**CAPÍTULO I - Fundamentos Teóricos**

O capítulo I apresenta uma abordagem à parte teórica do projeto, detalhando os temas de conhecimento necessário para o desenvolvimento de um módulo de retificação de imagens para uma estação fotogramétrica digital, desde conceitos como fotogrametria até abordagem da biblioteca Qt da linguagem de programação C++.

**1.1 - Fotogrametria**

A fotogrametria remete etimologicamente a idéia da realização de medidas em imagens e tem como objetivo geral a recriação de parte de um espaço tridimensional a partir de imagens bidimensionais obtidas sem contado entre o sensor e o alvo fotografado, sendo classificada de acordo com e evolução dos métodos de obtenção e de analise das imagens, cuja realização vai cada vez mais deixando de ser analógica e se tornando digital, aumentando a precisão e a velocidade, e deixando de lado o trabalho mais artesanal e demorado.

Segundo a american society for photogrammetry and remote sensing (ASP, 1980):

"A fotogrametria é a arte, ciência, e tecnologia de obtenção de informações confiáveis sobre os objetos físicos e o meio ambiente através de processos de gravação, medição e interpretação de imagens fotográficas e padrões da energia eletromagnética radiante e outros fenômenos."

As classificações da fotogrametria são feitas de maneira histórica onde a fotogrametria pioneira (1840-1900) se deu alguns anos após a invenção da fotografia e com a idéia de usá-la para auxilio na topografia, mas sem grandes resultados, sua utilização começou mesmo a ser difundida em 1851 para documentação de edifícios históricos, sendo criados os seus primeiros métodos de utilização, mas somente com avanços na tecnologia aérea a fotogrametria pode realmente ser impulsionada e a dificuldade na obtenção de imagens aéreas foi reduzida.

A fotogrametria analógica (1901-1950) se deu após a primeira revolução da fotogrametria que ocorre com a invenção do aparelho estereocomparador que colocava aparelhos óptico-mecânicos no lugar de inúmeros cálculos matemáticos, facilitando a vida dos usuários. Em 1911 foi aumentado o uso de retificadores analógicos devido a criação de um método funcional de retificação de imagens que tornou usual a utilização das fotografias para mapear extensas superfícies. A Alemanha e a Suíça tinham aparelhos que tornavam possíveis a criação de cartas topográficas de alta precisão. Esse avanço na tecnologia da fotogrametria fez com o trabalho se tornasse cada vez mais especializado, assim passou a ter necessidade de um profissional de conhecimento técnico para a realização do mesmo. Paralelamente a esse avanço ocorreram também mais fatos que ajudaram no avanço da fotogrametria em geral, o processo de fototriangulação analógica facilitou o trabalho externo, as câmaras métricas que realizavam impressões de imagens relevantes quanto às coordenadas, o que fez aumentar a precisão das medidas realizadas.

A partir da evolução da tecnologia computacional, grande parte do trabalho manual e mecânico foram substituídos por tarefas feitas diretas no computador dando início a era da fotogrametria analítica (1951-1990). Com o auxilio da computação os cálculos em cima das imagens eram feitos pelos computadores e passou a ter a possibilidade da utilização de conjunto de imagens para serem medidas simultaneamente assim como um estudo mais completo da propagação de erros, passou a ser permitido também a utilização de câmeras não-métricas.

Com o avanço tecnológico ocorreram mudanças bem significativas no quesito de obtenção de imagens uma vez que com a criação das câmeras digitais ou até mesmo com a utilização de um scanner se pôde obter imagens digitais e com avanços da computação os computadores passaram a processar essas imagens, com isso surgiu a era da fotogrametria digital (1990-atualmente). Para o processo foram criadas estações com aparelhos específicos para a fotogrametria, as chamadas estações fotogramétricas digitais onde todo o processo é feito por meio de computadores desde a sua entrada (fotos digitais ou analógicas scanneadas) até a sua saída (dados digitais compatíveis com softwares existentes). A importância da fotogrametria digital é justamente manter o avanço das ferramentas utilizadas para a fotogrametria condizente com os avanços tecnológicos, assim cada vez mais os processos ficam computadorizados e conseqüentemente mais rápidos e automatizados.

