Capítulo II

Serviço e Protocolo Multiponto-a-Multiponto

O serviço multiponto-a-multiponto provê transferência confiável multiponto-a-multiponto de dados. Inicialmente será feita uma descrição sucinta das características e requisitos necessários ao serviço. O serviço é descrito em linguagem natural através de suas fases, como: conexão inicial, transmissão de dados e desconexão final. Após a descrição do serviço em linguagem natural, as primitivas de serviço serão descritas, assim como as seqüências de primitivas. Finalizando o capítulo, o protocolo é apresentado. Esta apresentação inicia com a descrição das PDUs utilizadas, seguida da máquina de estados do protocolo que é descrita através de tabelas evento-estado. Procurou-se usar o vocabulário e os níveis de abstração (arquitetura em camadas, definição do serviço e especificação do protocolo) definidos no Modelo de Referência para Interconexão de Sistemas Abertos [1, 2, 3].

II.1.Serviço utilizado

O serviço utilizado neste trabalho utiliza um serviço de transferência não confiável e não orientado à conexão, onde cada estação possui canais de comunicação que difundem informação para as demais estações e também canais de comunicação ponto-a-ponto com as demais estações. Este serviço pode ser obtido facilmente em redes locais, metropolitanas e redes de satélite.

II.1.1. Ambiente de satélite

Comercialmente pode-se utilizar um serviço do tipo DATASAT-BI, oferecido pela Embratel, onde todas as estações teriam as características de "*masters*", pelo fato de difundirem informações. A Figura II.1 mostra uma configuração de canais de comunicação para N estações participantes (E_1 a E_N).

Os canais representados de *(a)* a *(c)* (Figura II.1) são responsáveis pela difusão de informações (dados) do usuário (emissor → receptores) e os canais representados de *(d)* a *(h)* são usados para as mensagens de controle (receptor → emissor).

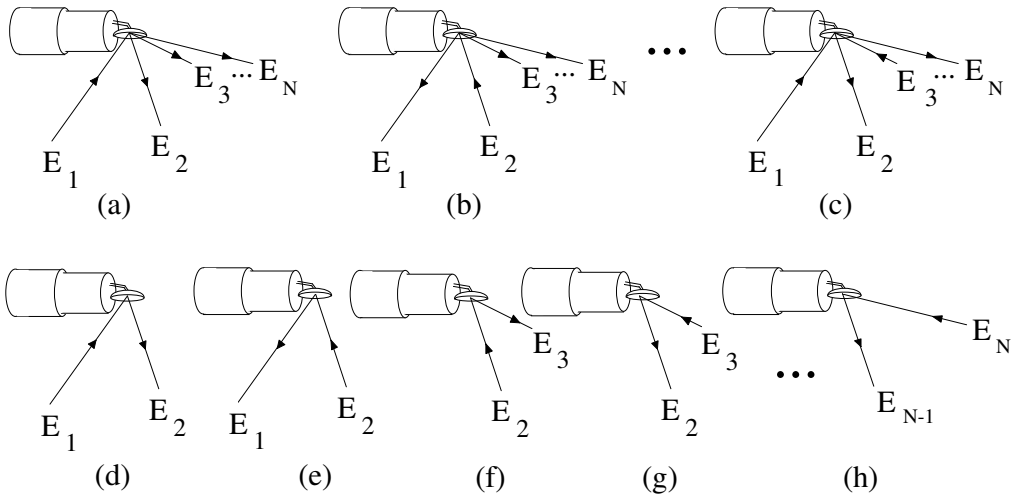


Figura II.1 Canais de comunicação no ambiente satélite (*(a)* a *(c)* - canais de difusão. *(d)* a *(h)* - canais ponto-a-ponto)

Apesar do serviço aqui utilizado corresponder simplesmente à camada Física, supõe-se que as funções de delimitação/sincronismo de quadros, transparência (inserção/retirada de zeros) e cálculo/verificação de CRC são oferecidas. Isto se deve ao fato destas funções serem oferecidas em *hardware* pelos controladores de comunicação comercialmente disponíveis.

É importante observar que, devido às características do protocolo apresentadas mais adiante neste trabalho, pode-se utilizar somente um canal para difusão da informação (configurações *(a)* a *(c)* da Figura II.1) e mais N canais para as informações de controle (configurações *(d)* a *(h)* da Figura II.1). Neste caso, para cada estação é alocado um canal (doravante chamado **canal secundário**) destinado à transmissão de suas informações de controle evitando, assim, colisões entre estas informações. O canal destinado à difusão de informações do usuário (doravante chamado **canal principal**) será compartilhado entre as estações (multiplexação no tempo) de modo a não haver nenhuma colisão entre as informações. Então, tem-se as configurações mostradas na Figura II.2

Uma otimização da banda passante total utilizada pode ser realizada alocando-se um canal de banda larga para o **canal principal** e canais de banda estreita para os **canais secundários**. Isto é possível pois as informações de controle possuem poucos octetos e são de baixa freqüência de envio, se comparado aos dados do usuário em uma transferência de arquivo, por

exemplo. Para os dados do usuário, no entanto, deve-se prever taxas mais altas de transmissão, dependendo da aplicação almejada.

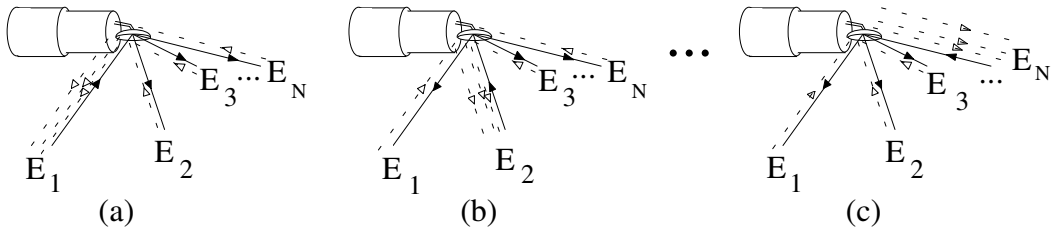
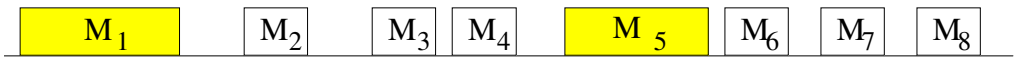


Figura II.2 Exemplo de configurações de utilização do ambiente satélite (linha cheia = canal principal; linha pontilhada = canal secundário).

II.1.2. Ambiente de rede local ou metropolitana

O ambiente de comunicação a ser utilizado é facilmente obtido em redes locais e/ou metropolitanas ao se utilizar o serviço MAC (*Medium Access Control*) e transmitindo informações com endereço multidestinatário para difusão de informação (*multicast*) e com endereços individuais para informações de controle. A Figura II.3 ilustra um exemplo de utilização deste meio de comunicação, com quatro estações (E_1 a E_4) participando e duas transmissões (mensagens M_1 e M_5) de dados do usuário: uma de E_1 e outra de E_2.



M_1 - difusão de E_1. M_2 - $E_2 \rightarrow E_1$. M_3 - $E_3 \rightarrow E_1$.

M_4 - $E_4 \rightarrow E_1$. M_5 - difusão de E_2 M_6 - $E_1 \rightarrow E_2$.

M_7 - $E_3 \rightarrow E_2$. M_8 - $E_4 \rightarrow E_2$.

Figura II.3 Exemplo de utilização do meio de comunicação encontrado em redes locais.

Neste ambiente não existe nenhum problema de acesso ao meio (colisões são resolvidas pela camada MAC), assim como as funções de delimitação/sincronismo de quadros, transparência (inserção/retirada de zeros) e cálculo/verificação de CRC são realizadas pelo *hardware*.

A implementação descrita no Capítulo IV foi realizada visando um ambiente de redes locais tipo Ethernet. O serviço proposto usa o serviço oferecido pela camada MAC como é definido na norma ISO/IEC 8802.3 [4]. Esta camada usa ainda um conjunto de rotinas *freeware* conhecidas como *Packet Driver SPEC* [5].

II.2. Definição do serviço

O serviço é uma evolução dos serviços ponto-a-multiponto apresentados em [6] e [7] e provê a transferência bidirecional transparente e confiável de dados entre usuários liberando-os da obrigatoriedade de possuir conhecimento do mecanismo de comunicação. Exige-se, no entanto, que a camada provedora do serviço seja capaz de difundir dados de cada uma das estações para as demais, assim como, no sentido inverso, as estações que recebem os dados difundidos possam enviar quadros de controle para a estação que enviou a mensagem, conforme descrito na seção anterior.

O serviço de comunicação **multiponto-a-multiponto** oferece as seguintes facilidades aos seus usuários: os meios de estabelecer uma conexão entre as estações participantes a fim de trocar SDUs; os meios para inserir, negociadamente, uma (ou mais estações) como participante numa conexão já estabelecida; os meios para liberação negociada ou não, de uma ou mais estações e os meios para transferir SDUs durante a conexão. Durante a transferência, o conteúdo das SDUs não será alterado, assim como não haverá nenhuma restrição quanto ao conteúdo das mesmas. Isto caracteriza esta transferência como transparente para o usuário.

O serviço oferece as funcionalidades da camada Enlace. As funções de multiplexação/demultiplexação segmentação/remontagem e concatenação/espalha-mento não são oferecidas e, portanto, deixadas para as camadas usuárias.

Assim sendo, este serviço oferece uma transferência multiponto-a-multiponto confiável de dados entre várias estações, sendo inicialmente desenvolvido para aplicações de conferência que utilizem satélite como meio de comunicação, onde cada estação participante deve poder difundir dados para todas as demais estações participantes. Na utilização de satélite como meio físico, o protocolo realiza também as funções de Controle de Acesso ao Meio (MAC). As redes locais também são utilizáveis, conforme mostra a implementação descrita neste trabalho.

Conforme já explanado, o serviço permite estabelecer uma conexão multiponto-a-multiponto entre várias estações (doravante também chamada de **conferência**), transferir mensagens (SDUs) de maneira transparente e confiável entre todas as estações participantes, liberar a conexão de maneira abrupta ou negociável e, inserir ou retirar estações da conexão de maneira abrupta ou negociável. No entanto, pelo fato de apenas um canal de alta capacidade ser utilizado, em um dado momento apenas uma estação poderá estar transmitindo dados e as demais se comportarão apenas como receptoras. Para obter o efeito de transmissão multiponto-a-multiponto é usada a técnica de multiplexação assíncrona no tempo, com controle distribuído, do canal de alta capacidade. O algoritmo de controle é o mesmo em todas as estações, não havendo a função de estação monitora fixa. Isto evita que uma pane na estação monitora venha a causar *deadlock*. Entretanto, a estação que estiver transmitindo em

um dado momento possui propriedades de uma estação monitora como, por exemplo, verificar se todos os receptores estão presentes e recolher eventuais pedidos para transmitir.

Durante a fase inicial de estabelecimento de conexão, uma estação que deseja iniciar uma conferência envia uma PDU de estabelecimento de conexão por difusão e aguarda respostas. A conexão pode ser dada como estabelecida em duas circunstâncias: se estação iniciante da conexão receber confirmação de todas as demais estações; ou se apenas algumas responderem e se passar um determinado tempo (estourar um *timer*). Em qualquer dos dois casos a estação iniciante da conexão assume o direito de transmissão, envia uma PDU que indica que ela possui o direito de transmissão e, em seguida, uma PDU que possui uma lista com a identificação de todas as estações que responderam ao pedido de conexão para que todas as estações tenham ciência de quais são as estações participantes. O envio do pedido de conexão multiponto-a-multiponto é enviado mais de uma vez, caso a estação iniciante não receba resposta de todas as possíveis participantes em tempo hábil. Novas tentativas poderão ser efetuadas um certo número de vezes pré-estabelecido, após as quais, persistindo o fracasso (nenhuma resposta), a estação avisa à camada usuária de que não foi possível estabelecer a conexão. Ao receber um pedido de conexão, uma estação que esteja atuando como receptora verifica se ele veio da estação Mestra e, em caso positivo, a conexão é fechada para esta estação (lista de quadros esperados e de fora de ordem descartadas, e número do próximo quadro esperado zerado), e logo após aberta novamente. No caso do pedido não vir da estação Mestra, ele é ignorado, pois cabe à estação Mestra a gerência dos demais casos. Neste último caso, ao receber um pedido de conexão de uma estação, a Mestra verifica se a pedinte já se encontrava na conferência. Em caso positivo, é verificado se está-se esperando confirmação de uma desconexão individual desta estação, caso em que é enviada uma nova PDU de desconexão individual para ela. Não estando pendente uma confirmação de desconexão da estação pedinte, é enviada uma confirmação de conexão para a estação pedinte com uma indicação de que ela está entrando numa conferência em andamento e, portanto, deve permanecer como ouvinte até que a palavra lhe seja passada. A identificação desta estação é colocada no fim da fila de espera e na lista de participantes. Esta nova lista de participantes é divulgada imediatamente.

Na verdade, uma estação que está "entrando no ar" e deseja gerar ou participar de uma conferência envia em seu canal secundário, um pedido de conexão por difusão. Se existir uma conferência em andamento todas as estações irão ignorar o pedido de conexão, com exceção da estação Mestra, que irá colocar a identificação da nova estação em sua lista de participantes e no final da Fila de Espera para transmitir. Além disso, será enviada para esta estação que está entrando uma confirmação de seu pedido de conexão, com um campo indicando que ela está entrando em uma conferência em andamento e que, portanto, deve permanecer como receptora. A nova lista de participantes é também difundida imediatamente, via canal principal.

Ao receber uma lista de participantes, uma estação compara a lista recebida com a que possui e envia uma primitiva de conexão para a camada usuária do serviço, para cada estação presente na nova lista mas não na antiga, assim como primitivas de desconexão individual para cada estação presente na lista antiga, mas não na nova. Além disto, se sua própria identificação não estiver na lista de participantes, ela envia um pedido de conexão. Como a lista de participantes é difundida cada vez que a permissão de transmissão é passada e, também quando uma nova estação entra ou sai da conferência, garante-se que todas as estações se mantenham atualizadas. Todas as estações atualizam sua lista de participantes, ao receber uma nova lista.

Uma vez iniciada a conexão, para controlar o acesso ao meio de transmissão é utilizada uma ficha de permissão de transmissão (token) que dá o direito de realizar transmissões de dados àquela estação que estiver de posse dela. Então, para transmitir dados pelo canal principal é necessário possuir a ficha de transmissão. Se uma estação deseja transmitir dados, ela envia um pedido para transmitir para a estação que estiver transmitindo no momento. Define-se, então, a figura da estação "Mestra" que é, a princípio, aquela que possui a ficha de transmissão e que, por isso, monitora a conexão. Os pedidos para transmitir chegam à Mestra atual através dos canais secundários, e são endereçados unicamente a ela (transmissão ponto-a-ponto). Para controlar a seqüência de estações a transmitir, a estação Mestra mantém uma Fila de Espera com a identificação das estações das quais recebeu um pedido de conexão. Ao receber um pedido para transmitir, a Mestra deve verificar se a pedinte já se encontra na fila. Em caso positivo, o pedido é ignorado. Caso contrário, a identificação da pedinte é inserida no fim da Fila. A posição nesta Fila é determinada pela ordem cronológica de chegada dos pedidos.

