

Dispositivo de Automação Residencial Usando Princípios de Sistemas Distribuídos

John Lennon Sousa Costa¹

¹Sistemas de Informação – Faculdade de Imperatriz (FACIMP)
Imperatriz – MA – Brasil

{John}lennonsousa@outlook.com

Abstract. *Current residential automation systems have been used very often for facilitating the management of various equipment in a residence. However, some of these systems studied in this article are dependent on a centralized control. Another problem analyzed is the difficulty of communication and interaction using different automation systems. Based on this, we propose a control device based on distributed systems using the Arduino prototyping platform. The results show that using such principles the home automation system does not compromise the management of all the equipment in the residence if one of the controllers presents get a failure in its operation.*

Resumo. *Os sistemas de automação residenciais atuais têm sido usados com grande frequência por facilitar o gerenciamento de vários equipamentos em uma residência. Porém alguns desses sistemas estudados nesse artigo se mostram dependentes de um controle centralizado. Outro problema é a dificuldade de comunicação e interação usando sistemas de diferentes. Baseado nisto, propomos um dispositivo de controle baseado em sistemas distribuídos usando a plataforma de prototipagem Arduino. Os resultados mostram que usando tais princípios o sistema de automação residencial não compromete o gerenciamento de todos os equipamentos na residência caso um dos dispositivos controladores apresente falha no seu funcionamento.*

1. Introdução

“A arquitetura de um sistema domótico, como qualquer sistema de controle, especifica a forma como os diferentes elementos do sistema de controle vão se localizar. Existem duas arquiteturas básicas, arquitetura centralizada e distribuída”. [ALIEVI, 2008, p. 16]. Um problema da arquitetura centralizada é caso o controlador pare de funcionar, todos ou parte dos aparelhos da casa controlados por ele, param de funcionar também. Isso torna todo o sistema dependente de um único dispositivo que não dá garantias de disponibilidade integral, comprometendo o bom funcionamento de todo ou parte do sistema de automação residencial.

Os sistemas de automação residencial existentes estão longe de obterem um nível de interação, facilidade de uso e tolerância a falhas satisfatórios aos usuários. O principal problema que ocorre principalmente nos sistemas mais atuais é o uso obrigatório de aplicativos em smartphones, limitando o usuário a tais sistemas operacionais.

No dispositivo proposto, o usuário não precisa baixar qualquer aplicativo ou usar smartphone ou determinado sistema operacional para usar o sistema de automação residencial, isso traz vantagens frente aos sistemas disponíveis no mercado atualmente.

Existe a necessidade da criação de um sistema que tem a finalidade de automatizar o controle de dispositivos em uma residência que seja independente de qualquer fonte centralizada de controle. Outro problema que tanto a arquitetura centralizada como a distribuída possuem, é a incompatibilidade entre diferentes sistemas e marcas disponíveis no mercado.

A crescente oferta de produtos de fácil utilização, intuitivos e interativos, aplicados à domótica, lançados pelas grandes corporações, pode estar sugerindo, aos projetistas e integradores da automação residencial, que busquem conhecer o modo como que se dá a interação das pessoas nos ambientes automatizados e o que esperam dos dispositivos e sistemas para melhor aplicar a seus cotidianos. [DE AZEVEDO DIAS e PIZZOLATO, 2004, p. 21]. Isso mostra que através do uso de algoritmos e dispositivos programados, pode-se realizar a comunicação entre dispositivos para controlar aparelhos elétricos em uma residência.

Tal algoritmo proposto nesse artigo usa o mesmo conceito de um sistema distribuído, obtendo-se uma maior confiabilidade, pois cada dispositivo pode operar como servidor ou cliente, podendo controlar outros dispositivos além de si próprio.

Este artigo tem como objetivo usar várias tecnologias, protocolos e arquiteturas, que são modelos testados por profissionais da área e usuários comuns, desenvolvendo assim um dispositivo com vários desses conceitos. Todo o sistema não ficará inoperante caso algum nó do sistema pare de funcionar, o usuário pode controlar o sistema através de outro nó.

2. Trabalhos Relacionados

O uso de sistemas de automação residencial ou Domótica nas residências, se tornou atualmente um marketing para as construções. As novidades interessam aos mais jovens e a segurança para os mais velhos. Tudo isso é encontrado na automação residencial. [AURESIDE, 2014].

2.1 Classificação

A classificação dos sistemas de automação residencial especifica como os componentes serão organizados e distribuídos em todo o sistema.

2.1.1 Sistemas autônomos

Sistemas autônomos, são os sistemas em que cada dispositivo na rede é independente e interligado entre si, como explica TEZA [TEZA 2002, p. 31]

“[...] podemos ligar ou desligar um subsistema ou um dispositivo específico de acordo com um ajuste pré-definido. Porém, neste esquema, cada dispositivo ou subsistema é tratado independentemente, sem que dois dispositivos tenham relação um com o outro”. [DE AZEVEDO DIAS e PIZZOLATO, 2004, p. 9].

