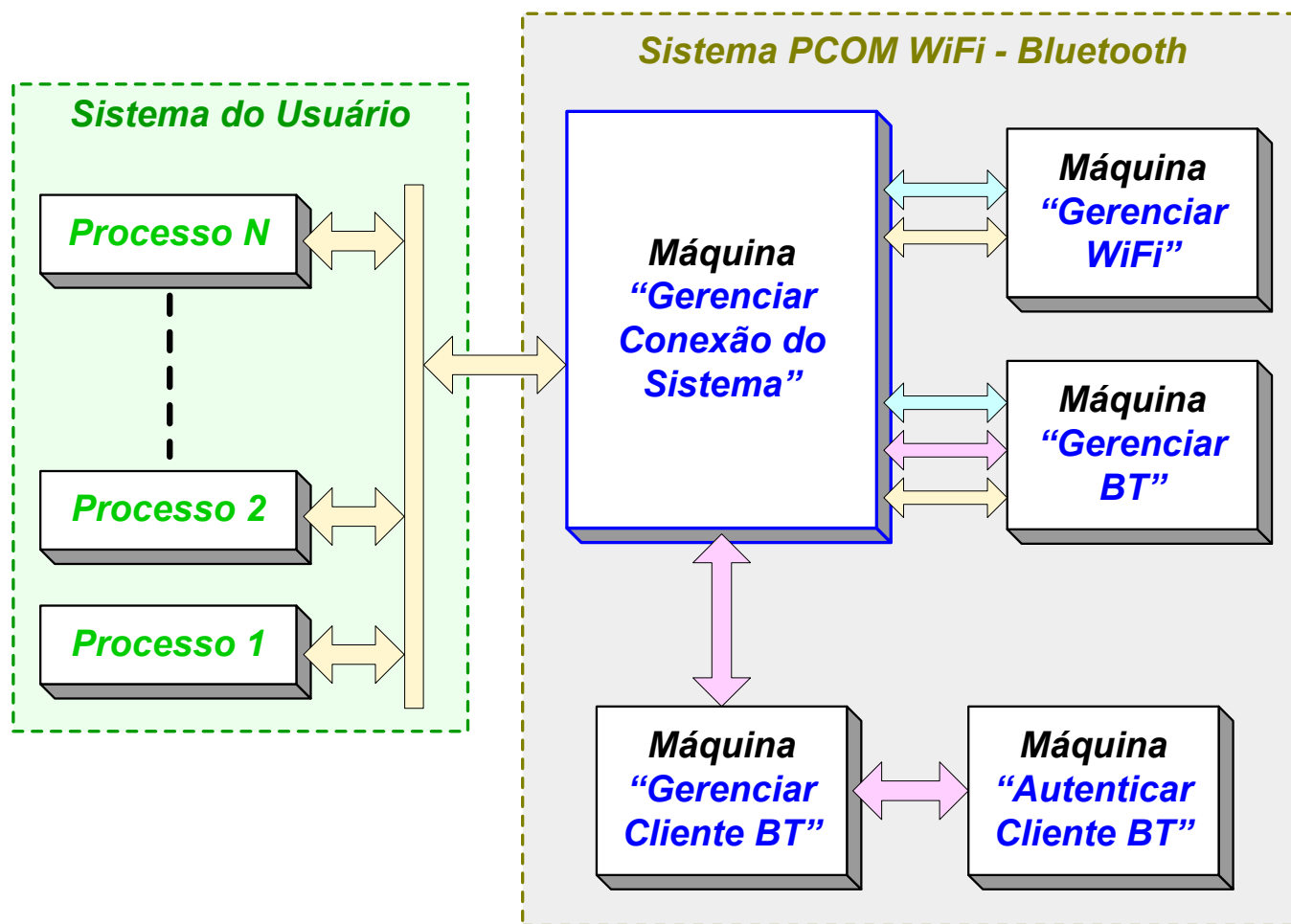


***Diagramas da
Implementação do
Mecanismo de PCOMs
WiFi e Bluetooth
para o ESP32 na
Plataforma Arduino***

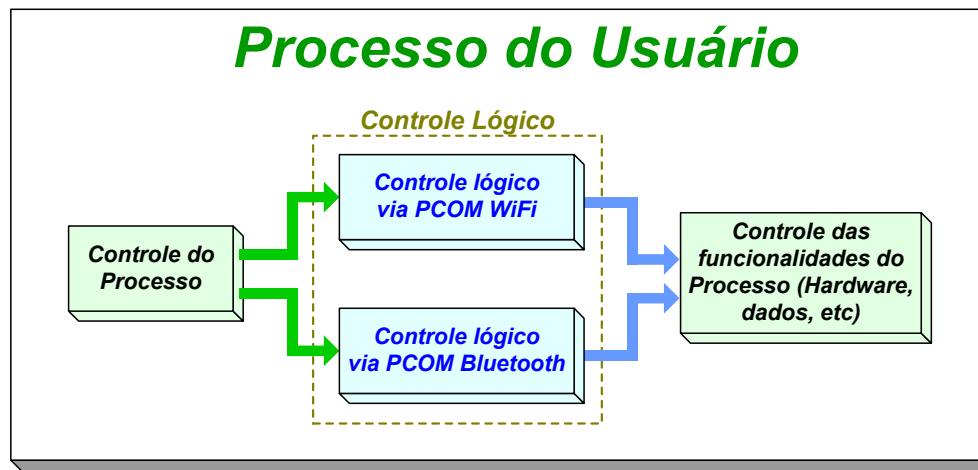
***Elcids H. das Chagas
agosto 2019***

Diagrama em Blocos da Implementação do Sistema PCOM “WiFi - Bluetooth” para o ESP32 na Plataforma Arduino



Legenda:

- Eventos relacionados à Conexão para comunicação com Cliente externo.
- Eventos relacionados à Autenticação de um Cliente externo neste Sistema.
- Fluxo de Informações de Status e/ou Dados.



Descrição básica do Processo do Usuário:

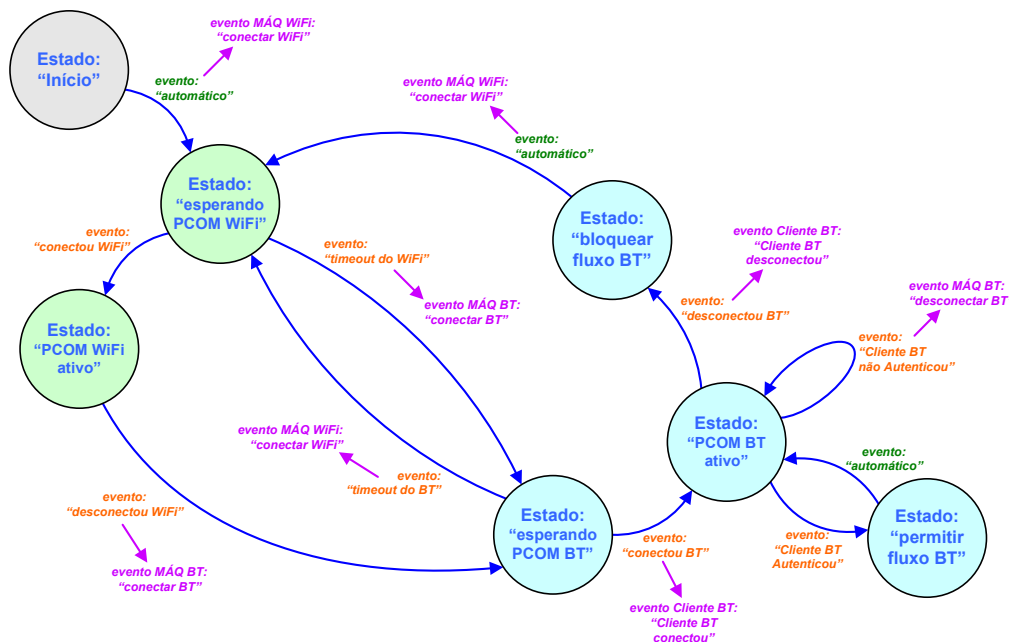
- **Controle do Processo:** este bloco verifica se está disponível o PCOM WiFi ou o PCOM Bluetooth. Então, conforme um ou outro PCOM esteja disponível, é chamado o “Controle lógico” correspondente.
- **Controle lógico via PCOM WiFi:** este bloco faz o “controle “lógico” das funcionalidades do Processo, quando o PCOM WiFi está disponível. Para isso, ele se comunica com o Cliente WiFi conectado, através de comandos e dados relacionados às funcionalidades existentes. Como esta interface com o Cliente é essencialmente um servidor TCP/IP (o “WiFi Server”), o mais comum é se utilizar Páginas HTML na implementação desta interface com um Cliente. O PCOM WiFi possui um Mecanismo que facilita bastante esta Interface, mesmo para outros protocolos encapsulados dentro do TCP/IP (sejam protocolos padrões ou dedicados). Por sua vez, o “controle lógico” chama rotinas que atuam nas funcionalidades do Processo, assim atendendo as requisições do Cliente WiFi para o controle do Processo.