A transmissão de uma estação pode terminar devido ao término dos dados a transmitir, ou por estouro de tempo. Este tempo máximo de transmissão pode ser determinado em negociação durante o processo de conexão, no início da conferência. Inicialmente, porém, este tempo terá valores pré-estabelecidos de modo empírico. No primeiro caso, quando os dados a transmitir terminam, a camada usuária do serviço deve solicitar a passagem da ficha para outra estação (existe uma primitiva própria para isto). Uma vez terminada a transmissão, a estação difunde uma PDU que contém um campo indicando a identificação da primeira estação da Fila de Espera e outro campo com o restante da Fila de Espera atual. Esta PDU simboliza a ficha e esta operação simboliza a passagem da ficha. Ao receber a ficha (PDU), uma estação verifica se sua identificação está no campo que identifica a nova Mestra. Se estiver, ela assume como Mestra. Caso contrário, se a estação enviou pedido para transmitir, ela irá verificar se a sua identificação se encontra na Fila enviada na PDU. Caso não esteja, a estação espera até receber confirmação que a nova Mestra está ativa e, então, envia um novo pedido de ficha para ela. Existe um temporizador que é disparado quando uma estação envia um pedido para transmitir. Este contador é finalizado quando a estação recebe a ficha. Se ocorrer o estouro deste, a

estação manda novamente um pedido, iniciando novamente o contador. No entanto, devido à verificação feita a cada passagem de ficha, este mecanismo de tempo só é necessário em caso de baixíssimo tráfego, onde somente uma estação peça a ficha e este pedido se perca.

Então, se uma estação reconhece que tornou-se Mestra assim que receber a ficha com sua identificação no campo que identifica a nova Mestra, pode haver duas Mestras no intervalo de tempo que vai do reconhecimento da ficha pela nova Mestra e o reconhecimento, pela Mestra atual, da transmissão da nova pelo canal principal. No intervalo que inicia no instante em que a ficha é enviada até o momento em que ela é recebida pela nova Mestra pode haver perda de pedidos de transmissão. Uma estação só reconhece que deixou de ser Mestra quando receber, via canal principal, uma PDU que indica que a nova Mestra recebeu a ficha e já está operando como Mestra. Caso isto não ocorra em tempo hábil, tenta-se passar a ficha novamente para esta estação um certo número de vezes e, em caso de fracasso, a estação que "saiu sem avisar" será retirada da lista de participantes. A nova lista será divulgada e a ficha será passada para a próxima da fila de espera. Se ocorrer o esvaziamento da fila de espera, a "palavra" continua com a estação e o serviço envia uma primitiva que avisa a camada usuária que a ficha continua com a estação. Se a lista de participantes ficar vazia, a estação dará a conferência como encerrada.

Outra função de monitora de uma estação Mestra é a observação se todas as demais estações estão no ar. Esta função está fortemente associada ao método de controle de erros implementado, que é baseado no HDLC [8] (*High Level Data Link Control*). Os quadros de reconhecimento positivo (RR - PDU que contém o número do próximo quadro esperado, sendo que todos os quadros anteriores foram recebidos corretamente) são enviados pelas estações receptoras para a estação Mestra em uma cadência fixa no tempo, determinado por um temporizador cujo valor é determinado a priori. Se uma determinada estação deixar de enviar os quadros RR para a estação Mestra, esta detectará o silêncio da estação, o que causará a desconexão desta estação somente. É importante frisar que a conferência segue normalmente, sendo que a estação Mestra avisa às demais participantes da saída da estação, através da imediata divulgação de uma lista de participantes, agora sem a estação que ficou em silêncio. O tempo máximo de silêncio permitido também é determinado a priori, sendo que o valor escolhido para este parâmetro deve ser superior ao tempo entre envio de reconhecimentos positivos (RR). No tocante ao controle de erros, existe ainda o quadro de reconhecimento negativo (SREJ) que, embora baseado no HDLC, teve a sua definição modificada, conforme descrito em [9] e [10], de modo a permitir o envio de vários SREJ para diferentes quadros sem que seja necessário que todos os quadros anteriores estejam corretos, ou seja, o SREJ não carrega consigo nenhuma informação de reconhecimento positivo. Para a detecção de erros é necessário que os quadros de informação sejam numerados para permitir a detecção na quebra de seqüência desta numeração. Então, os quadros de informação terão

numeração absoluta (devido a simplicidade), sendo que esta numeração é individual, isto é, ela parte do zero em cada estação. Se a numeração fosse única para todos os quadros, alguns problemas surgiriam: o pedido de retransmissão de quadros fora da seqüência teria que ser feito por difusão, uma vez que a estação poderia não ter certeza de quem foi que mandou o(s) quadro(s) perdido(s). Cada estação guarda uma lista com os quadros transmitidos e não confirmado por todos, e ao receber um pedido de retransmissão (SREJ) ou de confirmação (RR), deveria ainda verificar se o quadro transmitido partiu dela. Com a numeração individual uma estação só recebe SREJ e RR para os quadros que efetivamente enviou. Assim, o controle de seqüência de quadros é feito individualmente para cada estação.

A duplicidade de Mestras pode ocorrer com facilidade no início da conferência, se duas estações iniciarem-na ao "mesmo tempo". Isto pode ser facilmente detectado pelas demais estações, pois irão receber pedidos de conexão de duas estações diferentes; e pelas estações que iniciaram a conexão, pois irão receber pedidos de conexão da outra (ou outras) estação. Fica estabelecido que a prioridade para uma estação tornar-se Mestra, no caso de concorrência, será daquela de menor identificação. Assim sendo, as demais estações devem mandar confirmação de conexão para a estação que tem direito. Caso a confirmação já tenha sido enviada para uma determinada pretendente a Mestra, e chegue pedido de outra de maior prioridade, será enviada uma nova confirmação para a nova estação. A estação Mestra também pode detectar a duplicidade de fichas/Mestras ao verificar a existência de transmissões no canal principal, que não sejam de sua autoria. Neste caso também vale a prioridade estabelecida anteriormente: caso a identificação desta estação seja menor que a sua, esta simplesmente abandona as funções de Mestra. Caso contrário, a transmissão detectada é ignorada, enviando-se uma PDU que indica que esta estação é a Mestra.

Em caso de perda da ficha, causada pela queda da atual estação Mestra, a recuperação é feita pela detecção do silêncio no canal principal, através do estouro de um temporizador existente em todas as estações, que é disparado no início da conexão e é reiniciado a cada chegada de quadro via canal principal. A queda da estação Mestra resultará em silêncio no canal principal, causando o estouro deste contador. Este contador deve ter uma tolerância (valor) maior do que a tolerância usada para retransmissão. A estação que tiver estourado este tempo, deve verificar em sua lista de participantes, se ela é a estação de menor identificação. Se for, ela é uma forte candidata a Mestra, e deve esperar a manifestação das demais estações. Se não for, deve enviar à candidata um quadro com uma PDU especial, que simboliza um Convite a ser Mestra, pelo canal secundário.

Uma estação que receber o convite a ser Mestra de pelo menos 50% das estações presentes em sua lista de participantes envia, via canal principal, quadros contendo uma PDU indicando que é a nova Mestra. Logo em seguida, a lista de participantes, que contém as

identificações de todas as estações das quais recebeu convite, é difundida e a seguir pode-se começar a transmitir dados.

Se, por alguma exceção, a estação mestra cair e voltar como mestra depois de eleita uma nova mestra, o que configuraria uma duplicidade de mestras, o fato de uma delas receber quadros de informação ou qualquer outro que só possa partir de uma mestra, fará com que o serviço verifique se a estação tem prioridade (identificação menor) do que a estação que enviou. Em caso positivo, enviará PDUs que indiquem ser ela a mestra e, em caso negativo, passará imediatamente para o estado de receptora.

O recebimento de um Convite a ser Mestra de metade das estações participantes por uma estação em estado de Mestra irá causar a saída (aborto) individual desta estação da conferência, com o envio de uma primitiva de aborto da conferência com um parâmetro que indica problemas nas camadas inferiores para o usuário do serviço. Isto é feito pois, uma vez que uma estação na condição de mestra recebeu uma PDU de convite a ser Mestra de pelo menos 50% das estações, significa que ela não está sendo "ouvida" pelas demais estações, e isto representa um grave defeito no seu transmissor. A melhor coisa a fazer é se desligar da conferência, avisando ao usuário que há um problema com a camada inferior (MAC/física).

A estação Mestra que não tiver dados a transmitir deve, após um período de tempo, transmitir ou os quadros pendentes de confirmação, ou a lista de participantes (caso não haja quadros pendentes de confirmação), de modo a não deixar estourar o tempo máximo de silêncio permitido no canal principal, o que dispararia o processo de escolha de nova Mestra nas demais estações.

Para evitar estouro de buffers nos receptores, este serviço implementa um controle de fluxo no canal principal, baseado em janela de emissão. O valor desta janela é determinado segundo os recursos disponíveis e os necessários. O bloqueio de transmissão é feito caso haja mais quadros esperando por reconhecimento positivo, do que o número especificado para a janela.

Para estações que sejam somente ouvintes, não haverá conexão ou controle de erros e/ou fluxo.

II.3. O serviço

O serviço é orientado a conexão e devido às características **multiponto-a-multiponto**, pode-se dividí-lo em cinco fases distintas: estabelecimento da conexão inicial; transferência de dados; liberação da conexão; inserção de uma estação numa conexão existente e liberação individual de uma estação. A cada fase está associado um conjunto de primitivas, como mostra

a Tabela II.1. A inserção de uma nova estação numa conferência em andamento utiliza as mesmas primitivas da fase de iniciação da conferência. Durante a fase de transferência de dados pode-se identificar um conjunto de primitivas relacionadas com as funções de gerência da conferência que foram classificadas em separado.

As primitivas MPDL_ ("*MultiPoint Data Link*") dizem respeito, em sua maioria, às operações multiponto-a-multiponto, com repercussões em todas as estações e, as primitivas MPDL_INDIVIDUAL_ às operações individuais, e desencadeiam o serviço solicitado em uma única estação do serviço multiponto-a-multiponto.

II.3.1. Estabelecimento da conexão

II.3.1.1. MPDL_ESTABLISH.Request

Parâmetros: nenhum.

É enviada por camadas superiores (aplicação ou gerência) para requisitar o estabelecimento da conexão. A chegada desta primitiva ao serviço causa o início da conexão multiponto ou a entrada em uma conexão já estabelecida.

II.3.1.2. MPDL_ESTABLISH.Indication

Parâmetro: identificação da estação alvo.

O envio da primitiva MPDL_ESTABLISH.Request provoca nas estações que estiverem em estado de conexão fechada ou na Mestra, o recebimento da primitiva MPDL_ESTABLISH.Indication. Através do parâmetro é possível à aplicação tomar conhecimento da identidade da estação que pediu a conexão.

Tabela II.1 Resumo das primitivas do serviço multiponto-a-multipon

serviço	primitiva	
Estabelecimento de conexão	MPDL_ESTABLISH.Request	---
	MPDL_ESTABLISH.Indication	Identificação da estaçã
	MPDL_ESTABLISH.Confirm	Modo da conexão e, id
Liberação de conexão	MPDL_ABORT.Request	---
	MPDL_ABORT.Indication	Razão.
	MPDL_ABORT.Confirm	---
	MPDL_RELEASE_PLEASE.Request	---
	MPDL_RELEASE_PLEASE.Indication	Identificação da estaçã
Transferência de dados	MPDL_DATA.Request	Dados do usuário.
	MPDL_DATA.Indication	Dados do usuário e, id
Liberação de uma estação	MPDL_INDIVIDUAL_ABORT.Request	Identificação da estaçã
	MPDL_INDIVIDUAL_ABORT.Indication	Identificação da estaçã
	MPDL_INDIVIDUAL_ABORT.Confirm	Identificação da estaçã
	MPDL_INDIVIDUAL_RELEASE_PLEASE.Request	---
	MPDL_INDIVIDUAL_RELEASE_PLEASE.Indication	Identificação da estaçã
Gerência da conferência	MPDL_TOKEN_PLEASE.Request	---
	MPDL_TOKEN_PLEASE.Indication	Identificação da estaçã
	MPDL_TOKEN_GIVE.Request	---
	MPDL_TOKEN_GIVE.Indication	---
	MPDL_STOP_TRANSMISSION.Indication	Razão
	MPDL_STOP_TRANSMISSION.Response	---
	MPDL_REPLY.Request	Identificação da estaçã

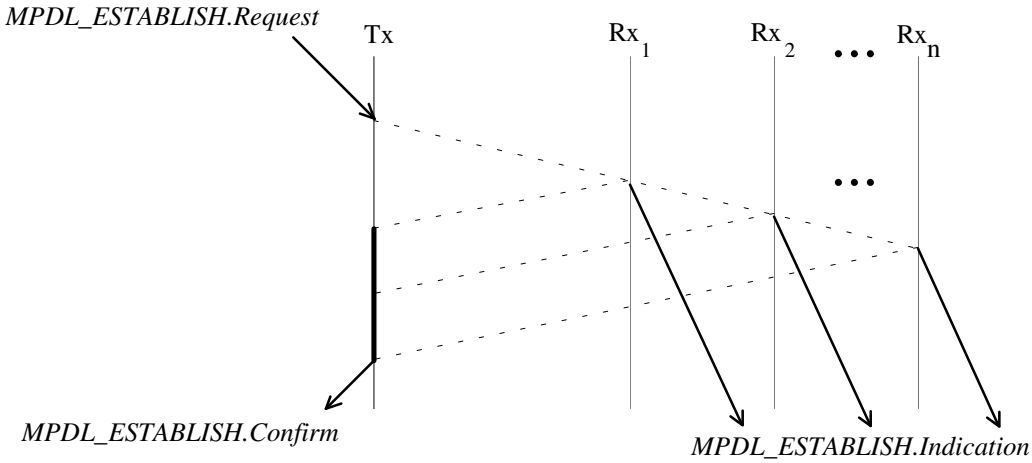


Figura II.4 Estabelecimento de conexão bem sucedida, com resposta de todas as estações.

II.3.1.3. MPDL_ESTABLISH.Confirm

Parâmetros: octeto que indica se a conexão é nova, isto é, a conferência foi iniciada por esta estação, ou se a conexão já existia, caso em que a estação está entrando em uma conferência em andamento.

lista com os identificadores das estações que confirmaram.

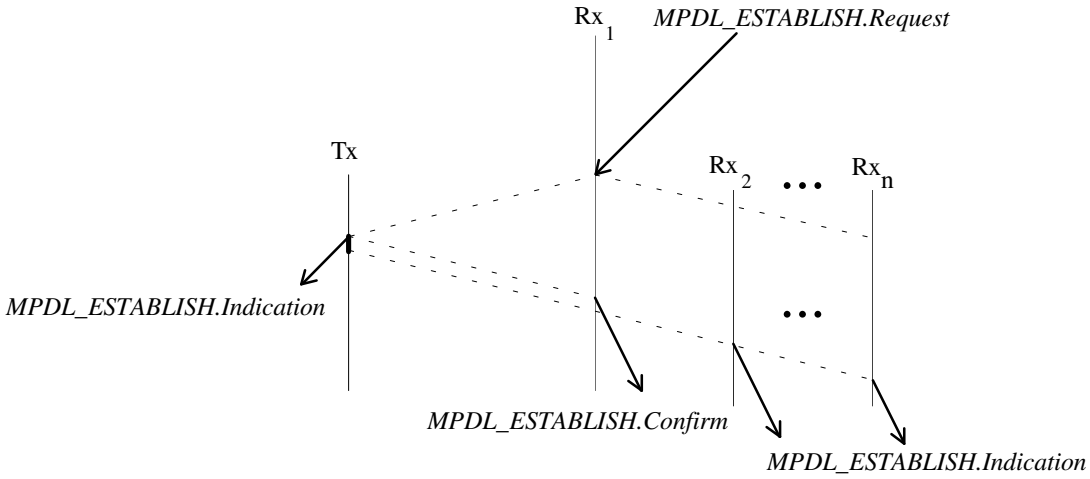


Figura II.5 Pedido e confirmação de conexão de uma estação, em uma conexão já existente.