2.1.2 Sistemas centralizados

Nesse tipo de sistema existem algumas limitações, como explica TEZA, “A limitação deste sistema está em que cada subsistema deve ainda funcionar unicamente na forma a qual o seu fabricante pretendia. Basicamente, trata-se apenas de controle remoto estendido a diferentes locais” [TEZA , 2002, p. 31].

Outro tipo de limitação nesse sistema é a tolerância a erros, ou seja, caso a central de gerenciamento pare de funcionar, todos os aparelhos da residência também param de funcionar, gerando uma pane total no sistema a partir da central.

2.1.3 Sistema Sonoff

Um dos mais novos e famosos sistemas de automação residencial que está em evidência pelo público em geral principalmente nas redes sociais, o *Sonoff*.

Esse sistema de fato é similar em muitos aspectos ao dispositivo de automação proposto neste artigo, sendo ele distribuído, com cada dispositivo controlando um ou até quatro outros aparelhos. É acessado via *Wifi* por aplicativo ou *Cloud service*.

Mas apesar de todas essas funcionalidades e preço baixo, ainda assim o dispositivo proposto neste artigo mantém-se superior ao *Sonoff* por duas questões, primeiro o *sonoff* se trata de um dispositivo controlado via aplicativo que está disponível nas duas maiores lojas de aplicativos. O usuário conecta o aparelho à rede *wifi*, e então o roteador transmite todos os dados do *sonoff* para o aplicativo através de um servidor na *INTERNET* (ITEAD Intelligent Systems Co. Ltd, 2018). Isso o deixa dependente de plataforma, já que o usuário necessita ter um *smartphone* com sistema operacional *iOS* ou *Android*, o que nos leva a pensar como ficam os usuários que não possuem tal aparelho, ou que possuem um *smartphone* com sistema operacional diferente, ou se o usuário quisesse usar o *sonoff* pelo computador?

Segundo, se trata de a aplicação rodar baseada em servidor na nuvem, o que torna todo o sistema dependente de um servidor que pode ou não ter garantias total de funcionamento, deixando o usuário preso a um serviço externo.

2.2 Sistemas Distribuídos

“Um sistema distribuído é um conjunto de computadores independentes que se apresenta a seus usuários como um sistema único e coerente”. [TANENBAUM e STEEN, 2008, p. 1].

2.2.1 O Uso na Automação Residencial

Alguns princípios de sistemas distribuídos são aplicados no dispositivo proposto neste artigo. Tais princípios tornam o dispositivo, em alguns aspectos, diferente de outros sistemas da automação residencial já existentes. “Em princípio, também deveria ser relativamente fácil expandir ou aumentar a escala de sistemas distribuídos” [TANENBAUM e STEEN, 2008, p. 2]. Esse princípio se aplica ao dispositivo, pois a complexidade do sistema para o usuário, não aumenta quando é adicionado mais pontos de controle no sistema de automação. “Em geral, um sistema distribuído estará continuamente disponível, embora algumas partes possam estar temporariamente avariadas”. [TANENBAUM e STEEN, 2008, p. 2].

Baseado nisso, o dispositivo proposto usa um algoritmo que suporta qualquer computador ou redes diferentes, isso significa que o princípio do algoritmo pode ser implementado em qualquer tipo de computador/controlador usando qualquer tecnologia, basta apenas está ligado na mesma rede, que pode ser cabeada usando o padrão *Ethernet* ou pode ser uma rede sem fio, o que facilita ainda mais a instalação do dispositivo.

O dispositivo proposto nesse artigo será classificado como um sistema autônomo e com características de sistema distribuído.

2.3 Comunicação entre os sistemas

Em todos os sistemas de automação residencial, cada dispositivo integrante da rede deve comunicar-se com os outros, enviando um comando e/ou uma solicitação. Para tal tarefa, são usados protocolos de comunicação, que atualmente são dos mais variados tipos e tecnologias, cada um com o seu ponto forte e ponto fraco, mas sempre resolvendo problemas de casos e necessidades específicas. “[...] faz-se necessária a instalação de sistemas e de protocolos apropriados que permitam garantir a conectividade e integração entre as múltiplas funcionalidades dos dispositivos da instalação doméstica” (DE AZEVEDO DIAS; PIZZOLATO, 2004, p. 12).

