliminar os micro-organismos na água.
- **Sulfato de Alumínio, Clarificantes:** Faz as partículas de sujeira presente na piscina passem por um processo chamado decantação que em resumo, aglomera as partículas e as leva para o fundo da piscina, facilitando o processo de aspiração e filtração.
- **Sulfato de Cobre, Algicida:** É utilizando quando a piscina chega no processo de esverdeada, eliminando algas e o lodo.
- **Genquest, Solução Água de poço:** Remove manchas e cores de metais dissolvidos na água da piscina.

- **Medição de Parâmetros e Ajuste do pH:** Para medir os parâmetros deve-se utilizar estojos de analise do respectivo parâmetro que vai ser analisado. Ajustar os parâmetros são o ponto chave para um tratamento eficiente da água. Segue um exemplo de estojo para a analise de diferentes parâmetros como o pH, cloro e Alcalinidade.

Figura 9



Estojo para Análise de Parâmetros

Fonte: ([GENCO®](#), Accessed: 02/10/2025)

Os produtos a serem utilizados dependem da alteração e do parâmetro alterado, caso o pH apareça abaixo de 7, se deve usar o elevador de pH ou o barrilha, se a Alcalinidade constar abaixo do ideal, é necessário utilizar o elevador de Alcalinidade, e por fim, se o cloro estiver baixo também, será necessário aplicar cloro liquido ou granulado, como consta na tabela mostrada anteriormente.

- **Limpeza Física:** Dado as informações fornecidas até o presente momento, deve-se ter um entendimento sobre a turbidez da água, que é a presença de partículas em suspensão na água. Para fazer o devido tratamento, é recomendado fazer o uso de um decantador que agrupa as partículas de sujeira levando-as para o fundo da piscina para que possa ser feita a devida aspiração. Dito isso, existem algumas maneiras de resolver esse problema, são elas: Clarificação que deve ser feito quando a água estiver opaca e sem brilho e a Floculação ou decantação, que deve ser utilizando quando a água estiver turva ou suja, adicionando floculante líquido ou decantador em pó (Sulfato de Alumínio). Após a adição dos produtos, deve-se esperar de 6 a 12 horas para aspirar o fundo da piscina.

colocar imagens de piscinas verdes e opacas, no final de tudo ou após a citação de cada uma

Com todos os dados e informação informados, pode ser entendível por base todo o processo a ser seguido para efetuar uma boa limpeza de uma piscina. Contudo, esse processo pode ser considerado complicado para certas pessoas, por isso vem surgindo alternativas a isso com ajuda da tecnologia, mais especificamente a automação.

2.2 FUNDAMENTOS DA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL

A automação residencial é um conceito que se baseia no conjunto de serviços voltados para a satisfação de necessidades básicas com o uso da tecnologia em uma residência, como: segurança, comunicação, etc. Tais necessidades são atendidas por meio da integração de sistemas que permitem a realização de tarefas de forma programada, promovendo praticidade e eficiência. O que realmente define uma instalação residencial automatizada é a forma como os sistemas se integram com sua capacidade de efetuar tarefas mediante a instruções programáveis. Essa integração deve cobrir todos os sistemas da residência; são alguns eles: instalação elétrica, segurança, multimídia, comunicação e utilidades (MURATORI; BÓ, 2011).

Um dos principais objetivos da automação residencial é proporcionar comodidade e segurança ininterrupta aos moradores, com o constante auxílio dos computadores e sistemas inteligentes. Alguns exemplos incluem satélites que controlam o trânsito e sistemas automatizados presente em residências (TEZA et al., 2002). Ademais, existem outras expressões para se referir a automação, como: domótica, casas conectadas e casas inteligentes. A palavra domótica tem origem do latim *domus*, que significa casa, junto a palavra robótica (DAGOSTIM; JORGE, 2022)

A automação residencial é envolta de um conjunto de benefícios que são fundamentais para a criação de uma casa inteligente. Entre os principais pilares dessa automação, destacam-se:

- **Conforto:** Sendo um dos principais, esse é o pilar que tem como objetivo facilitar as tarefas feitas diariamente. A automação origina uma maior comodidade ao usuário, permitindo o uso remoto de lâmpadas, ar-condicionados, sistemas de irrigação, entre outros (DAGOSTIM; JORGE, 2022).
- **Segurança:** Com a integração de câmeras, fechaduras eletrônicas, sensores de luz e presença, a segurança é um dos benefícios mais importantes da automação residencial. Por meio disso, pode-se ter a possibilidade de manter a segurança de uma residência, principalmente por vias remotas, reforçando bastante o quesito da facilidade e conforto (DAGOSTIM; JORGE, 2022).