Na iniciação de uma conferência, após receber confirmação de todas as estações participantes em potencial (Figura II.4), o usuário do serviço que iniciou a conferência recebe a primitiva MPDL_ESTABLISH.Confirm. Quando uma conexão já estiver estabelecida e uma nova estação desejar participar, a camada usuária desta nova estação enviará a primitiva

MPDL_ESTABLISH.Request, e o serviço se encarregará de inserir a nova estação na conferência. Através do parâmetro é possível à camada usuária que receber a confirmação, saber se esta estação realmente iniciou a conferência (Figura II.4), caso em que ela inicia como Mestra, ou se está entrando em conexão já existente (Figura II.5), caso em que a estação inicia como receptora. Conforme mostra a Figura II.5, logo após a confirmação da conexão para a estação que está entrando, o serviço provoca nas demais estações o recebimento da primitiva MPDL_ESTABLISH.Indication, sinalizando à camada usuária de cada estação participante a entrada desta nova estação na conferência. A identificação da nova participante é parâmetro da primitiva.

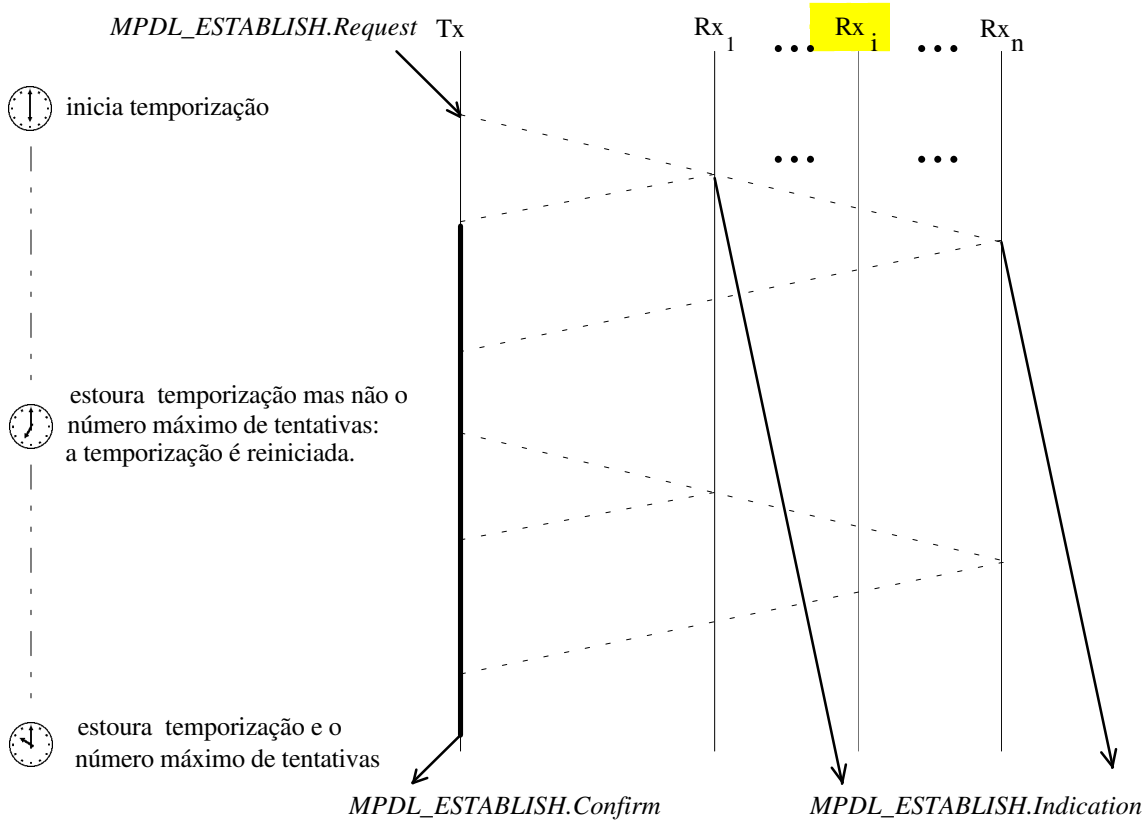


Figura II.6 Seqüência de primitivas e controle de tempo de um estabelecimento de conexão bem sucedido, com resposta de algumas estações, mas não de todas (número máximo de tentativas igual a 2).

O serviço também realiza uma temporização quando envia um pedido de conexão e, em caso de não receber resposta de todas as estações esperadas, a conexão é estabelecida com as estações que responderam após encerrada uma seqüência que compreende um número máximo de tentativas de envio de pedidos de conexão, espaçados por uma temporização. A cada estouro de temporização é verificado se o número máximo de tentativas já foi alcançado. Caso não, um novo pedido de conexão é difundido e o temporizador é reiniciado. Convém notar que as confirmações recebidas a cada nova tentativa são memorizadas, ou seja, as respostas

recebidas não são descartadas a cada nova tentativa. Um exemplo deste processo pode ser visualizado na Figura II.6, onde a estação "Rx_i" estaria desligada e não respondeu ao pedido de conexão enviada pela estação "Tx". Outra possibilidade do uso da temporização ocorre no caso de uma estação não receber o pedido de conexão ou no caso de perda da confirmação de uma estação. A Figura II.7 mostra um exemplo deste processo, onde a estação iniciante (T_X) não recebe a confirmação de conexão da estação "Rx_i" na primeira tentativa, mas recebe com sucesso na segunda tentativa.

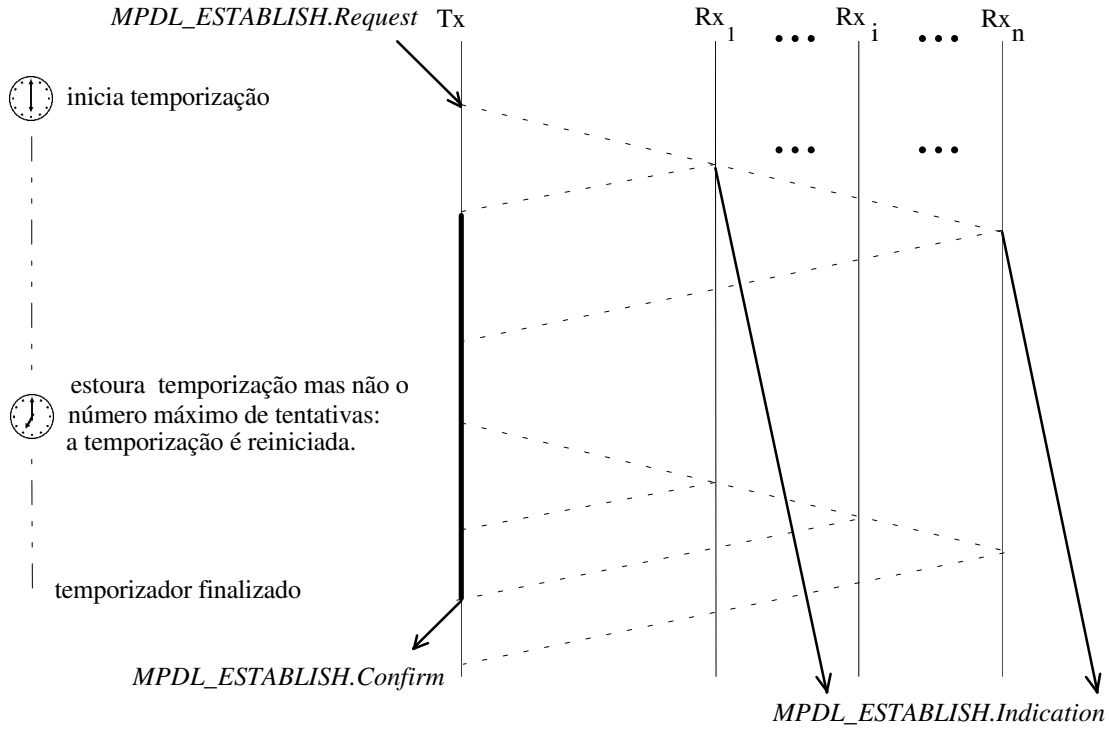


Figura II.7 Seqüência de primitivas e controle de tempo de um estabelecimento de conexão bem sucedido, com resposta de todas estações na segunda tentativa. (número máximo de tentativas maior que 1)

II.3.2. Liberação da conexão

II.3.2.1. MPDL_ABORT.Request

Parâmetros: nenhum.

Esta primitiva inicia o processo de desconexão não negociada.

II.3.2.2. MPDL_ABORT.Indication

Parâmetro: razão - Indica para a camada usuária o motivo do aborto. Estes motivos podem ser:

-USU- Iniciado pelo usuário (Mestre);

-NMT- Número máximo de tentativas ultrapassado;

-SVC- Serviço das camadas inferiores não respondem;

-ERR- Erro de protocolo.

II.3.2.3. MPDL_ABORT.Confirm

Parâmetros: nenhum.

Após receber confirmação de todas as estações que estavam em sua lista de participantes, a camada usuária recebe esta primitiva para indicar o sucesso na liberação da conexão (Figura II.8). Usa-se um temporizador para esperar pelas confirmações. Quando estourar este contador, o serviço envia novos pedidos de liberação. Se um número máximo de tentativas for excedido, então esta primitiva é recebida pelo usuário do serviço e a conexão é dada como encerrada, mesmo sem resposta de uma ou mais estações (Figura II.9).

Durante a fase de conexão, caso não haja resposta após um certo tempo decorrido da transmissão do pedido de conexão, são feitas novas tentativas. Persistindo o não recebimento de nenhuma resposta, a conexão é abortada sem negociação, a exemplo do que ocorre com o estabelecimento de conexão, conforme mostra a Figura II.10. A camada usuária recebe, então, a primitiva MPDL_ABORT.Indication. Esta mesma primitiva é recebida nas demais estações que porventura tenham recebido o pedido de conexão, mas sua confirmação tenha se perdido (Figura II.11).

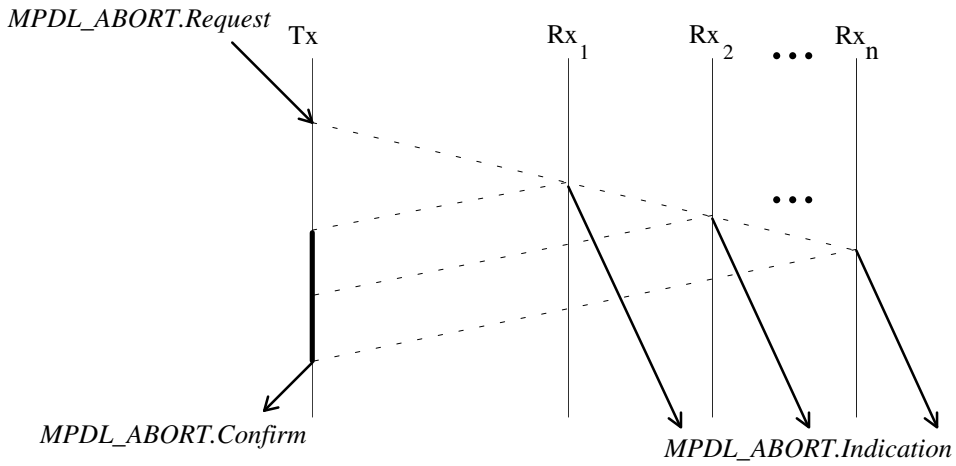


Figura II.8 Liberação incondicional da conexão multiponto, iniciada pelo usuário da atual estação transmissora (Mestra).

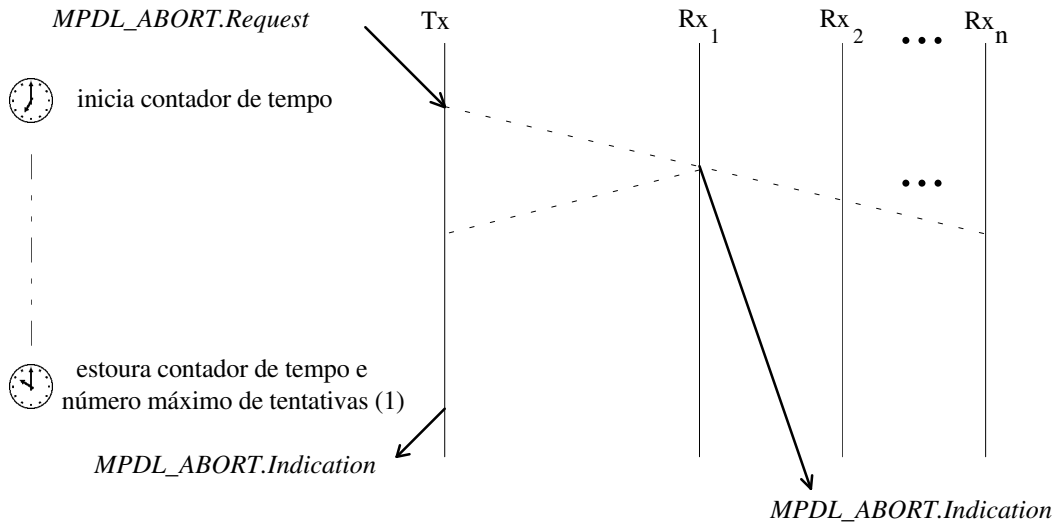


Figura II.9 Envio de requisição de desconexão. Confirmação enviada por estouro de tempo (número máximo de tentativas igual a 1).

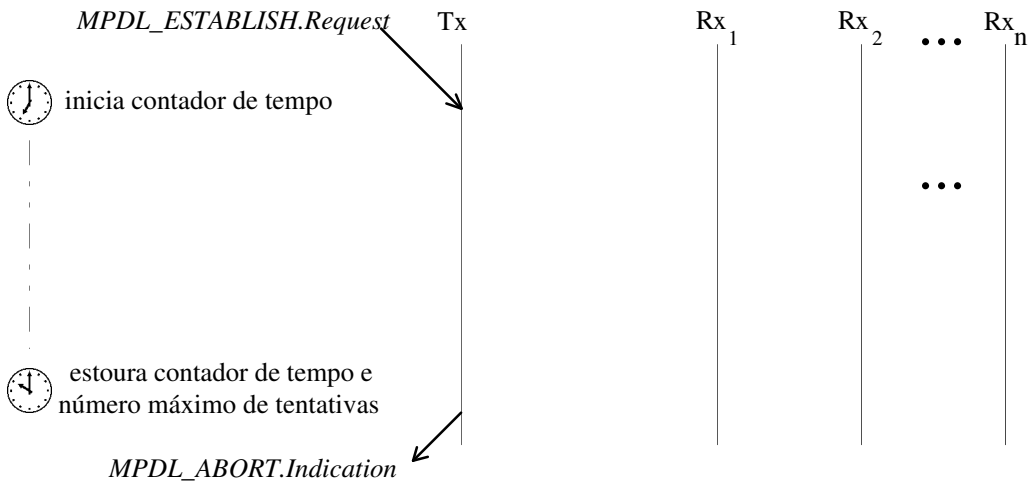


Figura II.10 Seqüência de primitivas e controle de tempo de uma tentativa frustrada de estabelecimento de conexão devido a, por exemplo, todas as demais estações estarem desligadas.