- **Controle lógico via PCOM Bluetooth:** este bloco faz o “controle “lógico” das funcionalidades do Processo, quando o PCOM Bluetooth está disponível. Para isso, ele se comunica com o Cliente Bluetooth conectado, através de comandos e dados relacionados às funcionalidades existentes. Como é utilizada uma Interface Bluetooth “SPP” (Serial Port Profile), quaisquer comandos ou dados entre o Processo e Cliente Bluetooth, devem ser constituídos na forma de bytes individuais ou pacotes de bytes associados. Por sua vez, o “controle lógico” chama rotinas que atuam nas funcionalidades do Processo, assim atendendo as requisições do Cliente Bluetooth para o controle do Processo.
- **Controle das funcionalidades do Processo (Hardware, dados, etc).** este bloco atua diretamente no Hardware ou Dados do Processo, independente da conexão atual do Sistema (WiFi ou Bluetooth). Vejamos um exemplo: existe no Hardware deste Sistema, um Sensor de Temperatura e Humidade, e os dados deste Sensor podem ser acessados externamente por um Cliente conectado. Todas as funcionalidades relacionadas a este Sensor devem estar implementadas de forma genérica, como a leitura da Temperatura ou a leitura da Humidade, ou a alteração do intervalo de tempo que o Processo faz a amostragem dos dados do Sensor. Assim, qualquer destas funcionalidades pode ser acessada por quaisquer das Interfaces existentes no Sistema (seja WiFi ou Bluetooth).