De acordo com TEZA existem alguns protocolos usados para a comunicação em sistemas de automação residencial, entre os mais importantes estão:

2.3.1 Sistema X-10

Realiza a comunicação através da linha elétrica 110v ou 220v. Por essa característica de funcionar através do cabeamento já existente, o protocolo X-10 é indicado para sistemas de automação distribuídos (TEZA, 2002). Porém possui algumas limitações, opera apenas funções básicas de liga/desliga e dimerização de luzes, as anomalias e descargas eletromagnéticas na rede podem causar erros de comportamento nos dispositivos, e possui uma confiabilidade limitada por ser caro e complexo a implantação de sistemas que monitoram o status dos dispositivos.

2.3.2 Sistema Lonworks

Possui características importantes, como a interoperabilidade, serve para diversos produtos de diferentes fabricantes e aplica-se a sistemas distribuídos. A comunicação entre os “Nós” é feita através do protocolo *Lontalk*. A rede é formada por vários dispositivos independentes e com inteligência própria, cada nó pode se comunicar com sensores e atuadores sem necessitar de um gerenciador central. (DE AZEVEDO DIAS; PIZZOLATO, 2004).

2.3.3 Sistema IHC

O IHC adota a arquitetura centralizada para o seu funcionamento. “[...] os circuitos que derivam dos diversos dispositivos distribuídos na instalação, são conduzidos a um local e conectados aos equipamentos de gerenciamento e controle que lá se encontram”. (DE AZEVEDO DIAS; PIZZOLATO, 2004, p. 22).

3 Arduino™

Para o desenvolvimento do dispositivo de automação residencial proposto neste artigo, será usado o micro controlador *Arduino*. “Em termos práticos, um *Arduino* é um pequeno computador que você pode **programar para processar entradas e saídas** [grifo nosso] entre o dispositivo e os componentes externos conectados a ele” [MCROBERTS, 2011. p. 22].

Uma função muito importante no dispositivo de automação proposto é a sua acessibilidade por meio da rede local de computadores da residência, como é um dispositivo autônomo ele tem o seu próprio processamento, então ele aceita requisições de clientes, sendo um servidor e também envia requisições a outros dispositivos de automação presentes na casa, sendo também um cliente na rede. Para se obter tal função, será usado a placa de apoio *Ethernet Shield* ou a *WiFi Shield*. Dessa forma está montado

um micro controlador programado para processar requisições e então acionar aparelhos na residência, tudo isso acessado via rede local ou *INTERNET*, na Figura 1 são representadas as placas.

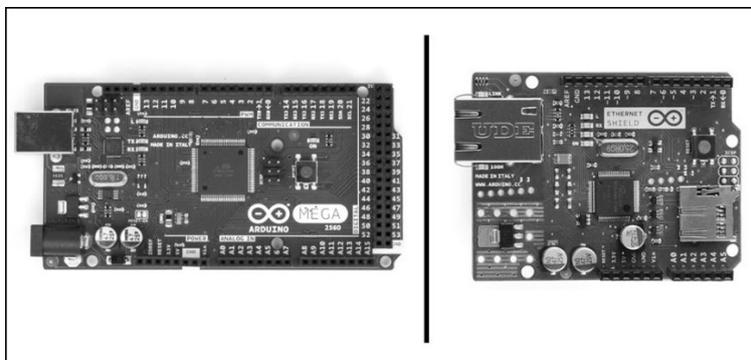


Figura 1- Micro controlador Arduino Mega 2560 e Ethernet Shield

4 Desenvolvimento do Dispositivo

Para uma melhor análise do dispositivo de automação desenvolvemos um cenário com uma casa com cinco cômodos e três dispositivos de automação controlando as luzes de cada ambiente e uma cortina automatizada, como mostra a Figura 2.

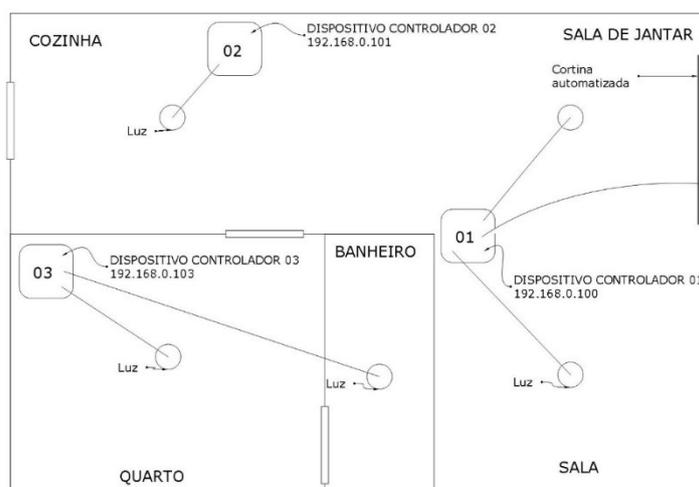


Figura 2 - Representação da casa com os dispositivos

Nesse cenário temos dois tipos de dispositivos, o dispositivo controlador, que é o responsável por receber comandos via rede local, processar esses comandos e realizar uma ação, o dispositivo controlado é o aparelho do cotidiano na casa que vai ser controlado pela automação, podendo ser uma luz de teto, abajur, ar-condicionado, etc. Esse, portanto recebendo a ação do dispositivo controlador.