Apesar da tendência a automatizar todo o processo da fotogrametria proposto ideologicamente pela fotogrametria digital ainda existe o problema de que as superfícies são muito imperfeitas e possuem inúmeras descontinuidades que dificultam bastante a obtenção de valores razoáveis automaticamente mapeados então a participação humana se faz necessária mesmo que só para supervisionar a qualidade do que está sendo mapeado, tornando o trabalho semi-automático ou o mais automático possível tentando não comprometer a qualidade do processo.

Podemos obter uma imagem fotogramétrica digital de duas maneiras: por meio de scanners (digitalização de imagens obtidas analogicamente) e por meio de câmeras fotogramétricas digitais (maneira mais direta). Com a utilização dos scanners normalmente é possível através de um software obter a melhor configuração para a digitalização desejada, mas mesmo com essa configuração existe a ocorrência de perda de alguma informação durante o processo de digitalização já que os dispositivos não possuem capacidade de digitalizar toda a complexidade da imagem. Essa responsabilidade de configurar os scanners e seus respectivos programas para que a perda seja menor possível de maneira que a imagem ainda possa ser utilizada e mantendo a integridade da imagem original é humana, do profissional da área fotogramétrica. No caso do uso das câmeras fotogramétricas digitais ainda existe muita limitação para seu uso, pois possuem um preço muito elevado. Ainda podem ocorrer problemas na obtenção das imagens devido ao formato das lentes das câmeras, o que também deve ser tratado para manter a integridade da uma imagem fotogramétrica digital.

A fotogrametria no geral é dividida em três partes quando se trata do processo geral de estudo da imagem, são eles: a obtenção da imagem, o tratamento da imagem e a utilização da mesma. Seguindo sempre essa linha de trabalho, pode ser feito o estudo completo do objeto fotografado e deve ser utilizada uma escala que permita a melhor análise possível da imagem, e conseqüentemente após o tratamento da imagem com a utilização da matemática a melhor utilização das informações obtidas da mesma. A escala (E) deve ser encontrada a partir dos dados de distancia focal da câmara (f) e a altura do vôo (H) utilizando a equação matemática E = f/H ou simplesmente pela divisão da distância na imagem (d) com a sua homóloga no terreno (D) E = d/D.

Outra grande divisão dentro da fotogrametria é a fotogrametria interpretativa e a fotogrametria métrica, onde a primeira conhecia também como fotointerpretação, remete a um estudo muito detalhado e meticuloso das fotografias para obter o entendimento da relevância do objeto fotografado, além de também identificar o ambiente, pois existem detalhes relevantes que tornam a fotointerpretação um processo muito mais complexo que a análise de simplesmente objetos sem levar em consideração as características ao seu redor. Para a fotointerpretação existem métodos que são utilizados de acordo com a informação ou com o nível de detalhe específico da imagem que está sendo buscada e com o resultado esperado, são eles: a foto-leitura (técnica de interpretação mais simples que realiza uma busca dos objetos e características relevantes do ambiente fotografado, geralmente sem a utilização de estereoscópio), a foto-análise (é mais detalhada que a primeira, pois realiza a separação estereoscópica das partes do ambiente, agrupando as partes homogêneas e as simbolizando de acordo com as características distintas do solo para que cada parte homogênea possa ser estudada e comparada), e a foto-dedução (que é a forma mais completa de interpretação das fotos uma vez que avalia a imagem de uma maneira extremamente complexa levando em conta todos os detalhes da área, desde questões geológicas até o grau de desenvolvimento dos pontos em torno do objeto pretendido, ela faz uma avaliação total de todas as características da imagem), mas apesar da foto-dedução ser muito complexa e avaliar muitos aspectos da área fotografada ainda existem imperfeições que só poderiam ser sanadas de maneira em que houvesse uma combinação com expedições de reconhecimento terrestre já que ainda existem áreas em que a fotografia aérea não consegue demonstrar devido as suas limitações, podendo até dar uma avaliação do solo e da sua capacidade de uso.

Já a fotogrametria métrica avalia mais a parte de valores em que tratam coordenadas, distancias entre pontos, escalas, desníveis do solo e de outras partes do ambiente. A fotogrametria métrica tem sua divisão entra a parte aérea (auxílio de aviões, balões e satélites) e a parte terrestre (onde são utilizados pontos de coordenadas fixas para a realização da fotografia). A fotogrametria métrica tem a função de realizar medições no terreno de maneira geral.