Considerações sobre o Nível de Segurança do Processo do Usuário:

- o PCOM Bluetooth possui um Processo de Autenticação do Cliente Bluetooth, de forma a acrescentar um nível de segurança para o Processo. Esta implementação é devido ao fato de que a Interface Bluetooth SPP do ESP32, não solicita uma senha de pareamento, o que permitiria que qualquer dispositivo Bluetooth se conecte a este Sistema.
- qualquer Autenticação do Cliente WiFi, deve ser implementado localmente nos Processos do Usuário que exijam algum nível de segurança. Isto é feito desta forma para permitir flexibilidade na forma de Autenticação, conforme Protocolos dedicados e encapsulados dentro do TCP/IP (ou seja, usam o WiFi Server do PCOM WiFi como meio de comunicação). Também possibilita que o usuário determine o nível de segurança que ele considere adequado para cada Processo sendo executado no Sistema. Observar também que, a Rede WiFi local através da qual este Sistema é acessado, normalmente possui alguma senha de conexão, ficando a critério do usuário determinar se é necessário um nível adicional de Autenticação.

***Diagramas de Estados
das Máquinas de Estados
que implementam o
Mecanismo de PCOMs***

**Máquina “Gerenciar Conexão do Sistema”:
Diagrama de Estados**



Legenda:

evento: \xrightarrow{a} Evento interno à esta Máquina de Estados.

evento: \xrightarrow{a} Evento gerado nesta Máquina de Estados, que tem efeito fora desta.

evento: \xrightarrow{a} Evento gerado fora desta Máquina de Estados, que tem efeito nesta.

Observações para clarificação:

evento MÁQ WIFI: evento direcionado para a Máquina “Gerenciar WiFi”.

evento MÁQ BT: evento direcionado para a Máquina “Gerenciar BT”.

evento Cliente BT: evento direcionado para a Máquina “Gerenciar Cliente BT”.

Para diminuir a poluição visual, neste diagrama foram suprimidas setas na cor laranja (eventos externos), e também a maioria dos nomes dos eventos na cor verde (eventos locais), pois nesta Máquina praticamente todos os eventos externos provocam um evento local correspondente.

Descrição básica dos Estados:

Estado "Início" → registra que não há PCOM ativo. Vai automaticamente para o Estado "esperando PCOM WiFi".

Estado “esperando PCOM WiFi” → espera configuração e conexão do PCOM WiFi. Aguarda evento **“conectou WiFi”**, ou evento **“timeout do WiFi”**.

Estado "PCOM WiFi ativo" → nada faz enquanto o PCOM WiFi está conectado. Aguarda evento "desconectou WiFi".

Estado “esperando PCOM BT” → espera configuração e conexão do PCOM Bluetooth. Aguarda evento “conectou BT”, ou evento “timeout do BT”.

Estado "PCOM BT ativo" → nada faz enquanto o PCOM Bluetooth está conectado. Aguarda evento "cliente BT Autenticou", ou evento "cliente BT não Autenticou", ou evento "desconectou BT"

Estado “permitir fluxo BT” → registra que está liberado o fluxo de dados através do PCOM Bluetooth. Vai automaticamente para o Estado “PCOM BT ativo”.

Estado “bloquear fluxo BT” → registra que está bloqueado o fluxo de dados através do PCOM Bluetooth. Vai automaticamente para o Estado “esperando PCOM WiFi”.