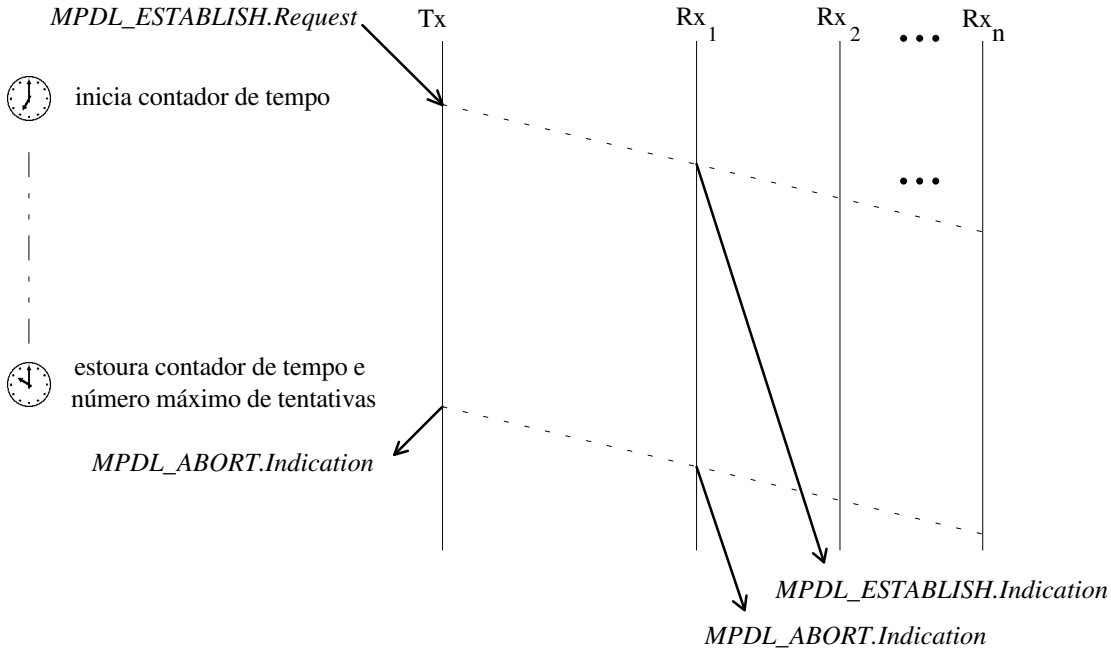


Figura II.11 Seqüência de primitivas e controle de tempo de uma tentativa frustrada de estabelecimento de conexão, devido a, por exemplo, perda dos quadros (erros).

Se ocorrer interrupção do serviço do provedor (camada MAC) na fase de transmissão de dados, esta interrupção é detectada e, caso não haja reestabelecimento em um tempo pré-determinado, o serviço inicia o processo de desconexão, sendo esta primitiva recebida pelo usuário (Figura II.12).

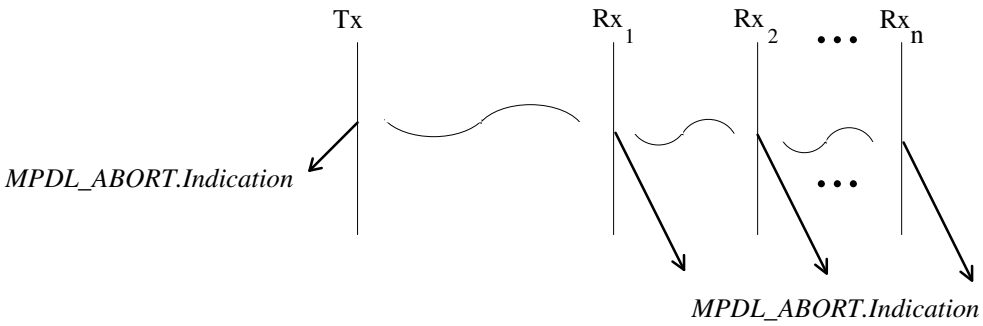


Figura II.12 Desconexão iniciada pelo serviço devido à interrupção dos serviços do provedor.

II.3.2.4. MPDL_RELEASE_PLEASE.Request

Parâmetros: nenhum.

Esta primitiva permite a uma estação pedir a liberação da conexão multiponto, com conseqüente encerramento da conferência. É possível a uma estação participante receptora pedir a liberação, sempre negociada, tanto do encerramento da conferência, como de sua participação (visto mais adiante). Caberá à aplicação da estação Mestra atual decidir se aceita ou não o pedido, ou passar a ficha para outra estação, caso esta aplicação não esteja habilitada a tomar este tipo de decisão.

II.3.2.5. MPDL_RELEASE_PLEASE.Indication

Parâmetros: identificação da estação fonte.

Esta primitiva é recebida pela camada usuária da atual estação Mestra como conseqüência do envio de uma primitiva MPDL_RELEASE_PLEASE.Request em uma das demais estações, conforme mostrado na Figura II.13. Através do parâmetro, a aplicação toma conhecimento da identificação da estação que pediu o encerramento da conexão.

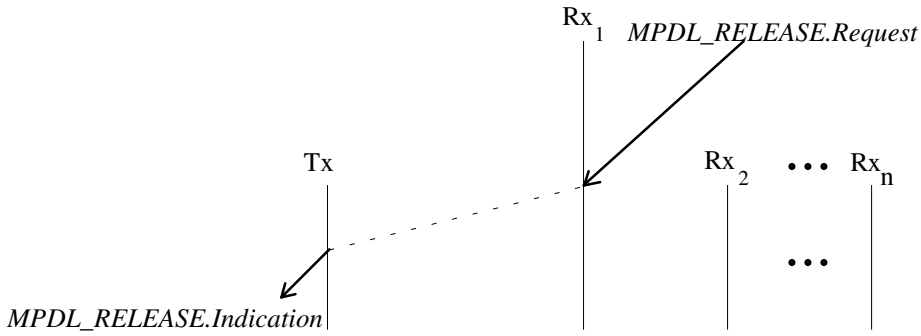


Figura II.13 Pedido de desconexão multiponto (fim da conferência), feito por uma estação participante.

II.3.3. Transferência de dados

II.3.3.1. MPDL_DATA.Request

Parâmetro: dados do usuário.

Se a estação for a atual Mestra, os dados serão imediatamente difundidos, conforme mostra a Figura II.14.

II.3.3.2. MPDL_DATA.Indication

Parâmetros: dados do usuário.

octeto com a identificação da estação que enviou a informação.

Esta primitiva é recebida pela camada usuária com os dados do usuário. Isto ocorre toda vez que chegarem dados em seqüência correta (Figura II.14) ou que torne correto uma seqüência de dados já recebidos. Este último caso ocorre ao chegar um quadro retransmitido livre de erros, que permite completar uma seqüência de quadros. todos os quadros em seqüência são liberados para o usuário. A camada usuária recebe uma primitiva para cada quadro.

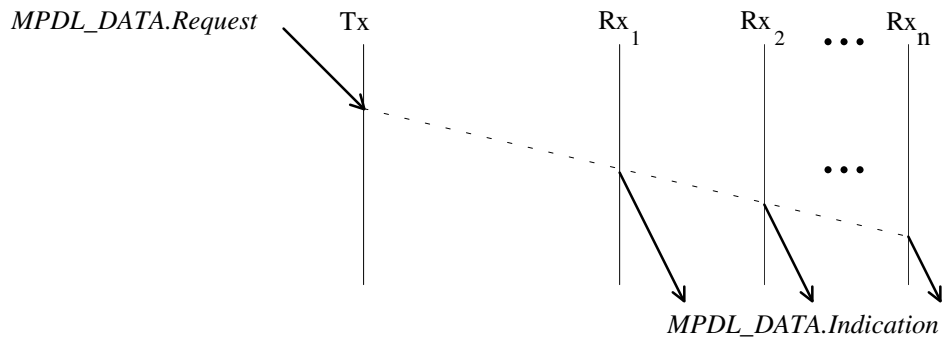


Figura II.14 Difusão de dados do usuário.

II.3.4. Liberação de uma estação

II.3.4.1. MPDL_INDIVIDUAL_ABORT.Request

Parâmetro: identificação da estação que será desconectada (destino).

Esta primitiva permite ao usuário liberar uma única estação da conferência, sem afetar a conexão com as demais estações. Esta desconexão não é negociada. No entanto, esta primitiva só tem efeito se a estação for a Mestra quando do seu envio pela camada usuária

II.3.4.2. MPDL_INDIVIDUAL_ABORT.Indication

Parâmetros: identificação da estação.

Quando recebida pela camada usuária do serviço, indica que esta estação está fora da conferência, embora a conferência possa continuar em andamento.

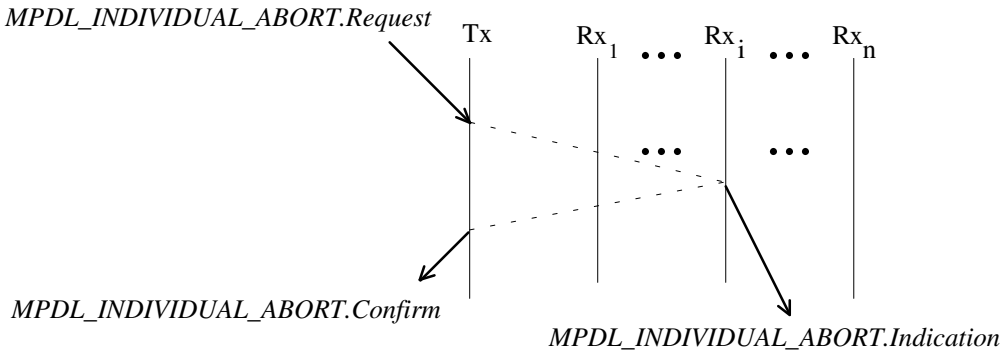


Figura II.15 Desconexão de uma única estação (Rx_i).

II.3.4.3. MPDL_INDIVIDUAL_ABORT.Confirm

Parâmetro: identificação da estação desconectada.

Recebida pela camada usuária que pediu a desconexão de uma determinada estação, esta primitiva permite confirmar que a estação foi retirada da conferência.

A Figura II.15 mostra uma seqüência das três primitivas de desconexão individual, utilizadas para desconectar, por exemplo, a estação $\mathbf{Rx_i}$.

II.3.4.4. MPDL_INDIVIDUAL_RELEASE_PLEASE.Request

Parâmetros: nenhum.

Como visto anteriormente, uma estação pode pedir a sua liberação da conexão. Isto pode ser feito para uma só estação que deseje sair da conferência, sem alterar o estado da conexão para as demais estações. Para tal, a camada usuária deve enviar esta primitiva para o serviço, sendo que ela só terá efeito quando a estação não for a Mestra.

II.3.4.5. MPDL_INDIVIDUAL_RELEASE_PLEASE.Indication

Parâmetro: identificação da estação solicitante.

Através desta primitiva, o serviço indica ao usuário da estação Mestra atual, que a estação identificada no parâmetro pediu para ser liberada da conexão (Figura II.16). Como resposta positiva a essa solicitação, a camada usuária deve enviar a primitiva MPDL_INDIVIDUAL_ABORT.Request, para desconectar a estação solicitante, causando a seqüência mostrada na Figura II.15.

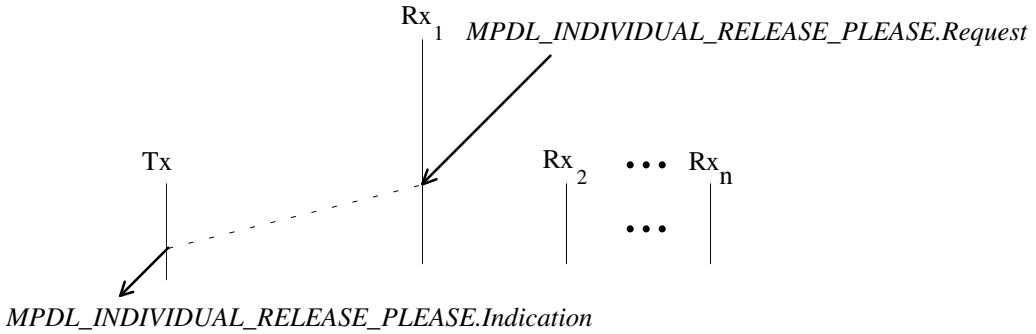


Figura II.16 Pedido de liberação individual, feito por uma estação.

II.3.5. Gerência da conferência

II.3.5.1. MPDL_TOKEN_PLEASE.Request

Parâmetros: nenhum.

É através desta primitiva que o usuário indica ao provedor do serviço seu desejo de transmitir. Como consequência do recebimento desta, o serviço enviará um pedido de permissão de transmissão para a Mestra.

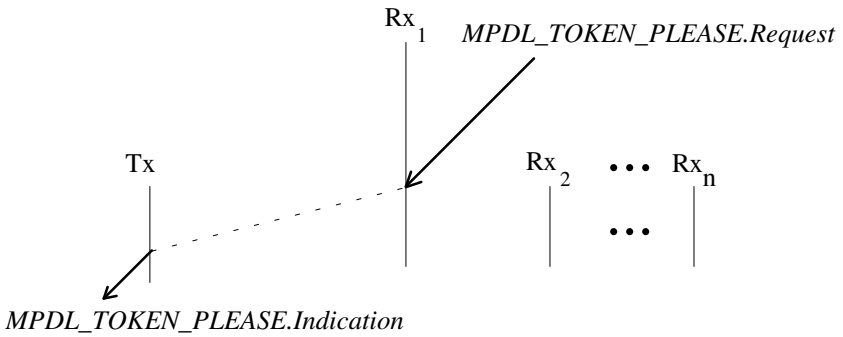


Figura II.17 Pedido de permissão para transmissão feito por uma das estações.

II.3.5.2. MPDL_TOKEN_PLEASE.Indication

Parâmetro: identificação da estação solicitante (fonte).

Ao receber um pedido de permissão para transmitir, o serviço coloca a identificação da estação que enviou o pedido no fim da fila de pedidos de transmissão (fila de espera), e a camada usuária da estação recebe esta primitiva, para que tome conhecimento do pedido (Figura II.17).

II.3.5.3. MPDL_TOKEN_GIVE.Request

Parâmetros: nenhum.

A primitiva MPDL_TOKEN_GIVE.Request, quando enviada, causa o envio da ficha e conseqüentemente a vez (permissão) de transmitir para a estação que estiver no início da fila de espera.

II.3.5.4. MPDL_TOKEN_GIVE.Indication

Parâmetros: nenhum.

Ao ser recebida, a primitiva MPDL_TOKEN_GIVE.Indication sinaliza à camada usuária que a ficha de permissão de transmissão está com esta estação e que, portanto, ela é a Mestra e pode transmitir dados do usuário. Esta primitiva pode ser recebida em três casos: primeiro, se a estação estiver como Mestra e a camada usuária pedir o envio da ficha de permissão de transmissão mas, não existir nenhuma estação na fila de pedidos para transmitir (Figura II.18); segundo, se a estação estiver em estado de recepção e o serviço receber a ficha de permissão de transmissão (Figura II.19) e; terceiro, caso a identificação da estação passada como parâmetro em uma primitiva MPDL_REPLY.Request (vista adiante) não esteja na conferência (lista de participantes).

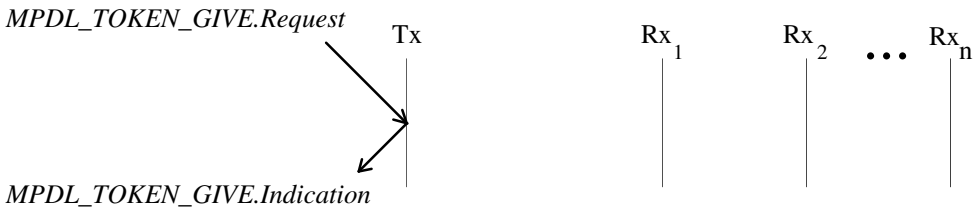


Figura II.18 Pedido para envio da ficha quando não existe nenhuma estação na fila de pedidos para transmitir (Fila de Espera).

II.3.5.5. MPDL_STOP_TRANSMISSION.Indication

Parâmetro: razão - Indica para a camada usuária o motivo do fim da permissão de transmissão. Estes motivos podem ser:

- TGR: conseqüência da primitiva MPDL_TOKEN_GIVE.Request ou da primitiva MPDL_REPLY.Request.
- TMT: tempo de transmissão terminado.
- REC: estação em estado de recepção.