Os dispositivos controladores na casa podem controlar um ou mais aparelhos (luzes, ar-condicionado, cortina, etc), porém neste artigo iremos abordar o controle apenas de dois aparelhos por dispositivo controlador. Cada dispositivo controlador tem um endereço *IP* único, estes também conhecem os endereços dos outros conectados na rede, podendo se comunicar, enviar comandos de liga e desliga ou requisitando o *status* para saber se o aparelho controlado está ligado ou desligado. Existem basicamente quatro

partes principais para o funcionamento do dispositivo controlador, entrada de alimentação, *arduino*, relés e saída.

4.1 Entrada

Aqui é onde o dispositivo controlador é alimentado para funcionar, logo após a corrente é reduzida para 9 *volts* para alimentar o *arduino*.

4.2 Arduino

É onde todas as requisições serão processadas de acordo com as solicitações dos usuários. É onde o algoritmo roda, analisando todos os procedimentos programados.

4.3 Relés

É o dispositivo que vai controlar a alimentação dos aparelhos controlados, podendo desliga-los ou liga-los, de acordo com as solicitações dos usuários do sistema de automação.

4.4 Saídas

Aqui os dispositivos controlados serão conectados para serem acionados ou desligados.

O esquema do dispositivo controlador é representado na figura 3.

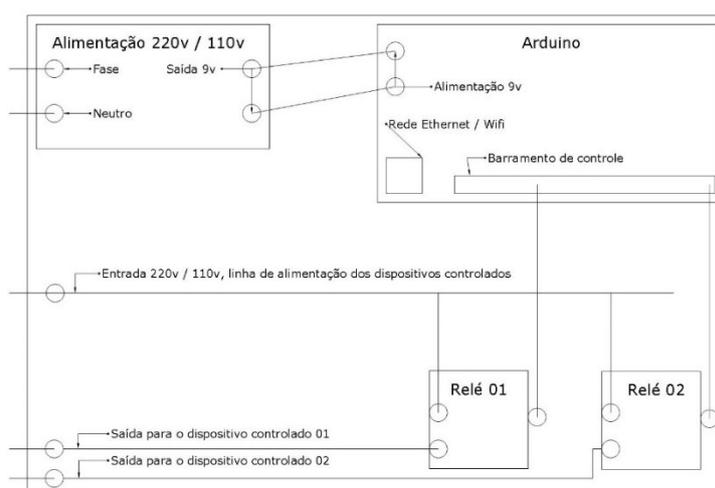


Figura 3 - Representação de funcionamento do dispositivo controlador

5 Desenvolvimento o Conceito do Algoritmo

Essa é a parte mais importante de todo o projeto, sendo ela responsável por todo o gerenciamento de requisições e respostas.

Para o usuário acessar o sistema de automação residencial ele precisa acessar um dos dispositivos controladores, cada um possui um endereço IP na rede, porém ele precisa conhecer apenas o endereço de um dispositivo controlador, pois o mesmo dispositivo acessa os outros na rede e mostra a situação de cada um na tela de retorno. Nesse artigo não será discutido o registro de nome de domínio para facilitar a memorização do endereço do dispositivo na rede, apenas será considerado o endereço 192.168.0.100 para acessar um dos dispositivos, o acesso é feito via navegador *web*, o dispositivo controlador retorna uma página *html*. O usuário pode acessar os dispositivos controladores de

qualquer aparelho, seja computador, *smartphone*, *tablet* e de qualquer sistema operacional, sendo o sistema independente de plataforma.

O algoritmo funciona em um loop, aguardando solicitações *HTTP* de usuários. Ao receber uma conexão de um cliente na rede, o algoritmo analisa todas as solicitações *HTTP* feitas para o dispositivo controlador. É feita uma análise letra por letra para saber qual comando foi dado (falaremos mais a frente sobre tais comandos). Porém no primeiro acesso de cada usuário do sistema, a solicitação *HTTP* vem sem nenhum comando, então o algoritmo apenas responde para o usuário com uma tela mostrando todos os aparelhos controlados pelo sistema de automação.

Inicialmente o sistema inicializa as variáveis de controle, logo em seguida entra em um loop, dentro desse estado de repetição contínua, o sistema aguarda por uma solicitação de algum cliente que queira usar o dispositivo de automação residencial através da rede local de computadores. Quando um cliente se conecta ao servidor, o texto da requisição do cliente é armazenado em uma variável global e é processado, então o sistema envia uma resposta para o cliente e aciona através dos relés o aparelho do sistema de acordo com a solicitação do cliente.