Descrição básica dos Eventos:

evento "timeout do WiFi" → indica que ocorreu timeout (fim de um tempo específico), enquanto esperava configuração e conexão do PCOM WiFi.

evento "conectou WiFi" → indica que o PCOM WiFi se conectou e está operacional, e que portanto o WiFi Server deste Sistema pode receber requisições TCP/IP de um Cliente WiFi.

evento “desconectou WiFi” → indica que o PCOM WiFi se desconectou e portanto não está mais operacional.

evento "timeout do BT" → indica que ocorreu timeout (fim de um tempo específico), enquanto esperava configuração e conexão do PCOM Bluetooth.

evento "conectou BT" → indica que o PCOM Bluetooth tem um Cliente conectado, e portanto está operacional.

evento "cliente BT Autenticou" → indica que o Cliente Bluetooth atual está Autenticado no Sistema, e que portanto o fluxo de dados via PCOM Bluetooth pode ser liberado.

evento "cliente BT não Autenticou" → indica que o Cliente Bluetooth atual não Autenticou no Sistema, e que o PCOM Bluetooth deve ser fechado para forçar uma desconexão automática do Cliente Bluetooth.

evento “desconectou BT” → indica que o Cliente Bluetooth se desconectou, e que o fluxo de dados via PCOM Bluetooth deve ser bloqueado.

evento "conectar WiFi" → indica à Máquina "Gerenciar WiFi", que o PCOM WiFi está liberado para ser usado como meio de conexão deste Sistema.

evento "conectar BT" → indica à **Máquina "Gerenciar BT"**, que o **PCOM Bluetooth** está liberado para ser usado como meio de conexão deste Sistema.

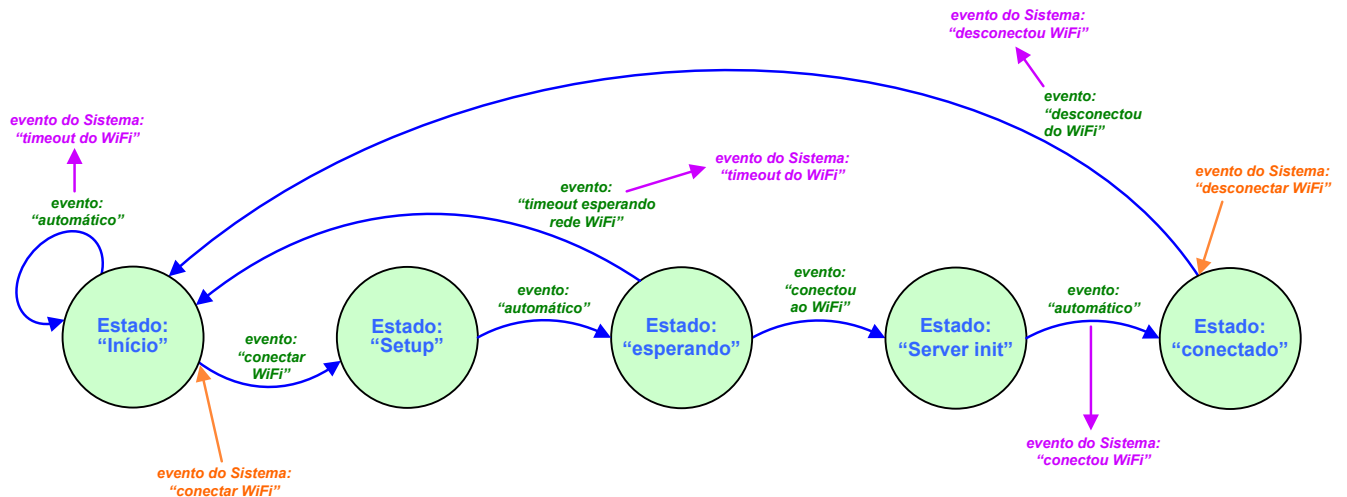
evento "desconectar BT" → indica à Máquina "Gerenciar BT", que neste momento o PCOM Bluetooth deve ser fechado.

evento "Cliente BT conectado" → indica à **Máquina "Gerenciar Cliente BT"**, que um Cliente Bluetooth conectou e portanto deve ser iniciado o processo de Autenticação deste Cliente no Sistema.

evento "Cliente BT desconectou" → indica à Máquina "Gerenciar Cliente BT", que o Cliente Bluetooth se desconectou e portanto deve ser interrompido o processo de Autenticação deste Cliente no Sistema.

evento "automático" → indica que o próprio Estado decidiu mudar para outro Estado (apenas se não ocorrer outro evento no Estado).

Máquina “Gerenciar WiFi”: Diagrama de Estados



Legenda:

	evento: "....."	→ Evento interno à esta Máquina de Estados.
	evento: "....."	→ Evento gerado nesta Máquina de Estados, que tem efeito fora desta.
	evento: "....."	→ Evento gerado fora desta Máquina de Estados, que tem efeito nesta.