- **Economia:** A automação pode ser usada para garantir uma economia, através do seu uso em lâmpadas citadas acima nas quais desligam de forma automática, evitando o uso desnecessário, bem como também um controle de climatização (DAGOSTIM; JORGE, 2022).

Para que a automação funcione da maneira correta, é necessário o uso de aparelhos com conectividade, acesso à internet e um dispositivo que faça a coleta e troca de informações. Quase todos os aparelhos eletrônicos que possuem algum tipo de acionamento podem ser automatizados, como iluminação, portões, sistemas de climatização, entre outros. Esses equipamentos são conectados a uma central de controle que pode ser acessada por meio de um display touch⁴ na propria central, aplicativos em smartphones ou por meio de comandos de voz (DAGOSTIM; JORGE, 2022).

2.2.1 HISTÓRICO E EVOLUÇÃO DA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL

A automação residencial ainda é muito nova no mercado atual, porém, se encontra e em uma constante evolução. Por volta de 1970 nos Estados Unidos, surgiram os primeiros módulos inteligentes, seus comandos eram enviados pela rede elétrica da residência, utilizando PLC⁵. Com tudo, seu funcionamento era simples, apenas ligando e desligando remotamente equipamentos ou luzes (MURATORI; BÓ, 2011).

De acordo com (MURATORI; BÓ, 2011), o surgimento das ademais tecnologias que existem hoje, como os computadores e a propria internet, fomentou o uso das tecnologias residenciais começou a ser melhor aceita e utilizada. Em paises mais desenvolvidos em sua economia, o crescimento no que se diz casa inteligente, obeteveram uma grande evolução nos ultimos anos. Segue uma tabela com a evolução de algumas das principais tecnologias utilizadas em casas inteligentes.

Tecnologia	2003	2004	2005	2006	2015(*)
Cabeamento estruturado	42%	61%	49%	53%	80%
Monitoramento de segurança	18%	28%	29%	32%	81%
Multiroom audio	9%	12%	15%	16%	86%
Home Theater	9%	8%	11%	12%	86%
Controle de iluminação	1%	2%	6%	8%	75%
Automação integrada	0%	2%	6%	6%	70%
Gerenciamento de energia	1%	5%	11%	11%	62%

Tabela 1 – Evolução das tecnologias de automação residencial ao longo dos anos.

Fonte: (MURATORI; BÓ, 2011).

⁴ O display touch é uma superfície sensível ao toque que permite a interação direta do usuário

⁵ Controlador Lógico Programável. Consiste em um tipo de computador industrial para automação e controle de processos.

Diante disso, compreendendo a evolução histórica e o crescimento das tecnologias utilizadas na automação industrial, torna-se extremamente relevante compreender os fundamentos técnicos dessa tecnologia. No próximo tópico, serão abordados alguns dos principais conceitos e componentes que compõem a base dos sistemas automatizados, como controladores, sensores, atuadores e protocolos de comunicação. Esses conceitos e componentes são essenciais para o entendimento do funcionamento e da integração entre os dispositivos que possibilitam a automação em ambientes residenciais.

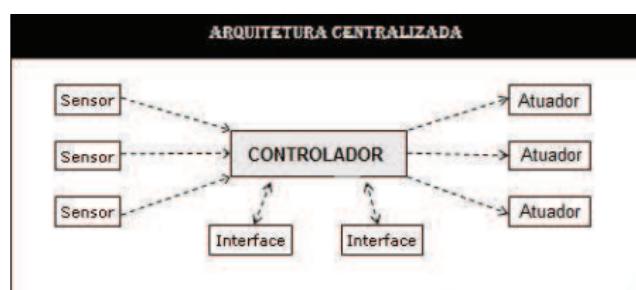
2.2.2 CONCEITOS TÉCNICOS DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL

Sendo tecnicamente denominada de Domótica⁶, a automação residencial tem como principal objetivo movimentar, acionar, monitorar e até integrar diferentes tipos de variáveis ou cargas de uma residência (iluminação, climatização, áudio e vídeo) com o intuito de gerar eficiência, comodidade e segurança para o usuário (OLIVEIRA; ALVES, 2019).