Ao acessar o sistema, o usuário visualizará a seguinte tela como mostra a figura 4:

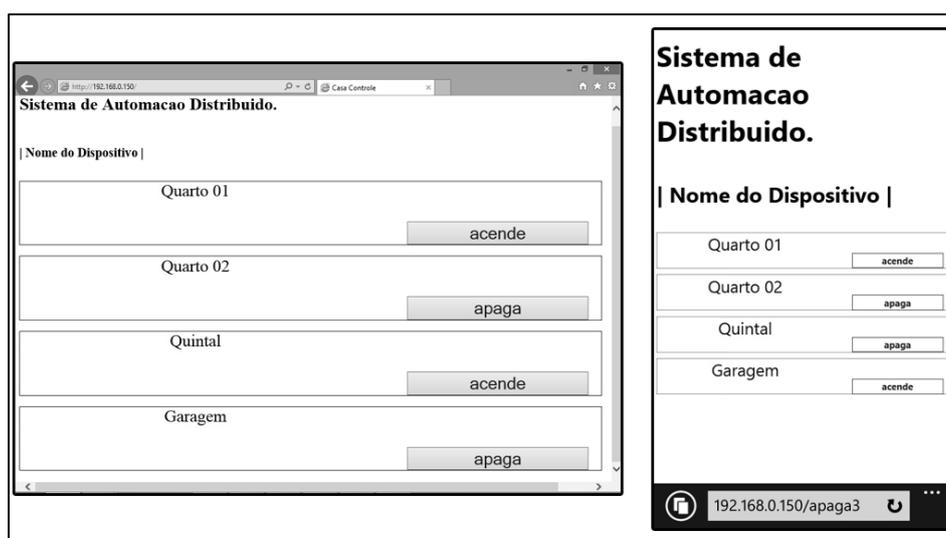
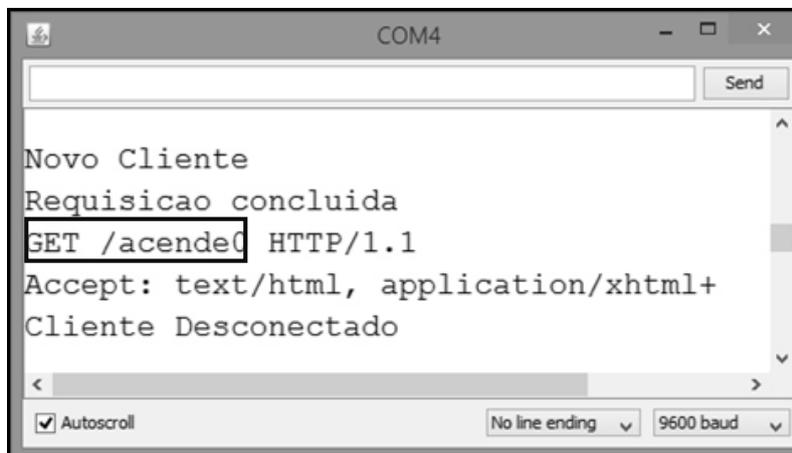


Figura 4 - Páginas web geradas pelo dispositivo de automação, em um navegador de computador de mesa e em um outro navegador de um dispositivo móvel.

Para algum usuário acessar o sistema de automação residencial, ele primeiro precisa saber o endereço na rede de um dos dispositivos controladores que compõem o sistema de automação. Como já havíamos mencionado, não discutiremos nesse artigo o registro de nome de domínio para facilitar a memorização do endereço do dispositivo na rede, apenas será considerado o endereço 192.168.0.100 para acessar um dos dispositivos. O sistema pode ser composto por qualquer quantidade de dispositivos controladores (um ou mais), cada um podendo controlar um ou mais aparelhos na casa (luz, ar-condicionado, cortinas automatizadas, etc).

5.1 Processando Solicitação

Esse é um processo muito importante do algoritmo, é nessa parte onde a requisição vinda do cliente é analisada e processada. Essa rotina é dividida em quatro partes de análises: /acende, /apaga, /status e /. O algoritmo procura pela palavra depois da “/” (barra) do GET.



```
COM4
Novo Cliente
Requisicao concluida
GET /acende0 HTTP/1.1
Accept: text/html, application/xhtml+
Cliente Desconectado
Autoscroll No line ending 9600 baud
```

Figura 5 – Requisição GET http mostrada na saída serial do arduino.