São aplicações da fotogrametria de acordo com SSR (2012):

"Produtos de cartas topográficas; Projeto, locação e manutenção de estradas; Projetos de gasodutos; Projetos ambientais; Linhas de transmissão; Mineração; Arqueologia; Geologia; Planejamento e cadastro urbano; Cadastro rural."

As etapas de tratamento de uma imagem até seu uso em Sig são: Orientação interior (reconstruir o momento da câmara em que as fotos foram tiradas, reposicionando as imagens que haviam sido separadas uma a uma); Orientação exterior (buscar as informações de coordenada de cada imagem em relação ao referencial espaço-objeto); triangulação (consiste em determinar as coordenadas horizontais e verticais de pontos em relação a superfície da Terra, a partir de cálculos e medições feitos em imagens obtidas em fotografias aéreas com auxílio dos pontos de controle); extração automática do modelo digital de elevação (após a aerotriangulação, utiliza cálculos complexos a partir de algoritmos para determinar as coordenadas x, y e z no sistema de projeção do bloco de imagens); ortorretificação (gera a ortoimagem que é a imagem perpendicular ao terreno depois da correção das distorções e imperfeições para que possa ter uma fidelidade maior na relação das medidas feitas através da imagem e as medidas da superfície do terreno); mosaico (utiliza fotografias aéreas retificadas ou não para gerar um vista do ambiente fotografado a partir da montagem ajustadas dessas imagens).

Para o auxílio das medições no terreno é extremamente necessário a utilização dos pontos de controle que tem como função auxiliar mais precisamente na relação entre as imagens, câmeras e sensores utilizados e o terreno fotografado, deve-se usar pontos em que os eixos x, y e z são conhecidos e eles ajudam a determinar a escala entre o espaço da imagem e o espaço do terreno, as diferenças de posição e a rotação entre os espaços também.

A fotogrametria ao longo dos anos teve sua consolidação assim como uma evolução juntamente com o crescimento da área da tecnologia da informação, tendo seu processo de realização cada vez mais digitalizado e tornando-se fundamental na criação de cartas pelo mundo, sendo tratada como ciência e até mesmo como uma arte, e a partir da evolução dos computadores e das ferramentas para a obtenção das imagens (maquinas fotográficas digitais e os satélites) e também da evolução dos softwares de tratamento das imagens, tornaram o processo muito menos artesanal e muito mais automatizado gerando um ganho considerável de desempenho e de qualidade na análise das imagens e de seus detalhes.

**1.2 - Retificação de imagens**

Em uma visão geral do conceito, pode-se dizer que retificar uma imagem significa eliminar as distorções das imagens geradas no momento em que a mesma foi obtida e também eliminar o deslocamento gerado pelo relevo, para que a mesma possa ser analisada a partir das correções realizadas. No processo de retificação para imagens aéreas é interessante a busca por imagens perfeitamente verticais cujos ângulos ф e Ѡ são eliminados, a causa das distorções geralmente é a atitude do sensor no momento de geração da imagem, é extremamente necessário saber os parâmetros de orientação interior e exterior para a realização da retificação, uma vez que a imagem é a base de todo o processo juntamente com suas coordenadas.

Segundo Andrade (1998):

"Retificar uma imagem consiste em projetá-la, segundo seu próprio feixe perspectivo, para um plano horizontal. Isso significa que, através da retificação, é possível modificar e até mesmo eliminar completamente os ângulos de atitude da câmara em relação a um dado referencial, bem como a distância focal da imagem resultante."

A retificação de imagens é importante pra muitas aplicações, dentre elas estão: criação de mosaicos, corrigir distorções, sobreposição de informações, extração de medidas, atualização de banco de dados geográficos, GPS e SIG.