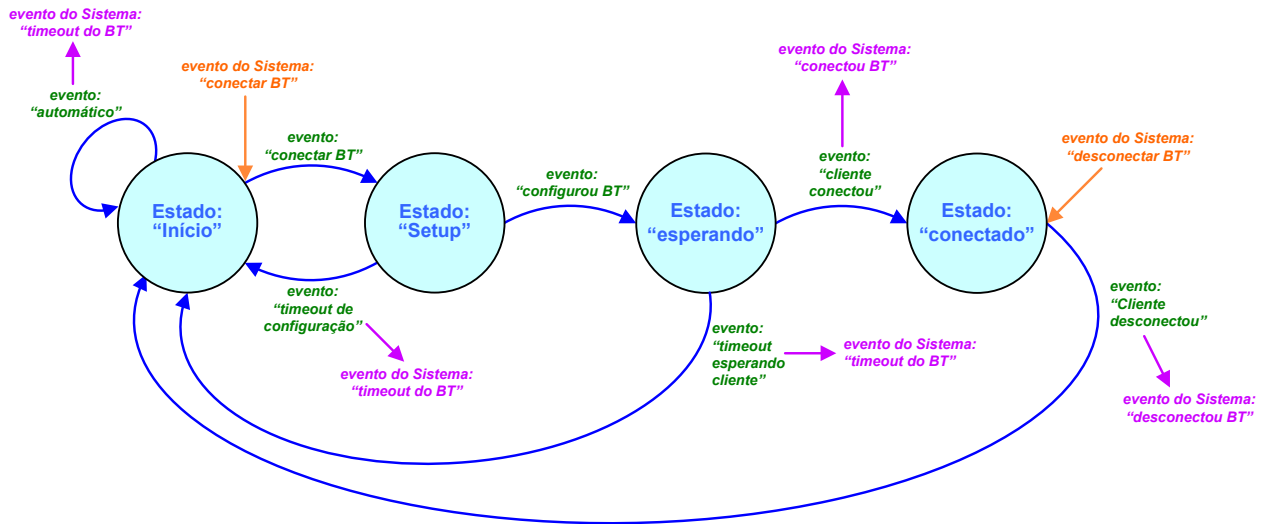
Descrição básica dos Estados:

- Estado "Início"** → aguarda que o PCOM WiFi seja liberado para ser usado como um meio de conexão deste Sistema. Aguarda o evento "conectar WiFi".
- Estado "Setup"** → faz a inicialização para conexão à Rede WiFi atualmente especificada. Vai automaticamente para o Estado "esperando".
- Estado "esperando"** → espera que se conclua com sucesso a conexão à Rede WiFi atualmente especificada. Aguarda o evento "conectou ao WiFi", ou o evento "timeout esperando rede WiFi".
- Estado "Server init"** → faz a inicialização do "WiFi Server" deste Sistema, a fim de atender requisições TCP/IP de um Cliente WiFi. Vai automaticamente para o Estado "conectado".
- Estado "conectado"** → nada faz enquanto está conectado à Rede WiFi atualmente especificada. Aguarda o evento "desconectou do WiFi", ou o evento "desconectar WiFi".

Descrição básica dos Eventos:

- evento "conectar WiFi"** → indica que o PCOM WiFi está liberado para ser usado como um meio de conexão deste Sistema.
- evento "timeout esperando rede WiFi"** → indica que ocorreu timeout (fim de um tempo específico), enquanto aguardava que se efetivasse a conexão à Rede WiFi atualmente especificada.
- evento "conectou ao WiFi"** → indica que ocorreu com sucesso a conexão à Rede WiFi atualmente especificada, e portanto o mecanismo do PCOM WiFi pode prosseguir.
- evento "desconectou do WiFi"** → indica que se desconectou da Rede WiFi atualmente especificada.
- evento "desconectar WiFi"** → indica que o Controle externo a esta Máquina de Estados, solicitou que o PCOM WiFi seja "fechado".
- evento "timeout do WiFi"** → indica ao Controle externo a esta Máquina de Estados, que ocorreu timeout (fim de um tempo específico) durante o processo de conexão do PCOM WiFi.
- evento "conectou WiFi"** → indica ao Controle externo a esta Máquina de Estados, que o PCOM WiFi está operacional, e que portanto o WiFi Server deste Sistema pode receber requisições TCP/IP de um Cliente WiFi.
- evento "desconectou WiFi"** → indica ao Controle externo a esta Máquina de Estados, que o PCOM WiFi foi fechado, e portanto não está operacional.
- evento "automático"** → indica que o próprio Estado decidiu mudar para outro Estado (apenas se não ocorrer outro evento no Estado).

Máquina “Gerenciar BT”: Diagrama de Estados



Legenda:

evento: "....." →	Evento interno à esta Máquina de Estados.
evento: "....." →	Evento gerado nesta Máquina de Estados, que tem efeito fora desta.
evento: "....." →	Evento gerado fora desta Máquina de Estados, que tem efeito nesta.

Descrição básica dos Estados:

Estado “Início” → aguarda que o PCOM Bluetooth seja liberado para ser usado como um meio de conexão deste Sistema. Aguarda evento “conectar BT”.

Estado “Setup” → faz a inicialização da Interface SPP Bluetooth. Aguarda evento “configurou BT”, ou evento “timeout de configuração”.