Contudo, no Brasil a forma mais comumente utilizada é a automação residencial, traduzida diretamente do termo americano *home automation*, porém, essa tradução não é tão abrangente quanto o termo domótica. No Brasil o uso de novas tecnologias vem crescendo exponencialmente, entretanto, o mercado de construção civil não acompanha tanto o crescimento tecnológico quanto o mercado de veículos que utiliza tecnologias embarcadas⁷ (HIPÓLITO; SILVA, 2018).

De acordo com (ACCARDI; DODONOV, 2012), a forma com que os componentes se comunicam, está intrínseca a arquitetura utilizada, podendo ser centralizada ou descentralizada. Em uma arquitetura centralizada, todos os componentes do sistema respondem a um único dispositivo, que por sua vez, deve ter uma alta inteligência e desempenho.

Figura 10



Arquitetura centralizada

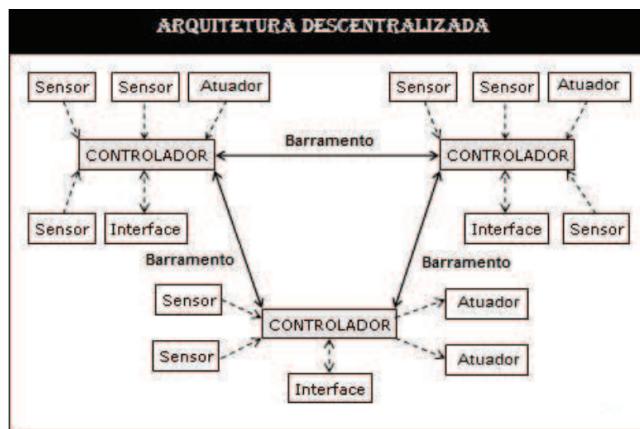
Fonte: (HIPÓLITO; SILVA, 2018)

⁶ Tem como origem a união do latim *domus* (casa) com a palavra "robótica", referindo-se à automatização e ao controle de ambientes domésticos.

⁷ Computador especializado, composto por hardware e software, que executa uma função dedicada dentro de um sistema maior

Já em uma arquitetura descentralizada, vários controladores podem coexistir que, ligados por um barramento⁸, podem compartilhar o controle dos demais dispositivos ligados aos controladores.

Figura 11



Arquitetura descentralizada

Fonte: (HIPÓLITO; SILVA, 2018)

Para que toda a integração dos sistemas aconteça, alguns conceitos técnicos são fundamentais para que tudo seja executado com sucesso. Nas seções seguintes serão mostradas tais conceitos.

2.2.2.1 COMPONENTES BÁSICOS

A automação residencial, tem seu funcionamento constituído por diversos componentes, como sensores mais simples ou centrais complexas de automação. Segue abaixo alguns deles:

- **Camadas de dispositivos:** (1) Sensores: Segundo (HIPÓLITO; SILVA, 2018) um sensor pode ser definido como dispositivos sensíveis ao ambiente no qual estão inseridos, como sensor de temperatura ou luminosidade. (2) Atuadores: São componentes eletro-mecânicos, que pelo sistema, é acionado para executar sua função, podendo ser ela uma sirene, lâmpada, fechadura magnética, motor ou uma válvula. (3) Controladores: Tem como função, monitorar parâmetros dos sensores e de acordo com o que for monitorado, acionar o respectivo atuador ligado a o sensor monitorado. Podendo ter interfaces próprias ou ter grandes centrais de controlamento. (4) Interfaces: Dispositivos que dão a capacidade do usuário interagir com o sistema automatizado, como: Aplicativos ou sites (ACCARDI; DODONOV, 2012).