No processo de retificação existem dois tipos de métodos a serem utilizados: o método de transformação polinomial e o uso das equações de colinearidade. Um dos exemplos de transformação polinomial é a transformação afim que é executada da seguinte forma: a partir de saber as coordenadas de pelo menos três pontos não-colineares no sistema de coordenadas da imagem obtida inicialmente e no sistema de coordenadas da imagem final, pode-se calcular o coeficiente de transformação entre os sistemas usando parametrização. Os coeficientes usados são a0, a1, a2, b0, b1 e b2. As equações da transformação afim são:

x = a0 + a1x' + a2y' e

y = b0 + b1x' + b2y',

onde x e y representam as coordenadas da imagem final e x' e y' representam as coordenadas da imagem inicial. Essa transformação busca essencialmente corrigir as distorções geradas a partir da rotação da câmara onde se tem a imagem inicial em um sistema de pixels e se quer obter a imagem final digitalizada e corrigida. Podemos reescrever as equações acima como:

coluna = a0 + a1coluna' + a2linha' e

linha = b0 + 01coluna' + b2linha'.

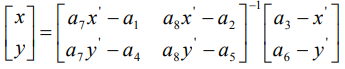
Para terminar a retificação se faz necessário o conhecimento de no mínimo três pontos de controle e pra isso se pode usar os cantos da imagem, uma vez que esse serão os cantos da imagem retificada após as distorções terem sido eliminadas, minimizando assim o conhecimento necessário do sistema de coordenadas da imagem retificada.

Outro tipo de transformação polinomial é a transformação projetiva que tem como requisito que as transformações só ocorram para pontos do mesmo plano, para que possam ter uma escala em um plano de referência horizontal (fotografia aérea) ou vertical (fotografia terrestre). As equações da transformação projetiva são as seguintes:

x' = e

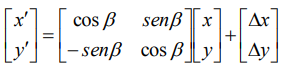
y' = ,

onde x' e y' são as coordenadas dos pontos já transformados, x e y são as coordenadas da imagem original e a1 a a8 são os parâmetros da transformação projetiva no plano. Existe também a equação projetiva inversa que é representada pela seguinte equação matricial:



Esse tipo de transformação tem como requisito também o conhecimento de um mínimo de quatro pontos de controle e devido à só poder ser executada em pontos do mesmo plano não deve ser executada em superfícies irregulares ou tridimensionais, porém apresenta bom desempenho em superfícies que satisfazem suas condições ideais de execução, as planas ou quase planas cuja irregularidade é mínima, podendo até superar o desempenho da transformação afim nesses casos no quesito de qualidade dos resultados obtidos.

Como esses tipos de transformações matemáticas exigem a obtenção de muitos pontos de controle, podemos utilizar modelos menos exigentes que tornam o trabalho computacional mais rápido devido a necessidade de utilizar menos pontos de controle, porém perdendo um pouco da qualidade e da precisão que era obtida nas transformações afim e projetiva. Como exemplo de uma transformação que utiliza uma menor quantidade de pontos de controle tem a transformação ortogonal em que é realizada a rotação das coordenadas cartesianas de um ponto através do produto entre uma matriz de rotação e um vetor de coordenadas, ela recebe o nome de ortogonal, pois a referida matriz de rotação é uma matriz ortogonal com os seguintes parâmetros:

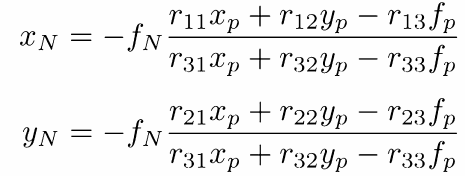


onde β é o ângulo relativo da rotação entre os sistemas, ∆x e ∆y são as translações, x e u são as coordenadas do ponto no sistema original, e x' e y' são as coordenadas do ponto no sistema resultante.

Para trabalhar com as transformadas deve-se ter em mente que quanto maior a ordem dos polinômios empregados nas equações, maior a complexidade e a quantidade de equações que serão geradas, trazendo assim um volume de cálculo muito maior e tornando o trabalho possivelmente mais demorado, então sempre deve ser feito o estudo para saber qual é realmente a forma ótima para utilizar as transformadas, realizar os cálculos e obter os melhores resultados possíveis com o menor volume de trabalho. Outro fator a se ter em mente é que quanto maior o número de pontos de controle, a quantidade de equações do sistema cresce e conseqüentemente pode ser realizado o estudo das equações mais detalhadamente com o objetivo de analisar os erros da transformação e com isso realizar a escolha dos pontos de controle que serão usados nos cálculos, rejeitando assim os que geram mais erro e perturbam a precisão dos resultados.