Estado “esperando” → espera que um Cliente Bluetooth se conecte. Aguarda evento “cliente conectou”, ou evento “timeout esperando cliente”.

Estado “conectado” → nada faz enquanto o Cliente Bluetooth está conectado. Aguarda evento “cliente desconectou”, ou evento “desconectar BT”.

Descrição básica dos Eventos:

evento “conectar BT” → indica que o PCOM Bluetooth está liberado para ser usado como um meio de conexão deste Sistema.

evento “timeout de configuração” → indica que ocorreu timeout (fim de um tempo específico), enquanto tentava inicializar a Interface SPP Bluetooth.

evento “configurou BT” → indica que a Interface SPP Bluetooth foi inicializada com sucesso, e que o mecanismo do PCOM Bluetooth pode prosseguir.

evento “timeout esperando cliente” → indica que ocorreu timeout (fim de um tempo específico), enquanto aguardava que um Cliente se conectasse.

evento “cliente conectou” → indica que um Cliente se conectou a este Sistema via Interface SPP Bluetooth.

evento “cliente desconectou” → indica que o Cliente se desconectou da Interface SPP Bluetooth deste Sistema.

evento “desconectar BT” → indica que o **Controle externo** a esta Máquina de Estados, solicitou que o PCOM Bluetooth seja “fechado”.

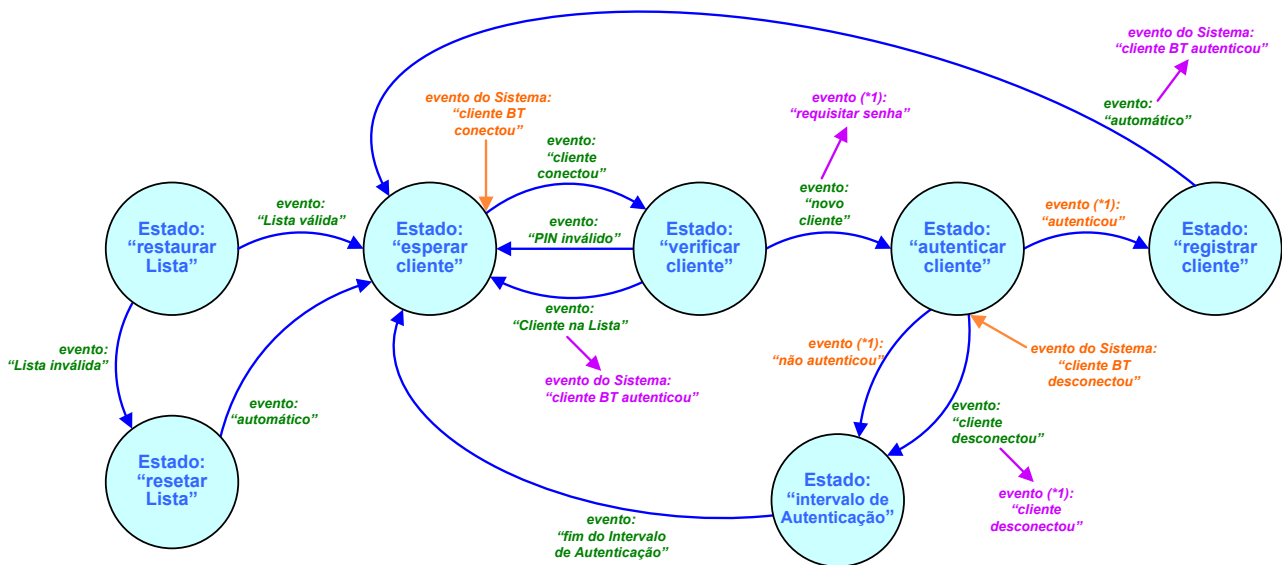
evento “timeout do BT” → indica ao **Controle externo** a esta Máquina de Estados, que ocorreu timeout (fim de um tempo específico) durante o processo de conexão do PCOM Bluetooth.

evento “conectou BT” → indica ao **Controle externo** a esta Máquina de Estados, que o PCOM Bluetooth tem um Cliente conectado, e portanto está operacional.

evento “desconectou BT” → indica ao **Controle externo** a esta Máquina de Estados, que o PCOM Bluetooth foi fechado, e portanto não está operacional.

evento “automático” → indica que o próprio Estado decidiu mudar para outro Estado (apenas se não ocorrer outro evento no Estado).

Máquina “Gerenciar Cliente BT”: Diagrama de Estados



Legenda:

	evento: "....."	→ Evento interno à esta Máquina de Estados.
	evento: "....."	→ Evento gerado nesta Máquina de Estados, que tem efeito fora desta.
	evento: "....."	→ Evento gerado fora desta Máquina de Estados, que tem efeito nesta.