⁸ Refere-se a um sistema onde a comunicação e a coordenação entre os componentes são distribuídas, sem depender de uma autoridade ou ponto central

- **Camada de comunicação/rede:** Segundo (ACCARDI; DODONOV, 2012), a camada de comunicação, também denominada de protocolo, "é um acordo entre as partes que se comunicam, estabelecendo como se dará a comunicação". Diante disso, se entende que protocolo é em resumo, regras utilizadas para diferentes dispositivos se comunicarem. Dentre todos os protocolos, alguns foram desenvolvidos especificamente para automação residencial já outros foram adaptados, seguindo alguns dos mais utilizados na automação: Ethernet, X-10, HOMePHa e Wi-Fi.
- **Camada de controle/automação lógica:** A camada de controle ou central de automação, pode ser definida como o cérebro da automação, sendo responsável por todo o controle dos dispositivos ligados a ela, controlando as informações de entrada e saída. Sua configuração pode ser feita através de um dispositivo, por meio de um software. A central de automação é escalável⁹, assim novos dispositivos podem ser adicionados constantemente.

Visando garantir a eficiência da automação residencial, é de extrema necessidade a correta aplicação e integração dos conceitos e componentes técnicos, visando sempre a melhoria na eficiência, conforto e segurança.

2.3 AUTOMAÇÃO DE PISCINAS

Contexto mais geral sobre a automação de piscinas, como ela funciona e como surgiu as ideias e as primeiras e como se encontra o mercado hoje

2.3.1 CONCEITO E FUNCIONAMENTO GERAL

Aqui eu colo o processo de limpeza de uma piscina automatizada, listando vários tipos de automação e incluindo o do meu projeto(talvez).

2.3.2 DIFERENÇAS ENTRE PROCESSOS MANUAIS E AUTOMATIZADOS

Desenvolver com base em estudos técnicos (aproximadamente existentes como sodramar, nautillus, etc.) Citar exemplos de bombas inteligentes, ozonizadores, sensores de pH automatizados.

Aqui como mais acima eu já expliquei sobre a automação manual e automatizada, eu rapidamente relembrarei e depois discorremos pontos positivos e negativos de ambas com o fim de comparação, sempre tentando enfatizar a automatizar, afinal é de fato melhor e é isso que eu pretendo provar.

⁹ Descreve algo que pode crescer ou ser aumentado em magnitude, seja física ou figurativamente

2.3.3 TECNOLOGIAS ESPECÍFICAS USADAS NA AUTOMAÇÃO DE PISCINAS

Novo subtópico importante, aqui o aluno pode falar sobre: Sensores de ph e orp medidores de turbidez bombas peristálticas para dosagem automática controladores (esp32, raspberry Pi, etc...)

2.3.4 ASPECTOS SANITÁRIOS E SAÚDE PÚBLICA

Ampliar com base na vigilância sanitária e riscos da má manutenção de piscinas.
Sugestão: normas ANVISA ou artigos sobre dermatites, otites, doenças bacterianas e parasitárias

2.3.5 ACESSIBILIDADE E DEMOCRATIZAÇÃO DA AUTOMAÇÃO

2.4 INTERNET DAS COISAS (IOT) APLICADA A AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL

Justificativa: se o projeto utiliza sensores e dados monitoráveis remotamente, é essencial explicar conceitos como: comunicação wifi ou bluetooth sensores inteligentes integração com aplicativos segurança de dados

2.5 SUSTENTABILIDADE E EFICIÊNCIA NA AUTOMAÇÃO DE PISCINAS

justificativa: reforça os benefícios da automação, incluindo: economia de água e energia, dosagem precisa de químicos, redução de impacto ambiental

3 METODOLOGIA

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

REFERÊNCIAS

ACCARDI, A.; DODONOV, E. Automação residencial: elementos básicos, arquiteturas, setores, aplicações e protocolos. *Revista TIS*, v. 1, n. 2, 2012. Citado 3 vezes nas páginas 19, 20 e 21.

ATCLLOR. *Guia de Tratamento de Piscinas*. [S.l.], 2021. Disponível em: <<https://atcllor.com.br/download/Guia-do-Tratamento.pdf>>. Citado 4 vezes nas páginas 12, 13, 14 e 15.

BENEDITO, J. N. F. J. N. F. et al. Projeto: expansão de uma empresa prestadora de serviços em tratamento e limpeza de piscinas. 238, 2024. Disponível em: <<http://ric-cps.eastus2.cloudapp.azure.com/bitstream/123456789/28057/1/Empresa%20prestashop%20de%20serviços%20em%20tratamento%20e%20limpeza%20de%20piscinas%20-%20Expansão.pdf>>. Citado 2 vezes nas páginas 10 e 11.