5.2 Comando apaga, acende e status

Na figura acima vemos a saída gerada por um dispositivo controlador ao receber uma solicitação de algum usuário. Toda solicitação vem acompanhada de um *GET*, que serve para enviar alguma instrução via protocolo *HTTP*. O algoritmo analisa o *GET* após a barra e verifica se encontra algum comando. Um comando é gerado quando o cliente clica em algum botão na página gerada pelo dispositivo controlador, ao clicar no botão “acende” é gerada uma solicitação *GET /acende* e ao clicar no botão apaga é gerado um *GET /apaga*. Ao encontrar “/acende” ou “/apaga”, é verificado qual o número vindo após o comando, esse número corresponde a qual aparelho vai ser enviado o comando de apaga ou acende. Essa lista é gerada automaticamente pelos dispositivos controladores e compartilhadas entre si, cada aparelho controlado na casa tem um número. Ao encontrar o número do dispositivo correspondente, o dispositivo de automação se torna um cliente e então envia uma requisição *HTTP* ao dispositivo que corresponde ao número encontrado no comando do *GET*.

É de extrema necessidade que o usuário ao acessar o dispositivo de automação residencial, seja possível verificar a situação dos outros dispositivos ligados na rede da residência, isso aumenta a usabilidade do sistema. Para tal funcionalidade existe o comando “status”, que é executado de um dispositivo para outro. Toda vez que um dispositivo controlador é acessado por um usuário, esse dispositivo precisa retornar uma tela com todos os aparelhos controlados e seus *status*, se estão ligados ou desligados. Para isso, o dispositivo controlador envia uma requisição *HTTP GET /status* para todos os outros dispositivos controladores da casa e cada um responde com 0 (zero) para desligado ou 1 (um) para ligado.

Tal procedimento funciona enviando uma requisição de status para cada endereço IP dos outros dispositivos de automação ligados à rede. Quando a requisição de status é enviada, o algoritmo aguarda por vinte vezes a resposta do dispositivo. Só assim é gerada a página para o usuário com todos os aparelhos e seus status.

```

70 void loop() {
71     // Fica aguardando um solicitação de um cliente
72     clientePrincipal = serverPrincipal.available();
73
74     // Se um cliente está disponível
75     if (clientePrincipal) {
76         Serial.write("\nNovo Cliente");
77         getSemNada = 0;
78         passouIf = 0;
79
80         // Uma solicitação que termina com uma linha em branco
81         boolean currentLineIsBlank = true;
82         while (clientePrincipal.connected()) {
83             if (clientePrincipal.available()) {
84                 char c = clientePrincipal.read();
85
86                 // Salva somente 15 caracteres da requisição HTTP
87                 // Para evitar sobrecargas na memória RAM
88
89                 // salva cada caractere da requisição
90                 if (HTTP_req.length() < 15) HTTP_req.concat(c);
91
92                 // Se for lido um /n e a nova linha está em branco
93                 // A solicitação http está completa, então já se pode
94                 // Enviar uma resposta.
95                 if (c == '\n' && currentLineIsBlank) {
96                     Serial.write("\nRequisicao concluida\n");
97                     verificaReq();
98                     // Envia um resposta http para o cliente
99                     if(!foiStatus){
100                         clientePrincipal.println("HTTP/1.1 200 OK");
101                         clientePrincipal.println("Content-Type: text/html");
102                         clientePrincipal.println("Connection: close");
103                         clientePrincipal.println();
104                         clientePrincipal.println("<!DOCTYPE HTML>");
105                         clientePrincipal.println("<head>");
106                         clientePrincipal.println("<title>Casa Controle</title>");
107
108                         clientePrincipal.println("<style>");
109
110                         clientePrincipal.println(".Caixa_Central {");
111                         clientePrincipal.println("display: table;");
112                         clientePrincipal.println("margin: 0 20px 20px 0;");
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
640
641
642
643
644
645
646
647
648
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
660
661
662
663
664
665
666
667
668
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
840
841
842
843
844
845
846
847
848
849
850
851
852
853
854
855
856
857
858
859
860
861
862
863
864
865
866
867
868
869
870
871
872
873
874
875
876
877
878
879
880
881
882
883
884
885
886
887
888
889
890
891
892
893
894
895
896
897
898
899
900
901
902
903
904
905
906
907
908
909
910
911
912
913
914
915
916
917
918
919
920
921
922
923
924
925
926
927
928
929
930
931
932
933
934
935
936
937
938
939
940
941
942
943
944
945
946
947
948
949
950
951
952
953
954
955
956
957
958
959
960
961
962
963
964
965
966
967
968
969
970
971
972
973
974
975
976
977
978
979
980
981
982
983
984
985
986
987
988
989
990
991
992
993
994
995
996
997
998
999
1000

```

Figura 6 – Trechos do algoritmo que mostra a análise de uma solicitação e dos comandos.