Observações para clarificação:

evento (*1): é um evento originado na “Máquina Autenticar Cliente BT”.

evento (*1): é um evento direcionado para a “Máquina Autenticar Cliente BT”.

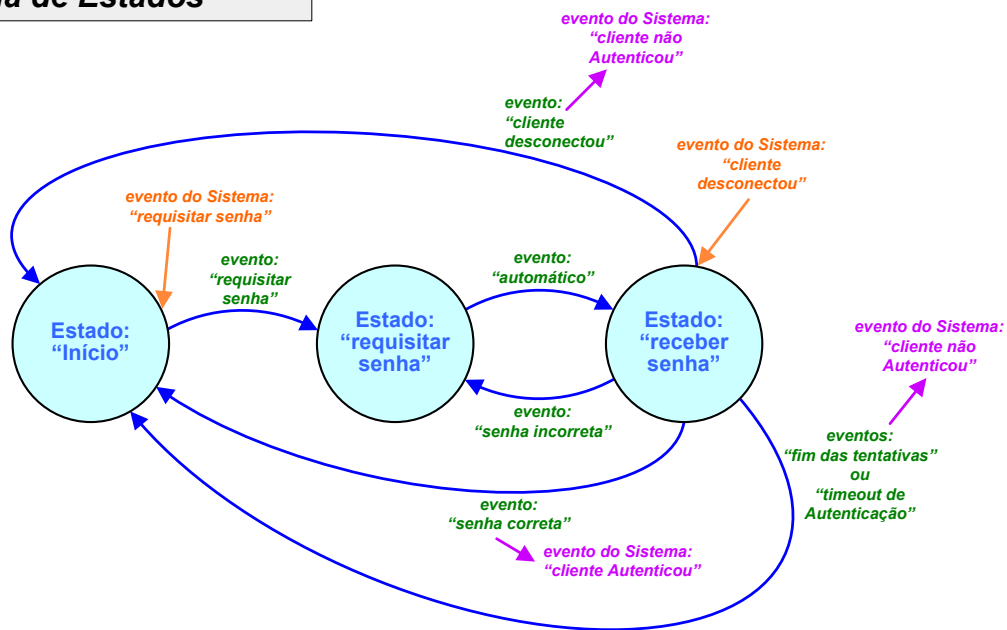
Descrição básica dos Estados:

- Estado “restaurar Lista”** → tenta restaurar da EEPROM do ESP32, a Lista de Clientes Autenticados. Aguarda evento “Lista válida”, ou evento “Lista inválida”.
- Estado “resetar Lista”** → reseta a Lista de Clientes Autenticados. Vai automaticamente para o Estado “esperar cliente”.
- Estado “esperar cliente”** → espera que um Cliente Bluetooth se conecte. Aguarda evento “cliente conectou”.
- Estado “verificar cliente”** → verifica se o “PIN” do Cliente é válido, e se o Cliente está na Lista de Clientes Autenticados. Aguarda evento “PIN inválido”, ou evento “Cliente na Lista”, ou evento “novo Cliente”.
- Estado “autenticar cliente”** → espera que o Cliente Bluetooth faça a Autenticação. Aguarda evento “cliente desconectou”, ou evento “autenticou”, ou evento “não autenticou”.
- Estado “registrar cliente”** → insere o “PIN” do Cliente atual na Lista de Clientes Autenticados, e salva a Lista atualizada na EEPROM. Vai automaticamente para o Estado “esperar cliente”.
- Estado “intervalo de Autenticação”** → como o Cliente atual falhou em Autenticar, aguarda um intervalo de tempo até proceder com a próxima Autenticação. Aguarda evento “fim do intervalo de Autenticação”.

Descrição básica dos Eventos:

- evento “Lista válida” → indica que a Lista de Clientes Autenticados lida da EEPROM, passou no teste de validação, e portanto pode ser utilizada.
- evento “Lista inválida” → indica que a Lista de Clientes Autenticados lida da EEPROM, não passou no teste de validação, e portanto deve ser descartada.
- evento “cliente conectou” → indica que um Cliente se conectou via Bluetooth, e que deve ser feita a Autenticação do mesmo.
- evento “PIN inválido” → indica que é inválido o PIN do Cliente Bluetooth atual, e que portanto deve ser desconsiderado.
- evento “Cliente na Lista” → indica que o Cliente atual já está na Lista de Clientes Autenticados.
- evento “novo cliente” → indica que o Cliente atual não está na Lista de Clientes Autenticados, e que deve proceder com a Autenticação.
- evento “cliente desconectou” → indica que o Cliente atual se desconectou, e portanto não concluiu o processo de Autenticação.
- evento “autenticou” → indica que a Máquina “Autenticar Cliente BT”, informou que o Cliente atual inseriu uma senha correta, e portanto fez a Autenticação neste Sistema.
- evento “não autenticou” → indica que a Máquina “Autenticar Cliente BT”, informou que o Cliente atual não inseriu uma senha correta, e portanto não fez a Autenticação neste Sistema.
- evento “requisitar senha” → indica à Máquina “Autenticar Cliente BT”, que deve ser iniciado o processo de Autenticação do Cliente atual, requisitando a este Cliente a senha de Autenticação deste Sistema.
- evento “cliente BT Autenticou” → indica ao Controle externo a esta Máquina de Estados, que o Cliente atual está Autenticado neste Sistema (ou seja: ou o Cliente já estava na Lista de Autenticação, ou inseriu a senha correta de Autenticação deste Sistema).
- evento “automático” → indica que o próprio Estado decidiu mudar para outro Estado (apenas se não ocorrer outro evento no Estado).