CNI. *INDÚSTRIA 4.0 CINCO ANOS DEPOIS*. 2022. Accessed: 27/05/2025. Disponível em: <https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/cd/a2/cda22223-5c33-4a5f-af4e-f5a5d64b3d85/sondespecial_industria40_cincoanosdepois_abril2022.pdf?utm_source=chatgpt.com>. Citado na página 6.

DAGOSTIM, N. E.; JORGE, G. B. Automação residencial: Aliando tecnologia e praticidade. 2022. Disponível em: <<https://www4.fag.edu.br/anais-2022/Anais-2022-53.pdf>>. Citado 2 vezes nas páginas 17 e 18.

ELÉTRICO, R. M. *Mercado de automação residencial segue em forte crescimento*. 2023. Accessed: 27/05/2025. Disponível em: <<https://www.revistamundoelectrico.com.br/tecnologia/tecnologia-tecnologia/mercado-de-automacao-residencial-segue-em-forte-crescimento/>>. Citado na página 6.

FIBRATEC. *Conheça a história das piscinas*. 2021. Accessed: 01/07/2025. Disponível em: <<https://fibratecpiscinas.com.br/blog/historia-das-piscinas>>. Citado na página 8.

GENCO®. Accessed: 02/10/2025. Accessed: 02/10/2025. Disponível em: <<https://www.genco.com.br/estojos-ot>>. Citado na página 16.

GENYO. *O que é e como colher os benefícios na sua empresa*. 2024. Accessed: 25/05/2025. Disponível em: <https://genyo.com.br/automacao/?utm_source=chatgpt.com>. Citado na página 6.

HARRIS, T. *Como funcionam as Piscinas*. 2025. Accessed: 12/09/2025. Disponível em: <<https://home.howstuffworks.com/swimming-pool.htm>>. Citado na página 9.

HIPÓLITO, J. G.; SILVA, M. d. J. d. Automação residencial com arduino. Centro Universitário UNIFAFIBE, 2018. Disponível em: <<https://unifafibe.com.br/revistasonline/arquivos/revistaeletrica/sumario/69/06022019135904.pdf>>. Citado 2 vezes nas páginas 19 e 20.

IDEIA, P. *Limpeza e Manutenção de Piscinas*. Acessado em: 24 jul. 2025. Disponível em: <<https://portalidea.com.br/cursos/e643d94d6e685cffa352bd7370bf84a7.pdf>>. Citado na página 12.

MURATORI, J. R.; BÓ, P. H. D. Capítulo i automação residencial: histórico, definições e conceitos. *O Setor elétrico*, p. 70–77, 2011. Disponível em: <https://www.osetoreletrico.com.br/wp-content/uploads/2011/04/Ed62_fasc_automacao_capI.pdf>. Citado 2 vezes nas páginas 17 e 18.

OLIVEIRA, G. F.; ALVES, M. C. O. Domótica: substituição da fiação de retorno nas instalações elétricas por cabeamento de dados e sistemas microcontrolados. *SITEFA*, v. 2, n. 1, p. 391–403, 2019. Disponível em: <<https://publicacoes.fatecsertaozinho.edu.br/sitefa/article/view/61/66>>. Citado na página 19.

PISCINAS, E. *A História da Piscina*. Accessed: 01/07/2025. Disponível em: <<https://www.engevlpiscinas.com.br/historia-da-piscina/>>. Citado na página 8.

REPORT, M. *Automação residencial cresceu 21,8%*. 2024. Accessed: 27/05/2025. Disponível em: <<https://www.moneyreport.com.br/negocios/automacao-residencial-cresceu-218/>>. Citado na página 6.

SILVA, S. M. Estudo de caso sobre o processo de tratamento de água em uma piscina industrial de testes hidrostáticos. *Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Mecânica)-Instituto Politécnico, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Macaé*, 2021. Disponível em: <<https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/16271/1/TCCSMSilva.pdf>>. Citado na página 13.

TEZA, V. R. et al. Alguns aspectos sobre a automação residencial: domótica. Florianópolis, SC, 2002. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/83015>>. Citado na página 17.