Assim que o serviço decide passar a ficha de permissão de transmissão para outra estação, a camada usuária recebe a primitiva MPDL_STOP_TRANSMISSION.Indication. Como explicita seu nome, ela indica ao usuário que a partir de seu recebimento ele não deve mais enviar primitivas de dados (MPDL_DATA.Request). Existem três motivos para o recebimento da primitiva MPDL_STOP_TRANSMISSION.Indication: o primeiro motivo (parâmetro TGR) é o envio de uma primitiva MPDL_TOKEN_GIVE.Request, estando a fila de espera não vazia, o que causa o envio da permissão de transmissão para a primeira estação da fila de

espera (Figura II.19); o segundo motivo é o envio de uma primitiva MPDL_REPLY.Request (visto adiante) e; terceiro, após o término do tempo máximo de transmissão designado para a estação. Se este expirar e houver estações na fila de espera o processo de passagem da ficha é iniciado com o envio desta primitiva com o parâmetro TMT (visto adiante)

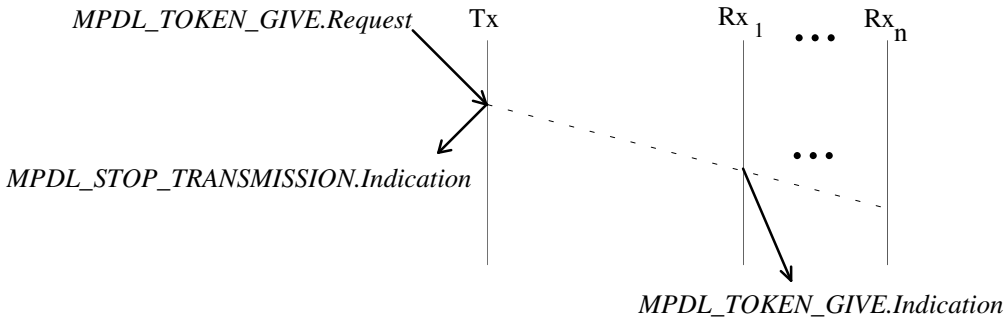


Figura II.19 Envio da ficha de transmissão, por iniciativa da aplicação. Após esta seqüência, a estação Mestra se torna um simples receptor, e a estação destino torna-se a nova Mestra.

A utilização do parâmetro REC será visto mais adiante

II.3.5.6. MPDL_STOP_TRANSMISSION.Response

Parâmetros: nenhum.

O envio desta primitiva confirma, por parte do usuário, que foi recebida a primitiva de indicação de parada de transmissão de dados com o parâmetro TMT. Quando o processo de envio da ficha for iniciado pelo serviço (devido ao estouro do temporizador Máximo de Transmissão - T_{MT}), a ficha só é enviada depois que o serviço receber esta primitiva. Isto é necessário devido ao fato de que a interface entre as camadas é feita através de filas: se o serviço enviar a ficha imediatamente após a colocar a primitiva MPDL_STOP_TRANSMISSION.Indication na fila de interface entre o provedor do serviço e a camada usuária, pode ocorrer que já exista uma primitiva de dados na fila de interface entre o usuário e o provedor do serviço e, neste caso, estes dados não poderiam ser transmitidos pois a ficha já teria sido enviada. Como o provedor do serviço não possui um buffer para "dados a serem transmitidos", estes dados seriam perdidos. Entretanto, enquanto aguarda a primitiva de confirmação enviada pelo usuário, o provedor do serviço pode continuar a transmitir dados pois, embora esteja em processo de envio da ficha, esta ainda se encontra em poder da estação. A Figura II.20 mostra esta seqüência de primitivas.

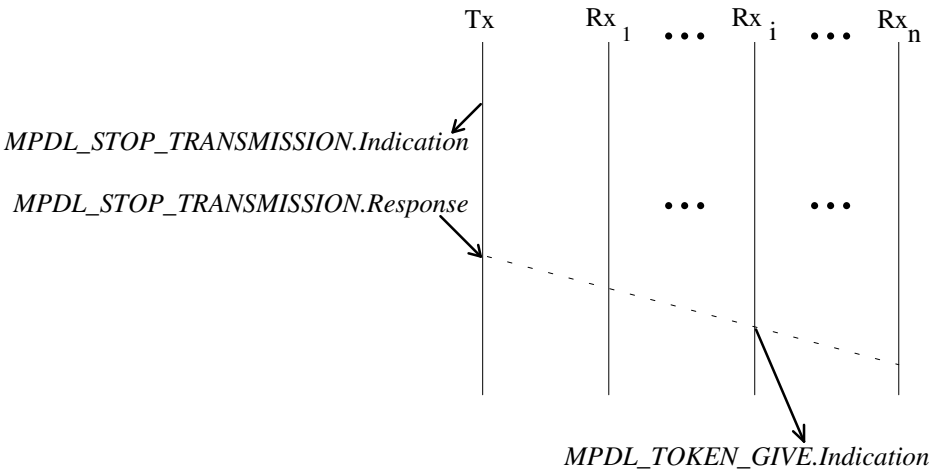


Figura II.20 Envio da ficha para a estação Rx_i. Processo iniciado pelo serviço, devido ao estouro do Tempo Máximo de Transmissão (T_{MT}).

II.3.5.7. MPDL_REPLY.Request

Parâmetro: identificação da estação convidada a transmitir (destino).

O envio desta primitiva ao serviço tem motivo similar ao envio da primitiva MPDL_TOKEN_GIVE.Request, ou seja, passar a ficha de permissão. A diferença está no fato de que a ficha de permissão de transmissão não é passada para a primeira estação da fila de espera, mas sim para a estação cuja identificação está no parâmetro da primitiva. Sendo assim, sua finalidade é a de permitir que a estação cuja identificação está no parâmetro da primitiva seja a próxima a transmitir. Em outras palavras, esta primitiva faz com que a estação solicitada seja colocada em primeiro lugar na fila de estações a transmitir, e a ficha seja passada a ela imediatamente. Se a identificação da estação solicitada já estiver em outra posição na fila, ela será retirada desta posição. Esta primitiva só deve ser enviada se a estação estiver na condição de Mestra. A seqüência de primitivas está ilustrada na Figura II.21. Pode ocorrer, entretanto, que a estação requisitada para transmitir (identificação no parâmetro da primitiva) não se encontre na Lista de Participantes. Neste caso o serviço sinaliza à camada usuária indicando que a permissão de transmissão continua com esta estação, conforme ilustra a Figura II.22.

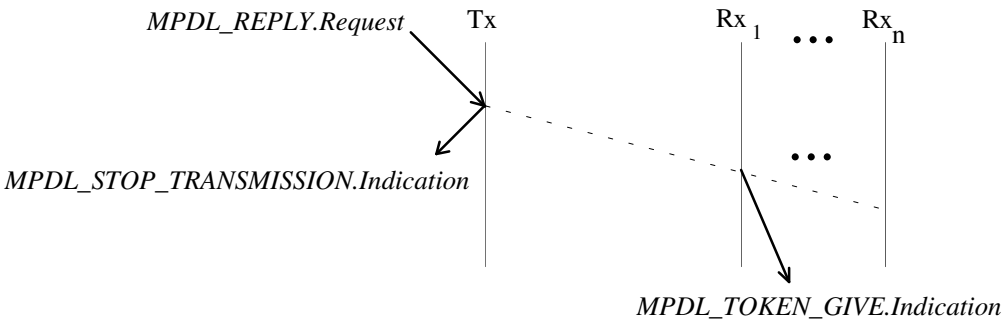


Figura II.21 Envio da permissão de transmissão devido a chegada da primitiva MPDL_REPLY.Request.

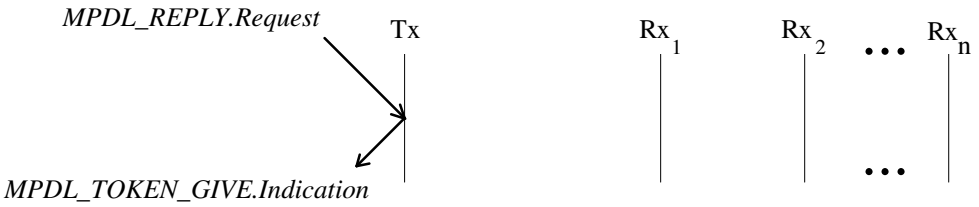


Figura II.22 Efeito da primitiva MPDL_REPLY.Request quando a estação indicada no parâmetro da primitiva não se encontra na conexão: a permissão de transmissão continua com a estação Tx.

II.4.O Protocolo

A descrição do protocolo inicia com a apresentação de suas PDUs. Os temporizadores tem grande importância neste protocolo e são descritos após as PDUs. A máquina de estados é então apresentada em forma de Tabelas evento-estado.

II.4.1. Descrição e formato das PDUs

As unidades funcionais e suas PDUs relacionadas são apresentadas na Tabela II.2.

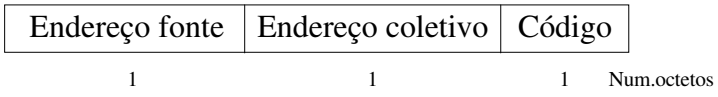
A descrição de cada PDU utilizada pelo serviço é iniciada por uma breve descrição de sua função (informação que carrega) seguida de uma ilustração com a seqüência de octetos que forma a PDU. Logo após, cada campo da PDU tem seu significado/função explicada. No entanto, somente os campos que aparecem pela primeira vez tem seu significado explanado. Por último, são exemplificados casos de envio e recebimento, para cada PDU.

Tabela II.2 Unidades funcionais

Unidade	Código da MPPDU	Nome da MPPDU
Estabelecimento de conexão	SMPARM	*Set MultiPoint Asynchronous Response Mode*
	MPARMAC	*MultiPoint Asynchronous Response Mode ACcept*
Liberação de conexão	MPDISC	*MultiPoint DISconnect Command*
	MPDISCAC	*MultiPoint DISconnect Command ACcept*
	MPRP	*MultiPoint Release Please*
Transferência de dados	MPI	*MultiPoint Information*
	RR	*Receive Ready*
	SREJ	*Selective REJect*
Liberação individual de uma estação	DISC	*DISconnect Command*
	DISCAC	*DISconnect Command ACcept*
	RP	*Release Please*
Gerência da conferência	PLIST	*Present LIST*
	TP	*Token Please*
	TG	*Token Give*
	BM	*Become Master*
	CM	*Convocation to become Master*

II.4.1.1. SMPARM - *Set MultiPoint Asynchronous Response Mode*

Pedido de conexão multiponto. É enviada pelo serviço de uma estação que deseje iniciar uma conferência ou entrar em uma conferência já em andamento. Neste último caso, da entrada em uma conferência em andamento, se o serviço da nova estação detectar a existência da conferência antes da chegada da primitiva de pedido de conexão, esta PDU será enviada com o endereço da estação Mestra no lugar do endereço coletivo (*multicast*). Isto ocorre quando uma estação é ligada durante uma conferência em andamento, mas o usuário não realiza o pedido de conexão. Como o serviço da camada Física (satélite) ou MAC (rede local) não é orientado a conexão, o protocolo passa a receber PDUs referentes às difusões de dados da conferência em andamento. Estando em estado CLOSED, o protocolo armazena a informação de que existe uma conferência em andamento.



- Endereço fonte - endereço da estação que enviou o quadro;

- Endereço coletivo - o quadro será difundido para todas as estações. No caso de satélite é um endereço global e no caso de redes locais um endereço de grupo;

- Código - código que identifica o tipo de PDU (no caso SMPARM).

Enviando uma PDU SMPARM

Quando for recebida uma primitiva MPDL_ESTABLISH.Request e a conexão se encontrar fechada para esta estação.

Recebendo uma PDU SMPARM

Se a estação estiver com a conexão fechada, ela é aberta e é enviada a primitiva MPDL_ESTABLISH.Indication para a camada usuária. A identificação da estação origem da PDU é guardada como sendo a identificação da estação Mestra da conexão.

Com a conexão já aberta, se a estação for a Mestra da conexão, o recebimento desta PDU inicia o processo de entrada da estação origem na conexão.

Se a conexão já estiver aberta mas a estação que a recebeu estiver em estado de recepção (não for a Mestra, portanto), esta PDU é ignorada, pois cabe à Mestra a gerência da conexão.

II.4.1.2. MPARMAC - *MultiPoint Asynchronous Response Mode ACcept*

É usado para confirmar o pedido de conexão multiponto, sendo um reconhecimento positivo para a PDU SMPARM. O campo Mestra permite à estação que receber esta PDU determinar se ela esta iniciando uma nova conexão ou se esta entrando em uma conexão já existente, caso em que este campo indica que a PDU vem de uma estação Mestra.

Endereço fonte	Endereço destino	Código	Resposta da Mestra	
1	1	1	1	Num.octetos

- Endereço destino - endereço da estação ao qual se destina o quadro;

- Resposta da Mestra - este campo indica se o reconhecimento do pedido de conexão foi efetuado por uma estação comum ou por uma estação que é a Mestra atual de uma conferência.

Enviando uma PDU MPARMAC

Ao se receber uma PDU SMPARM e a conexão estiver fechada, esta PDU é enviada pelo provedor do serviço. O campo *Resposta da Mestra* segue marcado como falso. Neste e nos demais casos (abaixo), o destino da PDU é a estação origem da PDU SMPARM.

Se a estação Mestra da conferência receber uma PDU SMPARM. Neste caso o campo *Resposta da Mestra* segue marcado como verdadeiro (1).

Se uma estação em estado de estabelecimento de conexão (nova) receber uma PDU SMPARM originada de uma estação cuja identificação seja menor do que a dela. O campo *Resposta da Mestra* segue marcado como falso (0).

Se uma estação em estado de entrada em conexão (conferência em andamento) receber uma PDU SMPARM. O campo *Resposta da Mestra* segue marcado como falso.

Recebendo uma PDU MPARMAC

Em estado de estabelecimento de conexão, se o campo *Resposta da Mestra* for falso, a estação origem é colocada na Lista de Participantes. Caso já se tenha recebido MPARMAC de todas as estações esperadas, uma primitiva MPDL_ESTABLISH.Confirm é enviada para a camada usuária tendo a identidade das estações das quais a PDU em questão foi recebida e uma indicação de que esta estação iniciou a conexão e, por isso, é a Mestra.

Em estado de estabelecimento de conexão ou de entrada em conexão, se o campo *Resposta da Mestra* for verdadeiro, significa que a conexão já está estabelecida e que a estação está entrando em uma conferência em andamento. A estação passa para o estado de recepção passando a receber e reconhecer os próximos quadros numerados que chegarem. Uma primitiva MPDL_ESTABLISH.Confirm é enviada para a camada usuária tendo a identidade da estação origem como parâmetro e a indicação de entrada em conferência em andamento.

II.4.1.3. MPDISC - *MultiPoint DISconnect Command*

Comando de desconexão multiponto. Causa o término abrupto (não negociado) da conferência e deve ser reconhecido por todas as estações participantes.

Endereço fonte	Endereço coletivo	Código	
1	1	1	Num.octetos

Enviando uma PDU MPDISC

Ao se receber uma primitiva MPDL_ABORT.Request, se a estação for a Mestra.

Quando a estação Mestra detectar a saída de todas as demais estações da conferência. Esta saída pode ter ser sido iniciada pela Mestra (visto adiante) ou por falha na estação.

Durante a fase de conexão, se não for recebida resposta de nenhuma estação após um número pré-estabelecido de tentativas de conexão através do envio da PDU SMPARM.

Recebendo uma PDU MPDISC

O serviço envia uma primitiva MPDL_ABORT.Indication para sinalizar o término da conferência, tendo como motivo (parâmetro) uma iniciativa do usuário (outra estação). Em seguida a conexão é fechada.