Máquina “Autenticar Cliente BT”: Diagrama de Estados



Legenda:

	Evento interno à esta Máquina de Estados.
	Evento gerado nesta Máquina de Estados, que tem efeito fora desta.
	Evento gerado fora desta Máquina de Estados, que tem efeito nesta.

Descrição básica dos Estados:

Estado “Início” → reseta Contagem de Tentativas de Autenticação e Contagem do Timeout. Aguarda o evento “requisitar senha”.

Estado “requisitar senha” → solicita ao Cliente que insira a senha de Autenticação. Vai automaticamente para o Estado “receber senha”.

Estado “receber senha” → aguarda o Cliente inserir a senha de Autenticação, e ao receber uma senha, verifica se está correta. Aguarda os eventos “senha correta”, ou “senha incorreta”, ou “fim das tentativas”, ou “timeout de Autenticação”, ou “cliente desconectou”.

Descrição básica dos Eventos:

evento “requisitar senha” → indica que um Cliente se conectou e que deve ser requisitado a este, a senha de Autenticação.

evento “senha correta” → indica que o Cliente inseriu uma senha de Autenticação e que a mesma está correta.

evento “senha incorreta” → indica que o Cliente inseriu uma senha de Autenticação e que a mesma está incorreta.

evento “fim das tentativas” → indica que terminaram as tentativas de inserir uma senha de Autenticação correta.

evento “timeout de Autenticação” → indica que terminou o tempo que o Cliente tinha para Autenticar.

evento “cliente desconectou” → indica que o Cliente atual se desconectou, e que a Autenticação deve terminar.

evento “cliente Autenticou” → indica ao Controle externo a esta Máquina de Estados, que o Cliente inseriu a senha correta e se Autenticou neste Sistema.

evento “cliente não Autenticou” → indica ao Controle externo a esta Máquina de Estados, que falharam todas as tentativas do Cliente para se Autenticar neste Sistema.

evento “automático” → indica que o próprio Estado decidiu mudar para outro Estado (apenas se não ocorrer outro evento no Estado).

***Listagem / Descrição
dos comandos atualmente
implementados no
PCOM Bluetooth***

Listagem/descrição dos comandos do PCOM Bluetooth

Comando do PCOM Bluetooth:	Grupo do Comando:	direção do Comando:	Formato no "modo simples": (*1)	Formato no "modo texto": (*1)	Comentários:
Requisição de Senha	Autenticação de Cliente Bluetooth	Device → Cliente	#RS	\$ entre com a senha de acesso:	Solicita ao Cliente que ele forneça uma senha de Autenticação.
Senha Incorreta	Autenticação de Cliente Bluetooth	Device → Cliente	#SI	\$ senha incorreta!!!	Informa ao Cliente que ele forneceu uma senha incorreta.
Acesso Concedido	Autenticação de Cliente Bluetooth	Device → Cliente	#AC	\$ acesso concedido. (*2)	Informa ao Cliente que ele está Autenticado no Sistema.
Timeout de Autenticação	Autenticação de Cliente Bluetooth	Device → Cliente	#TA	\$ terminou tempo!!!	Informa ao Cliente que ocorreu timeout de Autenticação.
Intervalo de Autenticacao	Autenticação de Cliente Bluetooth	Device → Cliente	#IAxx (*3)	\$ tente daqui a xx segundos. (*3)	Informa que é preciso esperar o fim do Intervalo de Autenticação.

Observações para clarificação:

- (*1) Nestes Formatos todos os Comandos terminam com a Sequência de caracteres ASCII **lr** e **ln**, ou seja: o "carriage return" e o "line feed" (ou **0x0D** e **0x0A** em hexadecimal).
- (*2) No "modo texto", será também enviada a mensagem "**\$ senha correta.**", logo após o Cliente fornecer uma senha correta de Autenticação. Se o Cliente já estiver na "Lista de Clientes Autenticados", então será enviada apenas a mensagem "**\$ acesso concedido.**".
- (*3) O valor "**xx**" poderá ser constituído de 1, 2, ou mais caracteres, dependendo do Intervalo de Tempo correspondente, em segundos.