6 Controlando os Outros Dispositivos

Para controlar outros aparelhos na casa ligados a outros dispositivos controladores, o usuário não precisa sair acessando todos um por um, essa tarefa é feita por um único dispositivo controlador que já tem a lista de todos os outros controladores na casa e se comunica com eles enviando comandos *HTTP* de acordo com os botões que o usuário clica.

Se o usuário acessou o dispositivo controlador número 03 de IP 192.168.0.103 e quer desligar a lâmpada da sala que está conectada no dispositivo controlador número 01 de IP 192.168.0.100, ele não precisa acessar o 01, basta ele acessar o 03 e a partir daí clica no botão correspondente a lâmpada da sala conectada no controlador 03.

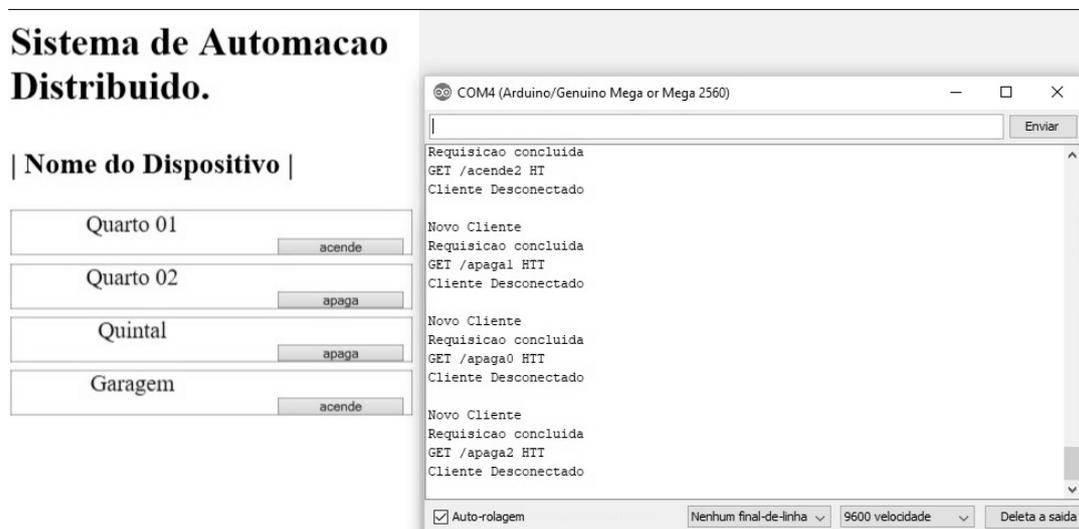


Figura 7 – Saídas na porta serial do arduíno mostrando o resultado de algumas solicitações.

Na figura acima temos um exemplo dessas solicitações feitas pelo usuário ao clicar em um botão na página *web* do dispositivo controlador. Podemos observar vários “GET” com os comandos “apaga” ou “acende” seguido do identificador do aparelho controlado.

7 Instalação

A instalação do dispositivo de automação residencial é feita apenas ligando-o na rede elétrica. O aparelho que será gerenciado pelo dispositivo é ligado na saída gerenciada e o dispositivo é ligado à rede de computadores através da interface Ethernet ou por meio da rede sem fio. O diagrama de instalação é mostrado na figura 8.

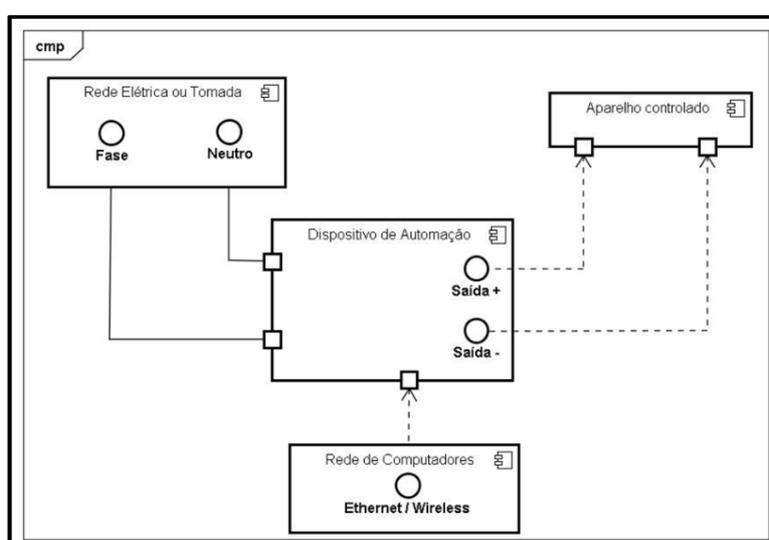


Figura 8 – Diagrama de instalação.

8 Resultados

Com a apresentação do conceito de dispositivo de automação residencial usando conceitos de sistemas distribuídos foi possível obter-se resultados satisfatórios em relação aos outros sistemas disponíveis atualmente no mercado.