II.4.1.4. MPDISCAC - *MultiPoint DISconnect Command ACcept*

Confirma o recebimento do comando de desconexão multiponto.

Endereço fonte	Endereço destino	Código	
1	1	1	Num.octetos

Enviando uma PDU MPDISCAC

Ao se receber uma PDU MPDISC, a PDU MPDISCAC é enviada confirmando a desconexão para a estação originária da PDU MPDISC.

Recebendo uma PDU MPDISCAC

Se a estação for a Mestra e tiver iniciado um processo de desconexão estando, portanto, esperando pela confirmação de desconexão das demais estações, ao receber esta PDU a estação originária é marcada como desconectada. Após receber esta PDU de todas as estações presentes na Lista de Participantes, o serviço envia uma primitiva MPDL_ABORT.Confirm.

II.4.1.5. MPRP - *MultiPoint Release Please*

Pedido de encerramento da conexão multiponto. É enviado por uma estação (ou mais) que esteja na condição de receptora (ouvinte), e que deseje o término da conferência (conexão multiponto).

II.31

Endereço fonte	Endereço destino	Código
1	1	1 Num.octetos

Enviando uma PDU MPRP

No estado de receptora, ao se receber uma primitiva MPDL_RELEASE_PLEASE.Request. Esta PDU é endereçada para estação que for a Mestra atual da conexão.

Recebendo uma PDU MPRP

A Mestra da conferência envia uma primitiva MPDL_RELEASE_PLEASE.Indication tendo como parâmetro a identificação da estação origem da PDU.

II.4.1.6. MPI - *MultiPoint Information*

Esta é a PDU usada para transmitir dados do usuário. É uma PDU numerada, sendo protegida pelo sistema de detecção e correção de erros do protocolo.

Endereço fonte	Endereço coletivo	Código	Ns	Dados
1	1	1	4	N Num.octetos

- Ns - número deste quadro. Usado em quadros numerados;
- Dados - dados do usuário com tamanho de N octetos.

Enviando uma PDU MPI

Ao se receber uma primitiva MPDL_DATA.Request estando na condição de Mestra. Um fator que pode retardar o envio desta PDU é o controle de fluxo implementado: se o número de quadros a espera de confirmação for maior do que a janela especificada, os dados são mantidos armazenados através da permanência da primitiva na Fila de Primitivas até que a situação se reverta e seja possível transmití-los.

Esta PDU também é utilizada para envio dos quadros em retransmissão.

Recebendo uma PDU MPI

Estando na condição de receptora, é verificado se o quadro recebido é o próximo esperado. Se for, uma primitiva MPDL_DATA.Indication é enviada com os dados e a

identificação da estação origem como parâmetros. Se o quadro for menor que o esperado, é verificada a possibilidade de seqüenciamento com os quadros armazenados recebidos fora de ordem para, no caso de sucesso enviar uma primitiva de dados. Caso o quadro seja de numeração maior do que o esperado ele é colocado na lista de quadros armazenados recebidos fora de ordem e, todos os números de quadros entre o esperado (inclusive) e o recebido (exclusive) são colocados em uma lista de quadros a espera de retransmissão. Neste último caso, pedidos de retransmissão também são enviados.

II.4.1.7. RR - Receive Ready

Esta PDU carrega a informação de reconhecimento positivo para todos os quadros de número até Nr, exclusive.

Endereço fonte	Endereço destino	Código	Nr	
1	1	1	4	Num.octetos

- Nr - número do próximo quadro esperado. O último quadro recebido com sucesso é o de número Nr - 1.

Enviando uma PDU RR

Esta PDU só é enviada por estações que estejam em estado de receptora. O envio é feito baseado em contagem de tempo: uma PDU RR é enviada quando se passar um tempo pré-estabelecido desde o último envio. O temporizador é iniciado pela primeira vez quando a estação entrar em estado de recepção. É através do recebimento cadenciado desta PDU que a estação Mestra monitora a presença das demais estações.

Esta PDU também é enviada caso uma estação receptora receba a PDU que simboliza a ficha de permissão de transmissão. Isto é feito de modo a confirmar o último quadro recebido com sucesso para a atual estação Mestra (que esta deixando esta condição).

Recebendo uma PDU RR

Todos os quadros armazenados a espera de confirmação com numeração inferior ao campo Nr são marcados como confirmados pela estação origem da PDU. Em seguida, os quadros já confirmados por todas as estações presentes na Lista de Participantes são descartados.

II.4.1.8. SREJ - Selective REJect

Rejeita o quadro de número Nr, o qual deve ser retransmitido o mais brevemente possível. Não possui qualquer informação sobre reconhecimento positivo. Sendo assim pode-se enviar uma PDU SREJ, sem aguardar resposta das enviadas anteriormente.

Endereço fonte	Endereço destino	Código	Nr	
1	1	1	4	Num.octetos

Enviando uma PDU SREJ

Sempre que ocorrer uma quebra no seqüenciamento de quadros, ou seja, chegar um quadro com número maior do que o número do quadro esperado. Neste caso é enviada uma PDU SREJ para cada quadro de numeração entre a esperada (inclusive) e a recebida (exclusive).

Recebendo uma PDU SREJ

Se a estação for a Mestra, a PDU MPI solicitada (com o quadro de número Nr) é transmitida.

II.4.1.9. DISC - *DISconnect Command*

Comando de desconexão. É enviado pela estação Mestra para uma estação específica, indicando sua liberação da conexão multiponto. A conexão com as demais estações permanece sem alteração. É necessária a confirmação do recebimento por parte da estação destino.

Endereço fonte	Endereço destino	Código	
1	1	1	Num.octetos

Enviando uma PDU DISC

Esta PDU só é enviada por uma estação Mestra, nos casos citado a seguir:

Ao receber uma primitiva MPDL_INDIVIDUAL_ABORT.Request, esta PDU é endereçada para a estação cuja identificação está no parâmetro da primitiva recebida.

Em caso de detecção de silêncio de uma estação (não recebimento de PDUs RR) por um tempo superior a um valor pré-estabelecido, a Mestra envia esta PDU para a estação inativa.

Recebendo uma PDU DISC

Uma primitiva MPDL_INDIVIDUAL_ABORT.Indication é enviada para a camada usuária e uma PDU de confirmação de desconexão individual segue para a estação originária da PDU DISC.

II.4.1.10. DISCAC - *DISconnect Command ACcept*

Confirma o recebimento do comando de desconexão.

Endereço fonte	Endereço destino	Código
1	1	1 Num.octetos

Enviando uma PDU DISCAC

Ao ser recebida uma PDU DISC.

Recebendo uma PDU DISCAC

Uma primitiva MPDL_INDIVIDUAL_ABORT.Confirm é enviada para a camada usuária, tendo como parâmetro a identificação da estação originária da PDU.

II.4.1.11. RP - *Release Please*

Indica o desejo por parte da estação que enviou a PDU de retirar-se da conferência (conexão).

Endereço fonte	Endereço destino	Código
1	1	1 Num.octetos

Enviando uma PDU RP

Esta PDU só é enviada por estações em estado de recepção, ao receber uma primitiva MPDL_INDIVIDUAL_RELEASE_PLEASE.Request.

Recebendo uma PDU RP

Uma primitiva MPDL_INDIVIDUAL_RELEASE_PLEASE.Indication é enviada, tendo como parâmetro a identificação da estação originária da PDU.

II.4.1.12. PLIST - *Present LIST*

Esta PDU carrega a lista de participantes da conferência. Devido a sua importância no protocolo, esta PDU é numerada e protegida pelo sistema de detecção e correção de erros do protocolo.

Endereço fonte	Endereço coletivo	Código	Ns	Lista
1	1	1	4	L Num.octetos

- Lista - Lista com a identificação das estações que estão participando da conferência.

Enviando uma PDU PLIST

No caso de mudança da Lista de Participantes, mudança essa causada pela entrada ou pela saída de participantes.

Para manter o canal principal ocupado: a monitorização da atividade da estação Mestra realizada nas demais estações detecta a ocorrência de períodos prolongados de silêncio. Esta PDU é utilizada para preencher períodos sem dados a transmitir, quando não houverem quadros armazenados a espera de confirmação para utilização com esta finalidade.

Recebendo uma PDU PLIST

A lista antiga (que está de posse da estação) é comparada a esta nova lista recebida na PDU. É enviada uma primitiva MPDL_ABORT.Indication com a identificação das estações que estejam na lista antiga, mas não na nova e também uma primitiva MPDL_ESTABLISH.Indication com a identificação das estações que estejam na lista nova mas não na antiga.

Existe uma exceção ao parágrafo anterior: se a identificação da estação que não se encontra na nova lista for a da estação que a recebeu. Neste caso, que configura a não participação na conferência, a estação envia uma PDU SMPARM e entra em estado de estabelecimento de conexão em uma conferência em andamento.

II.4.1.13. TP - *Token Please*

Indica o desejo por parte da estação que enviou a PDU de tornar-se Mestra, ou seja, poder transmitir dados.

Endereço fonte	Endereço destino	Código
1	1	1 Num.octetos

Enviando uma PDU TP

Ao se receber uma primitiva MPDL_TOKEN_PLEASE.Request, estando a estação na condição de receptora, esta PDU é enviada para a estação Mestra.

Após uma estação deixar a condição de Mestra, se passar um período de tempo pré-determinado e existirem quadros armazenados a espera de confirmação.

Recebendo uma PDU TP

A identificação da estação originária da PDU é colocada no fim da fila de espera (fila de pedidos para transmitir), se ela não se encontrar na fila. Segue o envio de uma primitiva MPDL_TOKEN_PLEASE.Indication com a identificação da estação originária da PDU como parâmetro.

II.4.1.14. TG - *Token Give*

Esta PDU simboliza a ficha de permissão de transmissão. Assim sendo, a estação que a enviou deixa de ser Mestra e a estação cuja identificação está no campo *Mestra* irá tornar-se a nova Mestra da conferência. Nesta PDU também é transmitida a Fila de Espera, que contém a relação das demais estações que desejam transmitir.

Endereço fonte	Endereço difusão	Código	Mestra	Fila	Prim.	Ult.	
1	1	1	1	F	1	1	Num.octetos

- Mestra - Identificação da estação que será a nova Mestra.

- Fila - Fila de Espera com a identificação das demais estações que pediram a ficha de transmissão. Esta fila na verdade é um *array* de "F" octetos, onde "F" é o número máximo de estações participantes. Neste *array* é formada uma fila circular que tem seu início e fim delimitados pelos campos "Prim." e "Ult.", ambos descritos a seguir.

- Prim. - indexador do elemento do *array* que contém a identificação da primeira estação da fila de espera.

- Ult. - indexador do elemento onde será inserida a identificação da próxima estação que pedir a ficha de transmissão. O elemento anterior do vetor contém a identificação da estação que ocupa a última posição na fila. A fila está vazia quando os valores de "Prim." e "Ult." forem iguais. A gerência da Fila será descrita no capítulo referente à implementação

Enviando uma PDU TG

Ao se receber uma primitiva MPDL_TOKEN_GIVE.Request. O campo *Mestra* é preenchido com a identificação da estação em primeiro lugar na Fila de Espera.

Ao se receber uma primitiva MPDL_REPLY.Request. O campo *Mestra* é preenchido com a identificação da estação que vem como parâmetro da primitiva.

Tendo estourado o tempo máximo de transmissão permitido para esta estação, ao se receber uma primitiva MPDL_STOP_TRANSMISSION.Response.

Recebendo uma PDU TG

Uma PDU RR confirmando o último quadro recebido é enviada para a estação originária da PDU TG.

Se o campo Mestra contiver a identificação da estação local, o conteúdo do campo *Fila* é armazenado como a Fila de Espera (assim como os campos "prim" e "ult"); é enviada uma PDU BM (vista a seguir) e também uma primitiva MPDL_TOKEN_GIVE.Indication. A estação é agora a Mestra da conferência.

II.4.1.15. BM - *Become Master*

Indica que a estação fonte tornou-se a nova mestra da conferência.

Endereço fonte	Endereço coletivo	Código
1	1	1 Num.octetos

Enviando uma PDU BM

Ao se receber uma PDU TG com o campo *Mestra* contendo a identificação da estação local.

Ao se receber convocação (voto) para ser Mestra de, pelo menos, metade das estações participantes.

Recebendo uma PDU BM

se a estação for a Mestra atual da conexão, ela reconhece que a PDU TG enviada foi recebida e que a nova Mestra já assumiu suas funções podendo, então, passar para o estado de receptora.

Uma estação em estado de receptora guarda a informação de que a nova Mestra da conexão é a estação originária da PDU. As próximas PDUs de controle (RR, SREJ, TP, MPRP, etc) serão endereçadas a esta estação.

No caso de um processo de eleição, a estação volta ao estado de receptora.

II.4.1.16. CM - *Convocation to become Master*

Esta PDU é usada no caso de detecção de silêncio no canal principal, que pode ser causado pela queda da atual estação Mestra. Ocorre então uma eleição para definir qual das participantes será a nova estação Mestra.

Endereço fonte	Endereço destino	Código	
1	1	1	Num.octetos

Enviando uma PDU CM

Se a identificação da estação a receber o voto não for a da estação local, esta PDU é para sua candidata.

Após passado determinado tempo sem resposta, a PDU é novamente enviada um certo número de vezes. Caso persista o silêncio, a estação votada é retirada da Lista de Participantes e uma nova estação é escolhida. O processo se repete até que haja resposta (PDU BM) ou a lista de participantes fique vazia.

Recebendo uma PDU CM

A estação originária da PDU é marcada como já tendo votado, pois cada estação só tem direito a um (1) voto, ou seja, ser for recebida novamente esta PDU de uma estação marcada, a PDU é ignorada.

Ao se receber esta PDU de, pelo menos, metade das estações participantes, a estação assume como Mestra da conexão, enviando uma PDU BM e uma primitiva MPDL_TOKEN_GIVE.Indication.

II.4.2. Os Temporizadores

Devido à sua característica multiponto-a-multiponto, este serviço possui uma relativa complexidade, se comparado a protocolos ponto-a-ponto. O serviço foi idealizado para operar em modo assíncrono intermitente (sincronização a nível de sub-rede) com um *token* para

gerenciar a transmissão. É necessário monitorar continuamente o canal principal e também os canais secundários, de modo a manter a integridade da conexão, através da certeza de que todas as estações estão recebendo e que, em caso de silêncio no canal principal, o mesmo está ocorrendo por não haver mais mensagens a transmitir, e não porque a estação Mestra (a detentora do *token*) está com problemas e não está mais transmitindo. Estes mecanismos de garantia da integridade da conexão e, obviamente, das mensagens estão quase que totalmente baseados em temporizadores que, ao "estourarem", disparam uma rotina que irá tratar o ocorrido, realizando funções que dependerão basicamente do temporizador que "estourou", o estado da conexão e, no caso do contador em questão tratar uma exceção, o número de reincidências desta exceção.

Segue uma descrição destes temporizadores e sua(s), função(ões) principal(is).

T_{ACK} -Tempo entre envio de reconhecimentos positivos - RR(Nr). Este contador é criado quando uma estação entra em estado de recepção e é reiniciado a cada envio da PDU RR. Este contador só existe em estações em estado de recepção. Ao estourar, causa o envio de uma PDU RR(Nr).

T_R -Tempo para Retransmissão (nova tentativa do envio da PDU de conexão, desconexão, envio de ficha). Este temporizador também é utilizado quando uma estação deixa a condição de Mestra: ao estourar, o protocolo verifica se existem quadros pendentes de confirmação e, em caso positivo, é enviado um pedido para transmitir de modo que estes quadros possam ser retransmitidos.