Essas transformações citadas anteriormente têm como falha a não consideração do ângulo de uma possível rotação que a câmera pode ter sido submetida no momento de obtenção da imagem o que acaba gerando um grande problema na retificação e na fidelidade dos valores obtidos, uma vez que para uma retificação mais eficaz devemos eliminar os problemas gerados por esses ângulos e não simplesmente fazer uma correção aproximada.

Para solucionar esse problema são utilizadas as equações de colinearidade que para o seu uso em retificação de imagens têm as seguintes equações:



em que xP, yP e fP se referem a imagem não retificada onde fP é a distância focal da câmara que foi usada para a geração da imagem e xP e yP são as coordenadas do principal ponto da câmara no sistema das marcas fiduciais. Já o sistema xN, yN e fN são os equivalentes referentes a imagem já retificada onde esses valores são convencionalmente associados. Cada ponto da imagem original tem seu ponto equivalente na imagem retificada onde é realizada a utilização da matriz de rotação na movimentação dos eixos e normalmente usam-se os ângulos de atitude da câmara, para que os mesmos possam não estar presentes na imagem resultante, mas para a obtenção de resultados mais específicos podem ser utilizadas outras angulações.

Após essa parte, começa a realização de cálculos e com a utilização do método paramétrico não-linear cujo objetivo é a obtenção dos valores equivalentes gerados pela transformação da imagem, não podendo esquecer que x e y são valores representados em pixels e que para uma representação adequada é necessário uma reamostragem com intuito de obter a distribuição radiométria correta no resultado final da retificação.

Na realização do processo de reamostragem é exigida certa atenção na hora de balancear e utilizar a quantidade correta de tons de cinza para o pixel correspondente, pois esse tom de cinza estar correto é essencial para que a precisão no processo de retificação não fique comprometida. Essa atenção é exigida principalmente devido à possibilidade de que um determinado pixel seja localizado em diferentes posições (linha; coluna) na imagem original e na sua correspondente já retificada, fazendo assim que acabe gerando alguma confusão no momento de determinar a posição dos pixels. Em um caso que a exista uma diferença de tom de cinza entre a grade de pixels da imagem original e a grade de pixels correspondente da imagem retificada, observa-se logo que existe incoerência e que algo deve ser corrigido, é nesse momento que a reamostragem acontece com o objetivo de corrigir as relações de tons de cinza e pixels, e deixá-los de forma mais coerente no resultado final.

Existem vários métodos de reamostragem que foram criados para facilitar esse processo de melhorar a coerência dos tons de cinza, os mais usados são: reamostragem por vizinho mais próximo, que realiza um arredondamento levando ao pixel da imagem reamostrada o valor de tom de cinza do pixel correspondente mais próximo da imagem original o que acaba causando uma margem de erro que pode acabar gerando problemas na imagem reamostrada, mas que tem como vantagem o fato de não realizar mudanças nos valores radiométricos da imagem original e de não ter uma implementação complexa o que gera um ganho de tempo. Andrade (1998) apresentou um modelo de equações dessa forma de reamostragem:

A'(k, l) =A(i, j) para dx < 0,5 e dy < 0,5;

A'(k, l) = A(i + 1, j) para dx >= 0,5 dy < 0,5;

A'(k, l) = A(i, j + 1) para dx < 0,5 e dy >= 0,5;

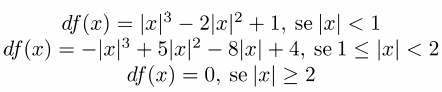
A'(k, l) = A(i +1, j + 1) para dx >= 0,5 e dy >= 0,5;

Onde A' é o valor reamostardo do pixel; A é o valor do pixel na imagem original; dx e dy são os valores calculados, em numeros reais dos valores, das coordenadas definidoras da posição de um pixel na imagem a ser reamostrada .