O dispositivo é capaz de ser acessado via navegador web por qualquer tipo de sistema operacional, sendo independente de plataforma e navegador. Não sendo necessário o uso de aplicativos para gerenciar os aparelhos na casa e nem de serviços externos como servidores em nuvem.

Ao ser acessado pela primeira vez, o dispositivo faz uma busca na rede solicitando os status de todos os outros aparelhos controlados por outros dispositivos, isso torna o sistema equiparável a sistemas distribuídos.



Figura 9 – Página web gerada contendo todos os aparelhos na casa com seus respectivos status.

Podemos observar na figura acima que ao ser acessado pela primeira vez, o sistema reconhece o *GET*, que é chamado internamente de “*get sem nada*”, dessa maneira o sistema entende que precisa acessar os outros dispositivos na casa e verificar os status dos aparelhos, então ele envia um *GET/status* para todos os dispositivos controladores para obter a situação de cada aparelho na casa. Se houver falha em receber um status de algum dispositivo, o algoritmo apenas segue em frente e não solicita mais ao dispositivo, isso torna o sistema independente de falhas, mesmo se alguns nós estiverem com problemas.

9 Trabalhos Futuros

A ideia proposta neste artigo mostra um futuro promissor para tal dispositivo, podendo ser barato para se construir e fácil de operar. Porém ainda existem possíveis melhorias para tal ideia.

Um incremento interessante seria a criação de um algoritmo capaz de tornar o dispositivo compatível com resolução de nome de domínios, pois é bem mais fácil um usuário acessar o dispositivo com um nome “minhacasa.eu” do que por um endereço IP. Também seria interessante criar uma adaptação para ligar o dispositivo à uma tomada normal na casa, para além de gerência o aparelho pelo celular, também ser possível de ligar ou desligar através do modo convencional, pela tomada na parede.

Há vários possíveis incrementos no dispositivo, como por exemplo a possibilidade de alteração dos nomes de cada aparelho controlado e também a classificação e agrupamento de diferentes tipos de aparelhos e em diferentes grupos de locais, como aparelhos da cozinha, aparelhos do quarto, etc.

10 Conclusão

O dispositivo de automação residencial apresentado neste artigo pode oferecer vantagens frente aos demais sistemas de automação residencial disponíveis no mercado, pois sua arquitetura descentralizada oferece uma maior confiabilidade contra erros, pois cada dispositivo usa princípios de sistemas distribuídos, por esse motivo, o usuário controla todos os dispositivos e aparelhos da casa acessando apenas um dispositivo de automação.

Caso ocorra travamentos ou qualquer outro tipo de avaria no dispositivo, o usuário escolhe um outro para acessá-lo e gerenciar os aparelhos da casa, basta acessar outro endereço IP que será mostrado todos os dispositivos controladores funcionando na casa.

Conclui-se que o desenvolvimento e implantação de um dispositivo de automação residencial distribuído discutido nesse artigo é viável, pois sua facilidade em desenvolver, programar, implantar e manter é bem maior do que comparado com os sistemas de automação encontrados atualmente. O gerenciamento por parte do usuário, pode ser feito independentemente de qualquer sistema operacional ou aparelho, podendo ser acessado por meio de celulares, *smartphones*, *tablets*, computadores e etc.

No artigo foi proposto uma ideia de algoritmo que pode ser desenvolvido em qualquer tipo de linguagem para qualquer chip controlador. O ponto principal do artigo foi atingido que é perspectiva de uma ideia original e viável, que pode ser posteriormente implementada em um algoritmo e usada em uma placa de circuito integrado para assim desenvolver um dispositivo controlador para formar um sistema de automação residencial.

Referências

- Itead, Intelligent Systems Co. Ltd. (2018) "Sonoff Smart Home". <http://sonoff.itead.cc/en/>, Julho.
- Alievi, César Adriano (2008) Automação Residencial Com Utilização De Controlador Lógico Programável, Rio Grande do Sul, Novo Hamburgo.
- Arduino, (2014) "Products", <http://arduino.cc/en/Main/Products>, Agosto.
- De azevedo dias, César Luiz e Pizzolato, Nélio Domingues (2004) Domótica em *Aplicabilidade e Sistemas de Automação Residencial*, v. 6, n. 3, p. 9-32. Vértices.
- Mcroberts, Michael (2011) Arduino Básico, São Paulo. Novatec.
- Tanenbaum, Andrew; STEEN e Maarten (2008) Sistemas Distribuídos em *Princípios e Paradigmas*, Pearson Education, p. 1-2, 2ª ed, São Paulo.
- Teza, Vanderlei Rabelo (2002) Alguns aspectos sobre a automação residencial, 106f, Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação), Faculdade de Ciência da Computação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.