T_{RQ} -Tempo para a Retransmissão dos Quadros após o último RR em que houve reconhecimento de quadros por todos os receptores. Só existe na Mestra. Ao estourar causa a retransmissão de todos os quadros pendentes de confirmação.

T_I -Tempo máximo de Inatividade dos receptores. O seu estouro causa a desconexão individual do receptor que ficou em silêncio. Só existe enquanto a estação for Mestra (transmissora).

T_{IM} -Tempo de Inatividade da Mestra, após o qual a Mestra irá ou retransmitir todos os quadros a espera de reconhecimento, ou irá transmitir a Lista de Participantes da conferência. Deve possuir valor menor que T_{IP}. Só existe na Mestra.

T_{MT} -Tempo Máximo de Transmissão. É o tempo máximo que a estação ficará com a Ficha. Só existe na Mestra. Ao estourar a Fila de Espera é verificada: se estiver vazia o contador é reiniciado. Caso contrário a Ficha é enviada para a estação cuja identificação ocupa o primeiro lugar na Fila de Espera.

T_{KPR} -Tempo decorrido do envio da PDU de pedido do *token* (*Token Please*), sem atendimento. Após este tempo, o pedido será enviado novamente. Só existe em estações em estado de recepção.

T_{IP} -Tempo de Inatividade no canal Principal (da estação Mestra), controlado pelos receptores. Se ultrapassado, se iniciará um processo de votação para eleger uma nova Mestra.

As conseqüências das atribuições aos valores iniciais a estes temporizadores serão discutidas na seção referente à aplicação.

II.4.3. A Máquina de estados

A máquina de estados é apresentada nas Tabelas II.3 a II.8.

II.4.3.1. Os Estados

CLOSED

A conexão multiponto está fechada e, no que diz respeito a esta estação, não há conferência em andamento. No entanto, mesmo neste estado o serviço monitora o meio de transmissão, de modo a detectar a existência de uma conferência.

ESTABLISH

Foi enviado um pedido de conexão, e a estação aguarda a confirmação de todas as possíveis estações participantes. Caso não haja confirmação em tempo hábil, novos pedidos serão enviados. Após um número programado de tentativas e não havendo confirmação de todas as estações esperadas, a conferência será iniciada com as estações que responderam. Se chegar uma confirmação marcada como sendo originária de uma estação Mestra, o protocolo passa para o estado de recepção.

ESTABLISH RECEIVER

Uma estação pode entrar neste estado em duas condições: se após receber uma primitiva de requisição de conexão, o serviço receber alguma PDU via canal principal após entrar no estado ESTABLISH, o que indica que existe uma conexão já estabelecida e que, por isso, a estação deverá entrar na conferência como receptora. O segundo motivo da entrada de uma estação que esteja em recepção neste estado é o recebimento de uma PDU PLIST, que contém a lista de participantes da conferência, sem a sua identificação. Isto configura que a estação

não está na conferência. Em resposta a este acontecimento é enviado um pedido de conexão para a estação Mestra e, em seguida, a estação vai para este estado esperar a confirmação da conexão, para poder voltar a operar como receptora. Durante este estado **não** são enviados quadros de reconhecimentos e as PDUs de dados recebidas são descartadas.

AWAITING RELEASE

Houve o envio de um comando de desconexão multiponto, e o protocolo está aguardando a confirmação de todas as estações participantes. Caso não haja confirmação em tempo hábil, haverá o envio do comando um certo número de vezes. Se, após um número programado de tentativas, ainda assim não houver confirmação, a conferência será dada como encerrada. As estações que não responderam poderão vir a encerrar a conexão posteriormente, após detectar o silêncio no canal principal.

OPEN

A conexão multiponto foi estabelecida e a conferência está em andamento. Este estado se subdivide em quatro estados: os três primeiros são atribuídos à estação Mestra contendo as variações necessárias à gerência da conferência, e o quarto e último, é atribuído às demais estações, que atuam como receptoras de informação.

OPEN MASTER

Neste estado a estação é a Mestra da conferência, podendo transmitir dados via canal principal. É seu encargo computar os pedidos da ficha de permissão, repassar para a aplicação os pedidos de desconexão (liberação isolada ou multiponto), e aceitar os pedidos de conexão de novas estações que desejem participar. Neste estado é permitido encerrar a conexão multiponto como também a desconexão isolada de uma só estação.

AWAITING UNIQUE RELEASE

Foi enviado um comando de liberação para uma única estação. Aguarda-se, então, a chegada da confirmação, por parte da estação destino, do recebimento deste comando. Aqui também é usado um esquema de aguardar certo tempo e repetir o envio do comando várias vezes. Permanecendo o não reconhecimento após um número limite de tentativas, ou havendo a confirmação, a estação será retirada da lista de participantes. Como é importante ter-se a certeza que uma estação saiu da conferência, optou-se por um esquema incremental do número de comandos enviados, a cada tentativa, de forma a aumentar a probabilidade de que pelo

menos um quadro chegue com sucesso em caso de taxas de erro elevadas. Assim sendo, no primeiro envio, um quadro será enviado, no segundo: dois, no terceiro: quatro, e assim por diante até atingir o número máximo de tentativas estipulado inicialmente. As demais funções atribuídas à Mestra permanecem sem alteração.

AWAITING TOKEN RECEIVE

A ficha de permissão foi enviada. A confirmação da recepção desta é essencial, pois a conferência não pode ficar sem uma estação Mestra, que é a única com permissão para transmitir. O esquema de reenvio quadros intercalados por períodos de espera pela confirmação é usado aqui também. Caso o número máximo de tentativas seja ultrapassado, a estação que não respondeu é retirada da lista de participantes, uma PDU de desconexão individual é enviada para esta estação que ficou em silêncio e a nova lista é divulgada. Se ainda houver pelo menos uma candidata na fila de espera para transmitir, uma nova estação é retirada do início da fila, e o processo de transmissão da ficha se reinicia.

OPEN RECEIVER

Neste estado só é permitido a recepção de dados. A estação deve, no entanto, transmitir quadros de controle, como reconhecimento e rejeição de quadros de informação, e pode transmitir pedidos de aquisição da ficha de permissão e de liberação da conexão (isolada ou multiponto).

II.4.3.2. Predicados

P0 : todas as estações confirmaram.

P1 : nenhuma estação confirmou.

P2 : número de tentativas maior que o número máximo estipulado.

P3 : primeiro quadro enviado.

P4 : número dos quadros da lista armazenada estritamente menores que Nr e reconhecidos por todas as estações.

P5 : lista de quadros armazenados (a espera de confirmação) vazia.

P6 : pode enviar (número de quadros da lista de quadros armazenados é menor que a janela de emissão).

P7 : lista de quadros esperados vazia.

P8 : lista de quadros recebidos fora de ordem vazia.

P9 : identificação da estação fonte menor que a da estação local.

P10: lista de participantes contém a identificação da estação fonte.

P11: lista de participantes vazia (com menos de duas estações).

P12: identificação da estação em questão está na fila de espera.

P13: fila de espera vazia.

P14: campo Mestra da PDU recebida contém a identificação da estação local.

P15: a estação local pediu a palavra (enviou pedido da ficha).

P16: fila de espera contém a identificação da estação local.

P17: a identificação da estação local é a menor da lista de participantes.

P18: número de tentativas igual a 1 (é a primeira tentativa).

P19: recebeu a PDU CM de metade (ou mais) das estações participantes.

P20: já havia recebido a PDU CM da estação fonte.

P21: recebeu alguma PDU via canal principal (canal principal ocupado) ou recebeu confirmação da mestra.

P22: lista de quadros armazenados contém Nr.

P23: esperando primitiva MPDL_STOP_TRANSMISSION.Response.

P24: lista de participantes contém a identificação da estação local.

P25: primeiro quadro numerado recebido da estação fonte.

P26: está-se esperando um DISCAC.

P27: está-se esperando DISCAC da estação em questão.

P28: houve quadro transmitido desde o último RR ou SREJ recebido.

II.4.3.3. Ações

A0 : disparar T_R iniciar num_tentativas com 1.

A1 : armazenar informação que estação fonte mandou confirmação.

A2 : disparar T_I de todas as estações participantes.

A3 : reiniciar T_I da estação fonte[1].

A4 : reiniciar T_R e número de tentativas.

A5 : reiniciar com FALSO o *flag* de confirmação das estações.

A6 : finalizar T_R.

A7 : reiniciar T_R e incrementar número de tentativas.

A8 : finalizar T_I de todas as estações participantes.

A9 : copiar valor de Ns em Vs. Incrementar Vs de 1.

A10: descartar quadros reconhecidos por todas as participantes.

A11: transmitir todos os quadros da lista de quadros armazenados.

A12: descartar lista de quadros armazenados.

A13: iniciar variáveis associadas à máquina de estados de transmissão (Mestra).

A14: não retirar a primitiva da fila de primitivas.

A15: incluir estação fonte na lista de participantes.

A16: iniciar variáveis associadas à máquina de estados de recepção.

A17: disparar T_{IP} e iniciar número de tentativas com 1.

A18: retirar identificação da estação fonte da lista de participantes.

A19: colocar identificação da estação fonte no final da fila de espera.

---

[1] Estação fonte é aquela cujo identificador encontra-se no campo "endereço de origem" da PDU.

A20: disparar T_I da estação fonte.

A21: retirar identificação da estação em questão da lista de participantes.

A22: retirar identificação da estação em questão da fila de espera.

A23: disparar T_{KPR}.

A24: retirar (e usar como destino) a primeira estação da fila de espera.

A25: atualizar fila de espera pela nova fila recebida.

A26: disparar T_{MT}.

A27: reiniciar T_{MT}.

A28: finalizar T_{MT}.

A29: armazenar a fila recebida como fila de espera.

A30: reiniciar T_{KPR}.

A31: finalizar T_{KPR}.

A32: identificar a estação de menor identificador na lista de participantes.

A33: reiniciar T_{IP} e incrementar número de tentativas.

A34: finalizar T_I da estação fonte.

A35: reiniciar T_{IP}.

A36: limpar a fila de espera.

A37: incrementar contador do número de estações que enviaram CM.

A38: iniciar T_{ACK}

A39: reiniciar T_{ACK}

A40: finalizar T_{ACK}

A41: verificar a seqüência de quadros e a necessidade de armazenamento do quadro, envio de SREJ ou MPDL_DATA.Indication.

A42: descartar lista de quadros esperados.

A43: descartar lista de quadros recebidos fora de ordem.

A44: inserir Nr na lista de quadros rejeitados.

A45: armazenar a informação: o serviço está aguardando o recebimento de uma primitiva MPDL_STOP_TRANSMISSION.Response.

A46: marcar canal principal como ocupado.

A47: guardar lista recebida como lista de participantes.

A48: enviar primitiva MPDL_ESTABLISH.Indication com a identificação da estação fonte como parâmetro.

A49: enviar MPDL_ESTABLISH.Confirm com os parâmetros: modo da conferência (em Andamento ou Nova) e a lista de participantes.

A50: enviar MPDL_ABORT.Indication com o parâmetro: motivo.

A51: enviar MPDL_ABORT.Confirm.

A52: enviar MPDL_RELEASE_PLEASE.Indication com a identificação da estação fonte como parâmetro.

A53: enviar MPDL_DATA.Indication com os dados do usuário como parâmetro.

A54: enviar MPDL_INDIVIDUAL_ABORT.Indication com a identificação da estação fonte como parâmetro.

A55: enviar MPDL_INDIVIDUAL_ABORT.Confirm com a identificação da estação fonte como parâmetro.

A56: enviar MPDL_INDIVIDUAL_RELEASE_PLEASE.Indication com a identificação da estação fonte como parâmetro.

A57: enviar MPDL_TOKEN_PLEASE.Indication com a identificação da estação fonte como parâmetro.

A58: enviar MPDL_TOKEN_GIVE.Indication.

A59: enviar MPDL_STOP_TRANSMISSION.Indication.

A60: iniciar Vr da estação fonte com Ns do quadro recebido.

A61: marcar todos os quadros na lista de quadros a espera de confirmação como "reconhecidos" pela estação fonte.

A62: marcar canal principal como desocupado.

A63: guardar identificação da estação fonte como sendo a identificação da Mestra.

A64: iniciar T_{IM}.

A65: reiniciar T_{IM}.

A66: finalizar T_{IM}.

A67: finalizar T_{IP}.

A68: disparar T_{RQ}.

A69: reiniciar T_{RQ}.

A70: finalizar T_{RQ}.

A71: marcar como *true* a variável que indica que o próximo quadro recebido será o primeiro para cada estação cuja identidade não esteja na lista de participantes.

A72: armazenar a informação: foi enviado um DISC para a estação em questão.

A73: armazenar a informação: não se está esperando confirmação de desconexão de nenhuma estação.

A74: iniciar variáveis de controle de recebimento de convites a ser Mestra (CM).

A75: comparar lista de participantes recebida com a armazenada. Enviar MPDL_ABORT.Indication com a identificação das estações que estejam na lista antiga, mas não na nova e; enviar MPDL_ESTABLISH.Indication com a identificação das estações que estejam na lista nova mas não na antiga.

A76: guardar informação: o serviço não está aguardando o recebimento de uma primitiva MPDL_STOP_TRANSMISSION.Response.

A seguir tem-se as tabelas com a máquina de estados do protocolo.

Tabela II.3 Máquina de estados com os eventos de chegada de Primitiva, para os estados: CLOSED; ESTABLISH; AWAITING RELEASE e; OPEN MASTER

ESTADO⇒ EVENTO ⇓	CLOSED	ESTABLISH	AWAITING RELEASE	OPEN MASTER
MPDL_ABORT.Request	A51	A5 A4 MPDISC ⇒AWAITING RELEASE	MPDISC	A12 A0 A28 A8 MPDISC A42 A43 A70 A66 ⇒AWAITING RELEASE
MPDL_DATA.Request			A59	P6: A9 MPI(NS) P3: A68 ÑP6: A14
MPDL_ESTABLISH. Request	A0 P21:SMPARM ⇒ESTABLISH RECEIVER ÑP21: SMPARM A5 ⇒ESTABLISH		A59	A49
MPDL_INDIVIDUAL_ ABORT.Request			A59	DISC A0 A72 ⇒AWAITING UNIQUE RELEASE
MPDL_INDIVIDUAL_RELE ASE_PLEASE.Request			A59	
MPDL_RELEASE_ PLEASE.Request			A59	
MPDL_REPLY.Request			A59	P10: P12: A22 A59 A28 A0 PLIST TG A70 A8 A71 \⇒AWAITING TOKEN RECEIVE
MPDL_TOKEN_GIVE. Request			A59	P13: A58 A27 ÑP13: A59 A24 A28 A0 A8 PLIST TG A71 A70 \⇒AWAITING TOKEN RECEIVE
MPDL_TOKEN_PLEASE. Request			A59	A58

Tabela II.4 Máquina de estados tendo como evento a chegada de PDU, para os estados: CLOSED; ESTABLISH; AWAITING RELEASE e; OPEN MASTER