Outro método é o de reamostragem por interpolação bilinear, onde o tom de cinza do pixel da imagem reamostrada tem seu valor escolhido a partir dos quatro pixels mais próximos a ele que acarreta numa diminuição dos problemas de precisão, porem se perde em questões de tempo devido ao aumento dos cálculos e tons de cinza da imagem original podem acabar sendo alterados. A fórmula de Andrade (1998) deste modelo é:

A(k, l) = A(i, j) + dx[A(i + 1, j)] - A(i, j) + dy[A(i, j + 1)] - A(i, j) + dxdy[A(i, j) - A(i + 1, j) - A(i, j + 1) + A(i + 1, j + 1)]

Existe também a reamostragem por métodos de vizinhança 4 x 4 pixels que tem como aplicação funções que exigem a precisão no lugar do tempo, pois esse método utiliza tons de 16 pixels vizinhos da imagem original para definir o tom de cinza que será usado na imagem reamostrada o que apesar de gerar um aumento bem razoável na quantidade de cálculos também minimiza a ocorrência de qualquer problema em questões de coerência e de precisão no resultado final a ser obtido. Andrade (1998) conseguiu criar equações para o método de splines bicúbicas onde temos a função df(x):



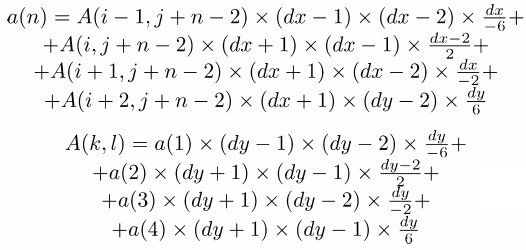
e para a função a(n) temos:



A partir dessas equações encontramos A'(k, l) equivalente a seguinte equação:



Andrade (1998) também representou o método do polinômio de Lagrange com as seguintes equações:



Em um resumo dos métodos de reamostragem e suas características mais relevantes no contexto matemático temos o método do vizinho mais próximo que utiliza um vizinho, um operador matemático e tem até 15,70% de erros de interpolação, temos também o método de interpolação bilinear que utiliza quatro vizinhos (2x2), oito operadores matemáticos e tem até 3,70% de erros de interpolação, já o método de splines bicúbicas utiliza dezesseis vizinhos (4x4), cento e dez operadores matemáticos e tem até 0,30% de erros de interpolação e o método de polinômio de Lagrange utiliza dezesseis vizinhos (4x4), oitenta operadores matemáticos e tem quase 0% de erros de interpolação.

**1.3 - E-foto**

**1.3 - Linguagem de programação C++**

Para começar a descrever a linguagem de programação C++ é necessário conhecer Bjarne Stroustrup que recebe o rótulo de é conhecido com pai da linguagem C++.

Segundo Bjarne Stroustrup ao falar da sua relação com a criação da linguagem C++:

"inventou a C++, escreveu as suas definições iniciais e produziu a sua primeira implementação, (…) escolheu e formulou os critérios de projeção da linguagem C++, desenhou todas as suas facilidades principais e foi responsável pelo processo de propostas de extensão no comitê de padrões de C++."

Bjarne Stroustrup é responsável pela produção do livro The C++ Programming Language que é umas das mais respeitadas bibliografias sobre a linguagem e traz em seu conteúdo material de grande valor até mesmo para programadores mais experientes abrangendo assuntos desde aspectos fundamentais da linguagem até técnicas de programação da mesma e formas e atalhos para a criação de projetos de níveis mais avançados a partir da utilização da linguagem C++.

A linguagem C++ foi uma criação para aperfeiçoar uma versão do núcleo Unix, que na época era escrito na linguagem C, na produção do C++ foram utilizadas características de várias linguagens de programação de níveis diferentes com objetivo de maximizar as soluções e alternativas de projetos e de minimizar os problemas e as limitações durante uma possível criação de projetos. A primeira versão do C++ foi oficialmente lançada em outubro de 1985 que também foi o ano de lançamento do livro The C++ Programming Language. A linguagem recebeu esse nome após ter sido chamada inicialmente de novo C, C84 ou C com classes ate quem 1983 foi definida como C++ com a mentalidade de que, ao olhar para o nome, fosse remetida a idéia de avanço ou incremento a linguagem C. A linguagem C era a base da criação da nova linguagem pois Bjarne Stroustrup achava interessante a portabilidade e facilidade de implementação em vários tipos de projetos diferentes. Muitos desafios tiveram que ser encarados e vencidos para que finalmente o C++ fosse visto como um sucessor bem sucedido da linguagem C e que os programadores parassem de tentar utilizar a linguagem de maneira semelhante a que utilizavam a linguagem C, pois o C++ apresentava muitas novas facilidades e ferramentas o que abrangia em muito a possibilidade de uso do C++ quando comparada a linguagem C, ao longo dos anos a grandeza da linguagem C++ foi sendo notada e aos poucos ela fui mudando de um rótulo errôneo de super conjunto da linguagem C para o rótulo que era buscado de sucessora. Apesar disso, a idéia inicial do C++ era ser uma linguagem tão utilizada e funcional como o C e ainda agregando mais funcionalidades, ela trazia no seu conteúdo utilizável uma quantidade muito grande de códigos novos e ainda trazia uma parte considerável de códigos da linguagem C o que acabou permitindo sua utilização em alto e baixo nível, mostrando o tamanho da versatilidade da linguagem criada por Bjarne Stroustrup.