ESTADO⇒ EVENTO ⇓	CLOSED	ESTABLISH	AWAITING RELEASE	OPEN MASTER
BM		A46		P9: A59 A70 A8 A17 A63 A38 A16 P5: A6 ÑP5: A0 \⇒OPEN RECEIVE ÑP9: BM BM A20
CM			MPDISC	ÑP20: A37 P19: A8 A50(INF) A42 A43 A12 A70 A66 ⇒CLOSED
DISC	DISCAC	A54 DISCAC A6 ⇒CLOSED		A50(ERR) A8 A42 A70 MPDISCAC A43 A12 ⇒CLOSED
DISCAC		A46		
MPARMAC		P21: A16 A17 A38 A6 A15 A49(A) A63 \⇒OPEN RECEIVER ÑP21:A1 A15 P0:A6 A2 A13 A64 A26 A49(N) A68 PLIST \\⇒OPEN MASTER		
MPDISC	MPDISCAC A62	A50(USU) MPDISAC A6 A62 ⇒CLOSED		A50(ERR) A8 A42 A70 MPDISCAC A43 A12 ⇒CLOSED
MPDISCAC			P10: A18 P11: A51 A6 \\⇒CLOSED	
MPI		A46		
MPRP		A46	MPDISC	A52
PLIST		A46 A47 A75 ÑP24: A4 SMPARM \⇒ESTABLISH RECEIVER		
RP		A46	MPDISC	A56
RR(VR)		A46		A3 P28: A65 P4: A10 A69
SMPARM	A48 A16 MPARMAC A17 A38 A63 A15 ⇒ESTABLISH RECEIVER	P9: A49(A) A16 A17 A6 A15 MPARMAC A38 \⇒OPEN RECEIVER ÑP9: A4 SMARM	MPDISC	ÑP10: A15 A48 PLIST A19 MPARMAC A20
SREJ(NR)		A46	P22: MPI(Nr) A3 P28: A69 A65	P22: MPI(Nr) A3 P28: A65 A69
TG		A46		P14: BM BM A20 ÑP14:A59 A70 A8 A17 A63 A38 A16 P5: A6 ÑP5: A0 \⇒OPEN RECEIVER
TP		A46	MPDISC	P10: A57 ÑP12: A19 ÑP10: DISC A0 \⇒AWAITING UNIQUE RELEASE

Tabela II.5 Máquina de estados com os eventos de estouro de temporizadores, para os estados: CLOSED; ESTABLISH; AWAITING RELEASE e; OPEN MASTER

ESTADO⇒ EVENTO ⇓	CLOSED	ESTABLISH	AWAITING RELEASE	OPEN MASTER
Estourou TACK				
Estourou TI			P10: A18 P11: A51 ⇒CLOSED	DISC A21 A42 A43 P12: A22 P11: A50(LVZ) A6 A70 \⇒CLOSED ÑP11: PLIST A61 A10
Estourou TIP				
Estourou TKPR				
Estourou TMT				P13: A27 ÑP13: A59 A24 A0 A70 PLIST A8 A71 \⇒AWAITING TOKEN RECEIVE
Estourou TR		P2: P1: A50(NMT) \\⇒CLOSED \ÑP1: A49 BM PLIST A2 A26 A68 \\⇒OPEN MASTER ÑP2: A7 SMARM	ÑP2: A7 MDISC P2: A51 \⇒CLOSED	
Estourou TRQ				A69 A65 P5: PLIST ÑP5: A11
Estourou TIM				A69 A65 P5: PLIST ÑP5: A11

Tabela II.6 Máquina de estados com os eventos de chegada de Primitiva, para os estados: AWAITING UNIQUE RELEASE; AWAITING TOKEN RECEIVE; OPEN RECEIVER e; ESTABLISH RECEIVER

ESTADO⇒ EVENTO ⇓	AWAITING UNIQUE RELEASE	AWAITING TOKEN RECEIVE	OPEN RECEIVER	ESTABLISH RECEIVER
MPDL_ABORT.Request	A12 A0 A8 MPDISC A28 A42 A43 A70 A66 A5 ⇒AWAITING RELEASE	A59	A59	A59
MPDL_DATA.Request	P6: A9 MPI(Ns) P3: A68 ÑP6: A14	P23: P6: A9 MPI(Ns) P3: A68 ÑP6: A14 ÑP23: A59	A59 TP A23	A59 A23
MPDL_ESTABLISH.Request	A49(N)			
MPDL_INDIVIDUAL_ABORT. Request		A59	A59	A59
MPDL_INDIVIDUAL_RELEASE_ PLEASE.Request		A14	RP	RP
MPDL_REPLY.Request	ÑP27:P10: P16: A22 A59 A28 A0 PLIST TG A70 A8 \⇒AWAITING TOKEN RECEIVE	A59	A59	A59
MPDL_TOKEN_GIVE.Request	P13: A58 A27 ÑP13: A59 A28 A21 A70 P12: A22 A24 A0 PLIST TG A71 \⇒AWAITING TOKEN RECEIVE		A59	A59
MPDL_TOKEN_PLEASE.Request	A58	A23	A23 TP	A23 TP
MPDL_RELEASE_PLEASE. Request			MPRP	MPRP
MPDL_STOP_TRANSMISSION. Response		TG A76		

Tabela II.7-A Máquina de estados com os eventos de chegada de PDU, para os estados: AWAITING UNIQUE RELEASE; AWAITING TOKEN RECEIVE; OPEN RECEIVER e; ESTABLISH RECEIVER

ESTADO EVENTO	AWAITING UNIQUE RELEASE	AWAITING TOKEN RECEIVE	OPEN RECEIVER	ESTABLISH RECEIVER
BM	P9: A59 A70 A8 A17 A63 A38 A16 P5: A6 ÑP5: A0 \⇒OPEN RECEIVE ÑP9: BM BM A20	P5: A6 ÑP5: A4 A17 A63 A38 A16 A66 A74 ⇒OPEN RECEIVE	A39 A63 A35 P15: ÑP16: A30 TP	A63
CM	ÑP20: A37 P19: A8 A50(ERR) A42 A43 A12 A70 A66 ⇒CLOSED	ÑP20: A37 P19: A42 A12 A50(INF) A8 A43 ⇒CLOSED	ÑP20: A37 P19: A40 BM BM BM A31 A36 A68 A13 A26 A58 A2 A74 A67 A64 ÑP5: A11 \\⇒OPENMASTER	
DISC	A50(ERR) A8 A42 A43 DISCAC A12 A70 ⇒CLOSED	A50(ERR) A8 A42 A43 MPDISCAC A12 ⇒CLOSED	DISCAC A54 A40 ⇒CLOSED	DISCAC A54 A40 ⇒CLOSED
DISCAC	P10:A21 A34 A55 A42 A43 P12: A22 ÑP11: PLIST A6 A61 A10 P27: A55 ÑP27: A54 \⇒OPEN MASTER P11: A50(LVZ) A70 A6 MPDISC A12 \⇒CLOSED			
MPARMAC			A35	P21: A6 A16 A63 A17 A38 A15 A49 \⇒OPEN RECEIVER
MPDISC	A50(ERR) A8 A42 A43 MPDISCAC A12 A70 ⇒CLOSED	A50(ERR) A42 A43 MPDISCAC A12 ⇒CLOSED	A50(USU) A42 A43 MPDISCAC A12 ⇒CLOSED	A50(USU) A42 A43 MPDISCAC A12 ⇒CLOSED
MPDISCAC				
MPI			P25: A60 A41 A35	
MPRP	A52			
PLIST			A47 A35 A75 A41 P25: A60 ÑP24: SMPARM A0 \⇒ESTABLISH RECEIVER	A63 ÑP24: SMPARM A0
RP	A56 c			
RR(Vr)	A3 P28: A65 P4: A10 A69	P4: A10 P28: A65	P4: A10	
SMPARM	P27: DISC ÑP27: ÑP10: A15 A48 PLIST A19 A20 MPARMAC			
SREJ(Nr)	P22: MPI(Nr) A3 P28: A65 A69	P22: A23 A44(Nr) P28: A65 A69	P22: A23 TP	

Tabela II.7-B Máquina de estados com os eventos de chegada de PDU, para os estados: AWAITING UNIQUE RELEASE; AWAITING TOKEN RECEIVE; OPEN RECEIVER e; ESTABLISH RECEIVER (continuação)

ESTADO EVENTO	AWAITING UNIQUE RELEASE	AWAITING TOKEN RECEIVE	OPEN RECEIVER	ESTABLISH RECEIVER
TG	P14: BM BM A20 ÑP14:A59 A70 A8 A17 A63 A38 A16 P5: A6 ÑP5: A0		P7: RR(Vr) ÑP7: RR(1º da lista) P14: A31 A29 BM BM A2 A13 A26 A40 A58 A67 A68 A64 A74 ÑP5: A11 \⇒OPEN MASTER ÑP14: A35 P15: A29	
TP	P10: A57 ÑP12: A19			

Tabela II.8-A Máquina de estados com os eventos de estouro de temporizadores, para os estados: AWAITING UNIQUE RELEASE; AWAITING TOKEN RECEIVE; OPEN RECEIVER e; ESTABLISH RECEIVER

ESTADO⇒ EVENTO ⇓	AWAITING UNIQUE RELEASE	AWAITING TOKEN RECEIVE	OPEN RECEIVER	ESTABLISH RECEIVER
Estourou TACK			P7: RR(Vr) ÑP7: RR(1º da lista) A38	
Estourou TI	DISC P10: A21 A42 A43 P12: A22 P11: A50(LVZ) A6 A12 A70 A28 A66 \⇒CLOSED ÑP11: PLIST A61 A10	DISC P10: A21 A42 A43 P12: A22 P11: A50(LVZ) A6 A12 A70 A28 A66 \⇒CLOSED ÑP11: PLIST A61 A10		
Estourou TIP			P18: A32 A33 A40 ÑP17: CM ÑP18:P2: P10: A21 P11:A12 A50(NMT) \\\⇒CLOSED ÑP11: A42 A43 A32 A17 ÑP17: CM ÑP2: A33 CM	
Estourou TKPR			A30 ÑP12: TP	

Tabela II.8-B Máquina de estados com os eventos de estouro de temporizadores, para os estados: AWAITING UNIQUE RELEASE; AWAITING TOKEN RECEIVE; OPEN RECEIVER e; ESTABLISH RECEIVER (continuação)

ESTADO⇒ EVENTO ⇓	AWAITING UNIQUE RELEASE	AWAITING TOKEN RECEIVE	OPEN RECEIVER	ESTABLISH RECEIVER
Estourou TMT	P13: A27 ÑP13:A34 A21 P11: MPDISC A66 A70 A12 A50(LVZ) ⇒CLOSED ÑP11:P12: A22 A42 A43 A8 A70 2 x NT x DISC A59 A24 A0 PLIST A71 TG \\⇒AWAITING TOKEN RECEIVE			
Estourou TR	P2: P10: A34 A21 P11: MPDISC A50(LVZ) \\⇒CLOSED ÑP11: P12: A22 PLIST A55 A73 \\⇒OPEN MASTER ÑP2: NT x DISC, A7	P2: A21 A34 DISC P11: A50(LVZ) A42 A43 A12 MPDISC \\⇒CLOSED ÑP11:PLIST A61 A10 P13: A58 A26 ÑP13: A24 A4 TG A71 ÑP2: TG, A7	NP5: TP	
Estourou TRQ	A69 A65 P5: PLIST ÑP5: A11			
Estourou TIM	A69 A65 P5: PLIST ÑP5: A11			

II.5.Proteções em relação ao uso incorreto do serviço

Durante a fase de desenvolvimento e especificação do protocolo, ponderou-se sobre sua utilização como ambiente de futuros desenvolvimentos. Com o intuito de amenizar possíveis erros de desenvolvimento destas futuras aplicações, algumas proteções adicionais foram implementadas. As proteções estão relacionadas a algumas situações de uso inadequado do serviço como, por exemplo, envio de primitiva de dados enquanto a estação está em estado de recepção. Estas proteções se mostraram bastante úteis no desenvolvimento de aplicações usuárias do serviço. A seguir são apresentados estes casos.

II.5.1. Primitivas de gerência enviadas em estados de recepção

As primitivas MPDL_ABORT.Request, MPDL_INDIVIDUAL_ABORT.Request, MPDL_TOKEN_GIVE.Request, MPDL_REPLY.Request e MPDL_DATA.Request devem

ser enviadas somente enquanto a estação for possuidora da permissão de transmissão, ou seja, for nesse instante a Mestra da conferência. No entanto, caso o usuário envie uma destas primitivas durante os estados de recepção, receberá como resposta a primitiva MPDL_STOP_TRANSMISSION.Indication com o parâmetro REC. Isto indica que a primitiva anteriormente enviada não foi tratada e que, em caso de uma primitiva de dados, estes dados foram descartados.

A Figura II.23 ilustra o envio de uma primitiva de dados quando a estação se encontra em estado de receptora (OPEN RECEIVER). O provedor do serviço também envia um pedido de transmissão para a Mestra atual da conferência.

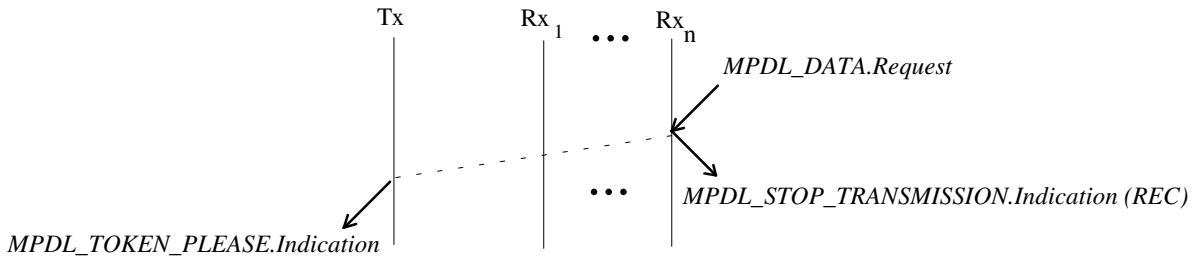


Figura II.23 Recebimento de uma primitiva de dados quando a estação não está habilitada a transmitir.

II.5.2. Pedido de ficha em estado de transmissão (Mestra)

Caso a camada usuária envie uma primitiva de pedido para transmitir enquanto a estação for a Mestra da conexão (primitiva MPDL_TOKEN_PLEASE.Request) receberá a primitiva imediatamente a primitiva MPDL_TOKEN_GIVE.Indication, conforme ilustra a Figura II.24.

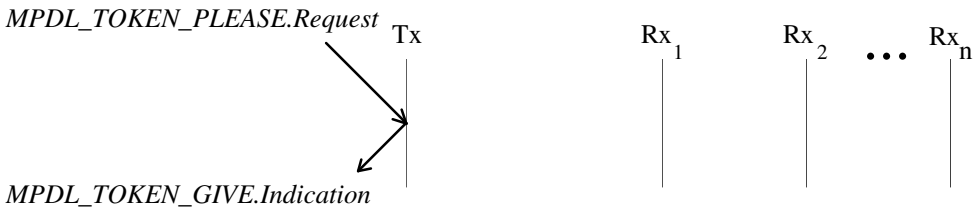


Figura II.24 Pedido da palavra quando esta já se encontra com a estação.

II.6. Comentários

O presente Capítulo apresentou uma descrição do serviço proposto em linguagem natural. Procurou-se usar o vocabulário e convenções definidas no Modelo de Referência para Interconexão de Sistemas Abertos. [1, 2, 3]

Inicialmente é feita uma descrição do serviço em linguagem natural, assim como dos recursos necessários para a sua utilização.

Em seguida, uma descrição dos serviços através da descrição das primitivas de serviço foi realizada. O protocolo teve sua descrição realizada através da descrição das PDUs, seguida da apresentação da máquina de estados. Esta máquina de estados foi apresentada neste capítulo através de tabelas de intersecção evento-estado.

Devido à sua característica multiponto-a-multiponto, pode existir conexão e desconexão durante a fase de transmissão de dados, sem interrupção desta. Por isto, uma conexão multiponto-a-multiponto possui maior complexidade do que as demais formas de conexão.

As seguintes característica do serviço apresentado podem ser ressaltadas:

- inserção dinâmica de estações;
- liberação individual negociada;
- liberação individual abrupta;
- liberação negociada;
- liberação abrupta;
- gerenciamento da permissão de transmissão e
- tratamento de exceções que normalmente causariam aborto da conexão por erro de protocolo.