A linguagem C++ tem características bem razoáveis quando a sua função é ser sucessora da linguagem C, como por exemplo, a facilidade de de transformar um código da linguagem C para C++, pois existe inúmeras funções que foram criadas justamente para transformar essa compatibilidade em uma possibilidade real e para que a partir desse fato fosse possível que usuários da linguagem C passassem a utilizar somente a linguagem C++, mas caso o programador queira algo seu programa em C mas queira programá-lo em C++, também é de fácil adaptação transformá-lo de C++ para C.

Quando a linguagem C++ passou a ser utilizada por todo tipo de programadores, foi notado que a linguagem C apesar ser mais suscetível a erros de lógica, permitia por diversos métodos a localização mais simples desse erro assim como sua modificação e correção, já no C++ por ter uma quantidade maior de possibilidades de utilização e por ter uma sutileza maior em sua sintaxe, um erro mínimo pode custar horas de trabalho para ser encontrado e o programa não funcionará de forma alguma até que esse problema seja reparado e levando em conta a sutileza do erro mostrado o mesmo pode ser muito difícil de ser encontrado.

Dentre as principais características do C++ podem ser vistas como o fato de ela ser uma linguagem tipada estaticamente (que facilita a detecção de erros, uma vez os mesmos podem ser vistos e corrigidos antes da execução final do programa) e tem sua portabilidade tão eficiente como a da linguagem C permitindo que ela seja utilizada para diversas finalidades e por diversos tipos de programadores. A linguagem C++ foi criada para atender múltiplos paradigmas (o que ao programador utilizar várias formas diferentes de estruturação e conseguir obter diferentes formas de execução do programa, ampliando a quantidade de possíveis usuários e programas a serem projetados), altamente compatível com a linguagem C abrindo a possibilidade de uma fácil transição entre as linguagens, tem suas próprias facilidades e suas próprias vantagens deixando bem claro que foge de copiar vantagens de outras linguagens de programação e tem como um ponto bem forte em seu desenvolvimento para a sua utilização o fato de não precisar de um ambiente muito avançado ou de alto desempenho para que possa ser utilizada em grandes projetos. Apesar de ser uma linguagem com muitas vantagens, o fato de atender múltiplos paradigmas e de não ficar presa só a uma forma de estrutura de desenvolvimento de programas aumentando assim a funcionalidade da linguagem para diversas áreas de atuação sendo o programador o responsável pela escolha do caminho que vai seguir e qual das inúmeras formas de solucionar problemas ele vai utilizar, essa linguagem pode apresentar dificuldades no momento do seu aprendizado ou nos primeiros contatos pois C++ não fica preso a nenhum padrão fixo de desenvolvimento, e quanto maior o leque de opções possíveis mais difícilx é tomar uma escolha que seja ótima.

Atualmente C++ segue recebendo atualizações em sua biblioteca padrão com objetivo de tornar a linguagem ainda mais funcional e de convencer ainda mais de que é a melhor escolha dentre muitas outras linguagens, pois possui muitas possibilidades de solução de problemas. A linguagem deve seguir sua natureza onde aceita múltiplos paradigmas e devem ser acrescentadas cada vez mais funcionalidades de diversos tipos de estruturas de programação, tornando um desafio para os desenvolvedores de compiladores acompanharem seu desenvolvimento constante e fornecerem compiladores que executem de forma precisa todas as suas funcionalidades, sem que ocorra uma perda de nenhum detalhe.

**1.5 - Biblioteca Qt**